



**UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE CATALUNYA**

**Escola Tècnica Superior  
d'Enginyeria Industrial de Barcelona**



**Doctorado en Ingeniería de Proyectos:  
Medio Ambiente, Seguridad, Calidad y Comunicación**

**TESIS DOCTORAL**

**PROCESO DE CAMBIO: FORMALIZACIÓN Y VALORIZACIÓN  
CON ANÁLISIS COSTO-EFICIENCIA EN FASE INICIAL PARA  
MEJORA DEL PROCESO DE SOFTWARE**

**Nilda Yangüez Cervantes**

**Director:  
Christian Estay Niculcar**

**Barcelona, 2015**



Curs acadèmic: 2015/2016

## Acta de qualificació de tesi doctoral

Nom i cognoms

NILDA YANGÜEZ CERVANTES

Programa de doctorat

Doctorado en Ingeniería de Proyectos: Medio Ambiente, Seguridad, Calidad y  
Comunicación

Unitat estructural responsable del programa

Departament de Projectes d'Enginyeria

## Resolució del Tribunal

Reunit el Tribunal designat a l'efecte, el doctorand / la doctoranda exposa el tema de la seva tesi doctoral titulada  
PROCESO DE CAMBIO: FORMALIZACIÓN Y VALORIZACIÓN CON ANÁLISIS COSTO-EFICIENCIA EN FASE  
INICIAL PARA MEJORA DEL PROCESO DE SOFTWARE

Acabada la lectura i després de donar resposta a les qüestions formulades pels membres titulars del tribunal,  
aquest atorga la qualificació:

NO APTE       APROVAT       NOTABLE       EXCEL·LENT

(Nom, cognoms i signatura)		(Nom, cognoms i signatura)	
President/a		Secretari/ària	
(Nom, cognoms i signatura)			
Vocal	Vocal	Vocal	Vocal

\_\_\_\_\_, \_\_\_\_\_ d'/de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

El resultat de l'escrutini dels vots emesos pels membres titulars del tribunal, efectuat per l'Escola de Doctorat, a  
instància de la Comissió de Doctorat de la UPC, atorga la MENCIÓ CUM LAUDE:

SÍ       NO

(Nom, cognoms i signatura)	(Nom, cognoms i signatura)
President de la Comissió Permanent de l'Escola de Doctorat	Secretari de la Comissió Permanent de l'Escola de Doctorat

Barcelona, \_\_\_\_\_ d'/de \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_

## **DEDICATORIA**

**A mi Madre**

## **AGRADECIMIENTOS**

**A mi Poder Superior que en mi caso es Dios**

**Especialmente A,**

**Christian Estay por su asesoría y paciencia**

**Universidad Tecnológica de Panamá**

**Secretaria Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación de Panamá**

**Universidad Politécnica de Cataluña**

*A mis estudiantes a lo largo de estos años \*.\**

Esta tesis y los estudios doctorales se han realizado con beca otorgada en el marco del Programa Nacional de Formación de Investigadores para Estudios Doctorales 2009, de la Secretaría Nacional de Ciencia, Tecnología e Innovación -SENACYT y el Instituto para la Formación y Aprovechamiento de los Recursos Humanos -IFARHU, Panamá.

## RESUMEN

La tesis se ubica en dos (2) áreas claves del conocimiento: La Mejora al Proceso de Software (SPI, Software Process Improvement) como Proceso de Cambio (PdC) al Proceso de Software (PdS) y los Métodos de Análisis Costo-Eficiencia (ACE), ambas a la luz de la teoría y práctica de la Ingeniería del Software, la Dirección de Proyectos, los Sistemas de Información y algunas disciplinas de las ciencias sociales como las Finanzas y la Economía.

La tesis se enfoca en una fase inicial del PdC al Proceso de Software PdS, es decir, aquella en la que se toma la decisión de llevar a cabo o no, cambios en la forma de producir software. El escenario de trabajo de esta tesis son las PyME de Software.

Para llevar a cabo esta investigación se utilizó un enfoque epistemológico, ontológico y pragmático de la investigación cualitativa. Para llevar a cabo una metodología de trabajo, se utilizó la Teoría Fundamentada con Análisis de Contenido. Se aplicó la entrevista a profundidad a diferentes interesados con distintos niveles de participación en los PdC al PdS. Los resultados fueron contrastados y validados con un Estudio de Caso de una empresa real.

Finalmente, la tesis aporta un Soporte Metodológico que integra modelos organizacionales, BD con métodos de análisis financieros para la evaluación de la propuesta, BD con métodos de análisis económico para la valoración de la propuesta y las guías para el uso.

Adicionalmente, y lo más importante, los modelos de ACE para valorar intangibles- valores añadidos, desde el punto de vista económico. Esta Tesis puede llevar una continuidad si se expande el estudio a otras áreas geográficas y utilizando métodos mixtos que amplíen los resultados para fortalecer el Soporte Metodológico.

## **ABSTRACT**

The thesis is located in two (2) key areas of knowledge: The Software Process Improvement (SPI Software Process Improvement) and Process Change (PDC) at Process Software (PDS) Methods of Analysis and Cost-Efficiency ( ACE), both in the light of the theory and practice of software engineering, project management, information systems and some social science disciplines such as Finance and Economy.

The thesis focuses on an initial phase of PdC PdS Process Software, at mean, one in which the decision to proceed or not, bring changes in the way of producing software is taken. The stage work of this thesis are SMEs Software.

To carry out this research an epistemological, ontological and pragmatic qualitative research approach was used. To perform a work methodology, we grounded theory with content analysis was used depth interviews was applied to different stakeholders with different levels of participation in PdC the PDS. The results were compared and validated with a Case Study of a real company.

Finally, the thesis provides a methodological support that integrates organizational models, BD methods of financial analysis for the evaluation of the proposal, BD methods of economic analysis for the assessment of the proposal and guidelines for use.

Additionally, and most importantly, ACE models to assess intangible added values, from the economic viewpoint. This thesis can be continuity if the study is expanded to other geographical areas and using mixed methods to extend the results to strengthen the methodological support.

## ÍNDICE DE GENERAL

<b>DEDICATORIA</b>	<b>iii</b>
<b>AGRADECIMIENTOS</b>	<b>iv</b>
<b>RESUMEN</b>	<b>v</b>
<b>ABSTRACT</b>	<b>vi</b>
<b>ÍNDICE GENERAL</b>	<b>vii</b>
<b>ÍNDICE DE FIGURAS</b>	<b>xiii</b>
<b>ÍNDICE DE TABLAS</b>	<b>xiv</b>
<b>ÍNDICE DE ANEXOS</b>	<b>xv</b>
<b>ACRÓNIMOS</b>	<b>xvii</b>

	<b>Pág.</b>
<b>CAPÍTULO 1. INTRODUCCIÓN</b>	<b>1</b>
1.1. Contexto de la investigación	2
1.2. El problema de investigación	8
1.2.1. Planteamiento del problema	9
1.2.2. Preguntas de investigación	9
1.3. Hipótesis	10
1.4. Objetivos	11
1.4.1. General	11
1.4.2. Específicos	11
1.5. Contribuciones	12
1.6. Publicaciones	13
1.7. Enfoque de investigación	14
1.8. Estructura de la tesis	14

	<b>CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL</b>	<b>17</b>
2.1	Introducción	18
2.2.	Programas de Cambio al Proceso de Software	18
2.2.1	Importancia de un programa de Mejora al Proceso de Software (SPI) como Proceso de Cambio (PdC)	21
2.2.2.	Modelos de Mejora al Proceso de Software	25
2.2.3.	Revisión de los estudios de Mejora al Proceso de Software	29
2.3	Disciplinas involucradas en los Procesos de Cambio al Proceso de Software	32
2.3.1.	La Ingeniería de Software y los Procesos de Cambio al Proceso de Software	35
2.3.2.	La Dirección de Proyectos en los Procesos de Cambio al Proceso de Software	37
2.3.3.	La Ingeniería del Software (IS) y la Dirección de Proyectos (PM) en el Proceso de Cambio (PdC) al Proceso de Software (PdS)	38
2.4	Evaluación y valoración de los programas de Cambio al Proceso de Software	42
2.4.1.	Métodos y técnicas para la evaluación de programas de Mejora al Proceso de Software	45
2.4.1.1	Análisis Financiero para la evaluación de programas de cambio al Proceso de Software	46
2.4.1.2	Análisis Económico para la valoración de Programas de cambio al Proceso de Software	47
2.4.2	Análisis Costo-Eficiencia	47
	<b>CAPÍTULO III. METODOLOGÍA</b>	<b>52</b>
3.1.	Introducción	53
3.2.	Fundamentos filosóficos del diseño de la investigación	56
3.2.1.	La Epistemología	56
3.2.2.	La Ontología	57
3.2.3.	La Metodología	60
3.3.	Enfoques filosóficos de la investigación	64
3.3.1.	Positivismo	65
3.3.2.	Interpretativo	66

3.3.3.	Pragmatismo	66
3.4.	La Teoría Fundamentada	68
3.4.1.	Procedimientos de la Teoría Fundamentada	73
3.4.2.	Los diseños de la Teoría Fundamentada	75
3.4.3.	Los instrumentos y materiales de la Teoría Fundamentada	76
3.5.	El Análisis de Contenido	78
3.5.1.	Tipos de análisis de contenido	78
3.5.2.	Fases del Análisis de Contenido	80
3.6	Estudio de Caso	81
3.6.1.	Diseño de un estudio de caso	82
3.6.2.	Importancia de la vinculación de datos con las Preguntas de la investigación	82
3.6.3.	Interpretación de los resultados	83
3.6.4.	Validación	83
3.7.	El Proceso de la investigación a través de la metodología	83
3.7.1.	Definición y Diseño del Marco de Trabajo	84
3.7.2.	Análisis de Contenido	85
3.7.2.1.	Selección del objeto de análisis	85
3.7.2.2.	Desarrollo del pre análisis	85
3.7.2.3.	Definición de unidades de análisis	86
3.7.2.4.	Establecimiento de reglas de análisis y códigos de clasificación	86
3.7.2.5	Construcción de códigos	86
3.7.2.6	Desarrollo de categorías	86
3.7.3.	Interpretación de los datos	86
3.7.3.1	Verificación	86
3.7.3.2.	Validez	87
3.7.4.	Redacción de los resultados	87
3.7.4.1.	Presentación	87
3.7.4.2.	Discusión	87
3.7.5.	Validación	87
3.7.6.	Conclusiones	87
	<b>CAPÍTULO 4. RESULTADOS</b>	<b>95</b>
4.1.	Aplicación de la metodología y presentación de los resultados	961

4.2.	Discusión de resultados	101
4.2.1.	Por preguntas de investigación	104
4.2.2.	Por participantes del estudio	107
4.2.3.	Hallazgos (emergentes)	110
4.3.	Marco Metodológico	119
	<b>CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES</b>	<b>128</b>
5.1.	Contribuciones	129
5.1.1.	En relación a los objetivos	129
5.1.2.	5.1.2. A las preguntas de investigación	130
5.1.3.	5.1.3. Experiencia investigadora	131
5.2.	Limitaciones	133
5.3.	Implicaciones	134
5.4.	Trabajo a futuro y líneas de investigación	134
	<b>REFERENCIAS</b>	<b>137</b>
	<b>GLOSARIO DE TÉRMINOS</b>	<b>156</b>
	<b>ANEXOS</b>	<b>160</b>

## ÍNDICE DE FIGURAS

		<b>Pág.</b>
Figura 1.1	El Proceso de Cambio (PdC) del Proceso de Software (PdS)	5
Figura 1.2	Evolución de un PdC a través de los ciclos de un PdS	7
Figura 1.3	El Análisis Costo-Eficiencia en la evolución de los PdS y los PdC	9
Figura 1.4	Estructura capitular de la tesis	17
Figura 2.1	Concepto de Proceso de Software como Proceso de Cambio en la Organización de Software	20
Figura 2.2	Estructura para la Gestión del Cambio al Proceso de Software	21
Figura 2.3	Cambios de estado del Proceso de Software	36
Figura 2.4	Programa de Cambio al Proceso de Software a través de Fases	37
Figura 2.5	Disciplinas involucradas en el Programa de cambios del Proceso de Software	41
Figura 2.6	Fase Inicial del PdC al PdS (SEI-PMI)	42
Figura 2.7	Seguimiento al Proceso de Cambio a través de Portafolios	43
Figura 2.8	El Proceso de Cambio en el Proceso de Software con el CMMI	44
Figura 2.9	Proceso de Cambio al PdS en organizaciones de software	45
Figura 2.10	Costos incluidos en el Análisis de Costos de un Programa de Cambio en el Proceso de Software	53
Figura 3.1	La ontología de dominio y el análisis epistemológico de la Investigación	61
Figura 3.2	La Metodología de investigación	64
Figura 3.3	Procedimiento del enfoque de investigación	66
Figura 3.4	Estructura de la Metodología de la Tesis	93
Figura 4.1	Fases principales de la metodología	96
Figura 4.2	Base para la generación de UA	101
Figura 4.3	Unidad de Análisis relacionadas a la investigación	103
Figura 4.4	Datos Emergentes con tendencias según preguntas de Investigación	116
Figura 4.5	Trabajo de la Consultora CMMI en Mx	119
Figura 4.6	Comparación de resultados de la tesis y el Estudio de caso empresa Mx	123

Figura 4.7	Ubicación del Soporte Metodológico en la Tesis	125
Figura 4.8	La propuesta PdC al PdS en la fase inicial del SPI	126
Figura 4.9	Actividades de formalización de la Propuesta PdC al PdS	126
Figura 4.10	Componentes esenciales de la Propuesta de PdC al PdS	127
Figura 4.11	Métodos para la evaluación de una propuesta de PdC al PdS	127
Figura 4.12	Estructura organizacional para la gestión, monitoreo, control y cierre del proyecto PdC al Pd	128

## ÍNDICE DE TABLAS

		Pág.
Tabla 2.1	Razones para iniciar un programa de cambios al Proceso de Software	25
Tabla 2.2	Beneficios de la implementación de programas PdC al PdS.	30
Tabla 2.3	Clasificación de aportes científicos de estudios en programas de cambios al Proceso de Software	35
Tabla 2.4	Técnicas del Análisis Costo-Eficiencia	52
Tabla 3.1	Estudios SPI con materiales y/o métodos del enfoque cualitativo	58
Tabla 3.2	Etiquetas comúnmente asociadas a diferentes paradigmas de investigación	65
Tabla. 3.3	Criterios y preguntas para definir un paradigma de investigación	65
Tabla 3.4	Asunciones filosóficas con implicaciones en la práctica	66
Tabla 3.5	Criterios filosóficos y las preguntas de investigación de la tesis	68
Tabla 3.6	Filosofías de investigación de la investigación cualitativa	71
Tabla 3.7	Principales enfoques de Investigación Cualitativa	73
Tabla 3.8	Textos de Teoría fundamentada	74
Tabla 3.9	Estrategia de la Teoría Fundamentada	75
Tabla 3.10	Actividades de la Recolección de datos según la Teoría Fundamentada	77
Tabla 3.11	Factores ambientales de la investigación	88
Tabla 4.1	Marco de Trabajo	97
Tabla 4.2	Perfil de los encuestados del estudio exploratorio	98
Tabla 4.3	Encuestados del Estudio Exploratorio	98
Tabla 4.4	Análisis Conceptual. Conceptos y categorías del Estudio Exploratorio	99
Tabla 4.5	Entrevistas realizadas	100
Tabla 4.6	Códigos temáticos para la Pregunta de Investigación No.1	
Tabla 4.7	Códigos temáticos para la Pregunta de Investigación No.2	
Tabla 4.8	Códigos temáticos para la Pregunta de Investigación No.3	
Tabla 4.9	Categorías por participantes generadas a partir de las preguntas de investigación y las unidades de registros (UR) obtenidas de la codificación de los segmentos de texto	
Tabla 4.10	Vinculación de Códigos Iniciales con Unidad de Registro. Pregunta de investigación No. 1	
Tabla 4.10a	Análisis Conceptual de UR. Pregunta de investigación No. 1	
Tabla 4.11	Vinculación de Códigos Iniciales con Unidad de Registro. Pregunta de investigación No. 2	

Tabla 4.11a	Análisis Conceptual de UR. Pregunta de Investigación no. 2
Tabla 4.12	Vinculación de Códigos Iniciales con Unidad de Registro Pregunta de investigación No. 3
Tabla 4.12a	Análisis Conceptual de UR. Pregunta de investigación no.3
Tabla 4.13	Unidades de Registro Emergentes por Participante y Preguntas de Investigación
Tabla 4.14	Participantes del Proyecto de Certificación

## ÍNDICE DE ANEXOS

	<b>Pàg.</b>
ANEXO 1. El Modelo de Mejora al Proceso de Software del Instituto de Ingeniería de Software	167
ANEXO 2 Estándares y marcos de trabajo para programas de Mejora al Proceso de Software	169
ANEXO 3 Factores Críticos de Éxito en la implementación de Programas de Cambio al Proceso de Software	174
ANEXO 4. Modelos de Mejora al Proceso de Software	175
ANEXO 5. Métodos de Evaluación Financiera para propuestas de inversión en Programas de Cambio al Proceso de Software	176
ANEXO 6. Técnicas para la medición y cuantificación de Activos/ Beneficios Intangibles	185

## ACRÓNIMOS

ACB	Análisis Costo-Beneficio
ACE	Análisis Costo-Eficiencia
CMMI	Capability Maturity Model Integration
FCE	Factores Críticos de Éxito
IDEAL	Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting & Learning
OECD	Organization for Economic Co-Operation and Development
PdC	Proceso de Cambio
PDCA	Plan-Do-Check-Action
PdS	Proceso de Software
PyME	Pequeñas y Medianas Empresas
PRINCE 2	PRojects IN Controlled Environments, version 2
QFD	Quality Function Deployment
QIP	Quality Improvement Paradigm
RELAIS	Red Latinoamericana de la Industria del Software
ROI	Return On Investment
SCM	Software Configuration Management
SEI	Software Engineering Institute
SEPG	Software Engineering Process Group
SPI	Software Process Improvement
SQA	Software Quality Assurance
SQuaRE	Systems and software Quality Requirements and Evaluation
TIC	Tecnologías de la Información y la Comunicación
VPN	Valor Presente Neto

## **CAPÍTULO I. INTRODUCCIÓN**

## 1.1. Contexto de la investigación

Según la Organización para la Cooperación y Desarrollo Económicos (OCDE), la inversión, interna o externa en Tecnologías de la Información y Comunicación (TIC) es necesaria para el crecimiento económico de los países (Kettini, Kottaridi & Mamuneas, 2015). Señala el estudio, que aunque esto conlleva la intervención de los entes regulatorios, las tasas de retorno de la inversión dependerán en gran parte de la combinación de porcentajes de inversión extranjera y local que se realice en las empresas sean estas grandes, medianas o pequeñas. Las Pequeñas y Medianas Empresas (PyME) constituyen un eslabón importante en el tejido económico mundial (Pino, García & Piattini, 2007). Una gran cantidad de PyME de software, desarrollan y brindan mantenimiento al software de las grandes empresas (ISO, 2015). En muchos países, las organizaciones de software son clasificadas como PyME, por lo tanto es necesario fortalecerlas con prácticas adecuadas para gestionar las tecnologías que aporten valor a sus procesos de software. (Kautz, 1998; Bjrønson, 2007; OECD, 2015).

La Red Latinoamericana de la Industria del Software, RELAIS<sup>1</sup> expresa en sus principios, la importancia de esta categoría de empresas cuando incluye la generación de capacidades de las PyME para afianzar el desarrollo de la región. En otros casos, se recurre al cooperativismo y a las fundaciones para llegar a las PyME de software con fondos y tecnologías desarrollando proyectos a partir de la investigación y valoración de sus plataformas actuales, a fin de procurar su desarrollo futuro.

Otros estudios reflejan hallazgos interesantes en materia de inversión de TIC en general, su impacto en la productividad, en el crecimiento y desarrollo económico (Dasuki & Abbott, 2015), como ventaja competitiva (Yadong & Juan Bu, 2015), o bien para medir el Retorno de la Inversión en economías emergentes y países desarrollados (Boonmee, 2015; Kim, 2015; Saleem F., Saleem N., Ghamdi & Ullah, 2015). Los estudios de evaluación de elementos específicos de las TIC, como el software, los procesos de desarrollo y su mejora, son menos frecuentes en la literatura.

---

<sup>1</sup> RELAIS es la Red Latinoamericana de la Industria del Software con sede en Uruguay. [www.relaisoft.org](http://www.relaisoft.org)

La evaluación de cualquier artefacto de Tecnología de la Información, ha sido un tema preocupante en el campo de la investigación. En la literatura, varios investigadores han desarrollado técnicas para evaluar algunos aspectos de los sistemas de información tales como la productividad y desempeño, otros para realizar evaluación económica y presupuesto del desarrollo de los sistemas de información (Bryanjolfsson & Hitt, 1996; Kline et. al., 2008).

Sin embargo, las decisiones en cuanto a los problemas de inversión en tecnologías, ha sido un tema dejado a la “buena fe”, verificado mediante indagaciones empíricas en Bannister & Remenyi, (1999), y analizado recientemente en los artículos de Frazer, (2011) y Valente, Aveiro & Nunes, (2015). Las evaluaciones realizadas por los gerentes se han llevado a cabo con técnicas simples basadas en Análisis Costo-Beneficio (ACB) y Valor Presente Neto (VPN). (Ballantine & Stray, 1998; FEDER, Fondo de Cohesión e ISPA, 2003).

La escasez de métodos y técnicas innovadores en la evaluación de las Tecnologías de Información tiene sus repercusiones en otros escenarios como es el caso de la evaluación de programas de Procesos de Cambio (PdC) al Proceso de Software (PdS), ya sea porque se carece de formas de pasar de la teoría a la práctica, o porque son teorías poco maduras las que suelen traducirse como incompletas (Davis, 2004).

Los programas de PdC al Proceso de Software no poseen un patrón de comportamiento estándar, no obstante, algunos lineamientos de Humphrey (1989) han servido para la iniciación de nuevos modelos en la industria del software, específicamente los modelos de Instituto de Ingeniería del Software (SEI, Software Engineering Institute) y que son adaptados a las PyME.

La tesis se ubica en dos(2) áreas claves del conocimiento: La Mejora al Proceso de Software (SPI, Software Process Improvement) como Proceso de Cambio (PdC) al Proceso de Software (PdS) y los Métodos de Análisis Costo-Eficiencia (ACE), ambas a la luz de la teoría y práctica de la Ingeniería del Software, la Dirección de Proyectos, los Sistemas de Información y algunas disciplinas de las ciencias sociales.

- La Ingeniería del Software describe un programa de cambio al Proceso de Software, llamado también SPI (Software Process Improvement), como el conjunto de actividades utilizadas para establecer, asegurar, medir, controlar y mejorar el ciclo de vida del proceso de desarrollo de software (Hunter, 2001; Presman, 2010).
- Los métodos de Análisis Costo-Eficiencia son aquellos utilizados para la evaluación y valoración de programas desde un enfoque holístico y una perspectiva económica, complementando los estudios financieros que tradicionalmente se realizan en las inversiones (Gimenez & Prior, 2007).
- Las disciplinas sociales involucradas son aquellas que contemplan interacción con la Dirección de Proyectos y la Ingeniería de Software. Por su relevancia se han considerado las ciencias económicas, financieras y contables con sus métodos, técnicas y herramientas en la evaluación y valoración en procesos de esta naturaleza, como también la teoría de decisiones y la gestión del cambio.

La tesis se enfoca en una fase inicial del PdC al Proceso de Software PdS, es decir, aquella en la que se toma la decisión de llevar a cabo o no, cambios en la forma de producir software<sup>2</sup>.

La Mejora al Proceso de Software (SPI) es entendido como un Proceso de Cambio (PdC) y por ende, se puede hablar indistintamente de ellos (Dybå, 2005; Abrahamson, 2002; Basili et.al., 1995). Un PdC es un enfoque sistémico orientado a mejorar las capacidades de desempeño de las organizaciones (Pariente, 2010; Sheard, Ferguson, Moore & Phillips, 2015) de software (Pressman, 2010). Desde el principio, el modo de plantear el programa PdC (o SPI) determinará el éxito y logro de los objetivos propuestos y su impacto positivo en la organización (Frazer, 2010; Bjørnson, 2007).

Un PdC se usa en Informática en un Proceso de Software (PdS) (Niazi, Wilson & Zowghi, 2003; Damian et.al., 2002). Un PdS es el mapa formal que usan las

---

<sup>2</sup>En el Anexo 1 se describen las fases de un Proceso de Cambio al Proceso de Software desde la perspectiva de la Ingeniería de Software, propuestas por McFeeley, McKeehan y Temple (1996).

organizaciones que desarrollan software para definir sus proyectos y programas (Hall & Rapanotti, 2015; Berrocal, García & Murillo, 2007; Humphrey, 2002).

Los PdC son el instrumento que se usa en paralelo a los Procesos de Software, para ir monitoreando y evaluando continuamente, la vigencia del PdS en el tiempo (Albert & Rosemergy, 2011; Oliveira & Rocha, 2010; Basili et.al., 2007). Si en un PdC se evalúa que se requiere un cambio de proceso, se procede a evolucionar el PdS, de lo contrario, el PdS sigue vigente (Land, Hobart & Wals, 2008; Raha, 2004; Kautz, 2000; Solingen, 2000).

Los PdS evolucionan en llamados estados. La Figura 1.1 muestra los cambios de estado del PdS en el marco de la complejidad y la madurez<sup>3</sup>, y el rol transversal/longitudinal de los PdC, a fin de ilustrar mejor la relación entre ambos procesos.

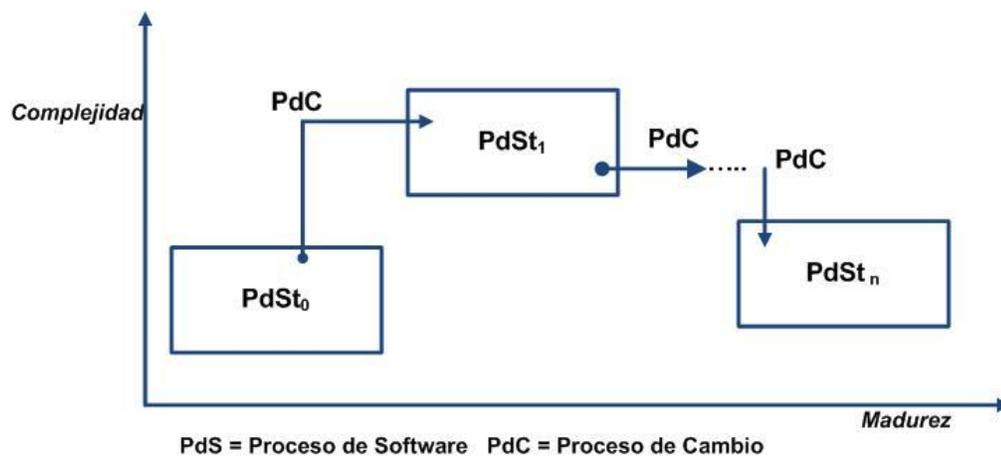


Figura 1.1. El Proceso de Cambio (PdC) del Proceso de Software (PdS).

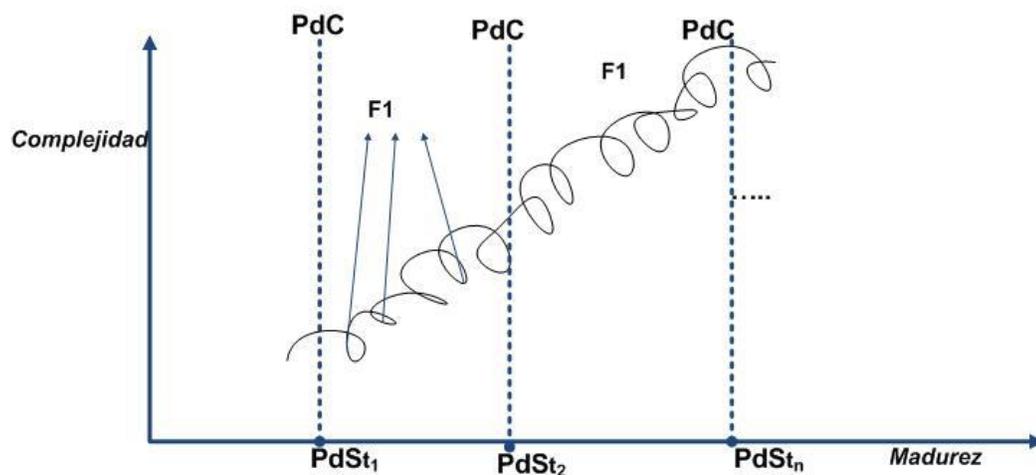
La literatura nos dice por un lado, que los PdC no tienen una estructura estable y definida de cómo proceder (Mesh & Hawuker, 2013; Allison & Merali, 2007; Humphrey, 2001). Comúnmente, se basan en reuniones de trabajo, en monitoreo continuo, análisis de indicadores, por lo tanto, no existe una formalización como tal (Schmid, 2010;

<sup>3</sup> Aye S., Ikeda M., Ichimizu K. (2008). Defining Ontology for Complexity Issues in Software Engineering. Disponible en: [ <http://sciencelinks.jp/j-east/article/200523/000020052305A0969996.php>]. Consultado el: [22 de abril de 2010].

Parker, 2010; Abrahamson, 2002). Por otro lado, de manera independiente, la bibliografía y la literatura reportan que en todos los casos no existe un proceso reflexivo de toma de decisiones (McLoughlin & Richardson, 2010), para decidir si el PdC está en condiciones de garantizar que el PdS está vigente o no. Actualmente, la decisión se basa en la buena práctica sin un proceso formal (Heikkila, 2009; Niazi, 2009; Umarji & Seaman, 2005). La literatura muestra además, que no hay soluciones que unifiquen la toma de decisiones con formalización de propuestas de cambio. Se ha encontrado que McFeely, McKeehan & Temple, (1995); García, Graettinger & Kost, (2005), establecen fases para implementar el PdC, sin desconocer que se haga referencia a una fase inicial no formalizada (a veces llamada F1) donde se evalúa el PdC (Conradi & Fuggetta, 2002; Humphrey, Snyder & Willis, 1991).

A falta de una estructura formal del PdC, se plantea estratégicamente que esta fase F1, se puede introducir estructuralmente en un PdC, tanto interna como externamente, pero esto será una decisión de cada organización. Para efectos prácticos de esta tesis, se considerará la F1 dentro del PdC, el cual irá encadenado a otras fases que no interesan en esta tesis.

La Figura 1.2 ilustra, sin ser concluyente, cómo evoluciona en términos de mejora continua un PdC y cómo se puede decir que se relacionan los ciclos de PdC con los PdS.



PdS = Proceso de Software PdC = Proceso de Cambio F1 = Fase Inicial  
Figura 1.2. Evolución de un PdC a través de los ciclos de un PdS

En las últimas décadas, una gran cantidad de autores, Boehm, 1984; Escobar, 1996; Dybå, 2000; Dolado & Fernández, 2000; Remenyi, Money & Bannister, 2007; Ojala, 2008; Green et. al., 2009, reconocen la importancia de encontrar un mecanismo que contribuya a disminuir la infravaloración de las inversiones en los PdC al momento de trabajar dentro de los PdS en las organizaciones dedicadas a desarrollar software, también a valorar el éxito de su implantación (Dyba, 2005). No obstante, en la revisión del estado de arte actual, no se encuentran estudios que evidencien la aplicación de métodos a esta problemática, menos del ACE, en programas de cambios al Proceso de Software.

Por otro lado, los resultados estadísticos mostrados revelan cifras alarmantes en los costos de inversión en el desarrollo de software y en los tiempos de entrega de los productos<sup>4</sup>, lo cual indica que los procesos de software y sus procesos de cambio, no se perciben como soluciones estratégicas en los entornos empresariales (Chaos Report, 2015; Jani, 2007).

Esto hace que nuevamente se infravalore el análisis de la inversión en los PdC. El resultado es que en un PdS, el cual demanda una alta inversión para mantener su implementación vigente, requiera un elemento de Toma de Decisión equivalente económicamente y además, fuerte de métodos de análisis. En este sentido, de los métodos analizados (VPN, ACB, DFC, Análisis de riesgos) el que mayor información económica aporta, es el ACE (Riegg & Kee, 2010; Resti, 1997).

Se escoge el ACE sin desmedro de otros, porque es un instrumento de medición y análisis que permite valorizar de mejor manera a los programas de cambio, cuyas características son muy similares a los proyectos y programas en los cuales se ha usado el ACE (Beecher, 1996; Borger & Kerstens, 1996; Beecher, Chesnutt & Pikelney, 2002; DCP<sup>5</sup>, 2008; Worthington, 2000). Las características comunes entre

---

<sup>4</sup> The Standish Group Report (2014). CHAOS Report. Accedido en [<https://www.projectsmart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>] el [9 de octubre de 2015].

<sup>5</sup> Disease Control Priorities Project DCP (2008). Uso del análisis de la eficacia en función del costo para establecer prioridades de salud. Disponible en: [<http://www.dcp2.org/file/154/dcpp-costeffectiveness-spanish.pdf>] Consultado el: [5 de agosto de 2010].

los PdC y los otros proyectos, son un fuerte componente humano atado a un manejo de intangibles crecientes y de calificadores no cuantificables y cuantificables. El componente tecnológico se percibe de menos importancia en la toma de decisiones, que los elementos sociales y humanos.

La utilización del ACE en la Fase Inicial F1 del PdC, traerá consigo una visión amplia de principios cuantificables y proyectables, unos resultados positivos en la forma de proceder con las propuestas de programas de cambio y, en consecuencia, un impacto en el proceso de toma de decisiones al momento de valorar el rendimiento de la inversión de los programas estratégicos de cambio, en la forma de desarrollar software.

Para efectos de completitud la Figura 1.3 muestra cómo de cierta manera, situamos la herramienta ACE en la evolución de los PdS y los PdC.

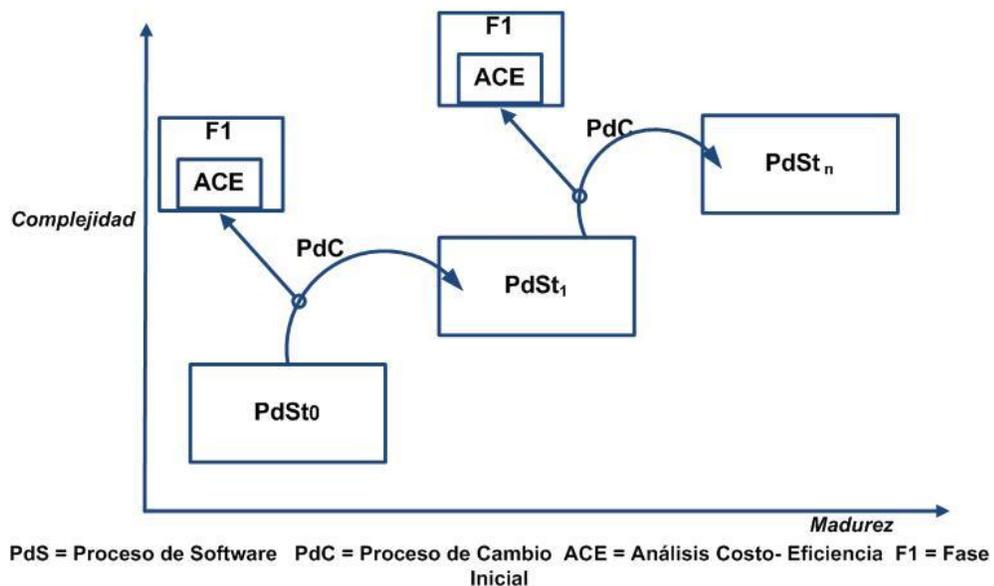


Figura 1.3 El Análisis Costo-Eficiencia en la evolución de los PdS y los PdC.

## **1.2. El problema de investigación**

La formalidad para introducir un Proceso de Cambio al Proceso de Software, no ha evolucionado desde el trabajo realizado por McFeeley, McKeehan & Temple, 1995. La literatura no presenta de manera explícita, casos de estudios teórico o experimentales formales, para introducir el PdC al PdS en las organizaciones de software.

Por una parte, las propuestas de cambio al Proceso de Software no plantean fases o etapas internas o externas a la estructura de la organización, previas a la implementación, que lleven un proceso de gestión del cambio, ni mucho menos componentes cuantitativos para la toma de decisiones. Por otro lado, las organizaciones dedicadas a producir software adoptan estándares y prácticas de la industria como una decisión conveniente (Lee, Shiue & Chen, 2016), intuitiva, motivados por la buena fe, en repetidas ocasiones sin valorar las consecuencias económicas y financieras inclusive, para la organización.

Dado que son escasos los estudios de modelos, metodologías y seguimiento experimental aplicando Análisis Costo-Eficiencia a la valoración y gestión de un programa SPI (Dolado Dolado & Fernández, 2000) o PdS, resulta difícil para un gestor cuantificar por métodos tradicionales (Rico, 2005; Wyckoff, 1997), la gran cantidad de componentes intangibles que posee un Proceso de Cambio al Proceso de Software (Ebert et.al., 2005).

Estos elementos intangibles de orden cualitativo se pierden, ya que el equipo de personas que valora la propuesta de cambio al Proceso de Software, no cuenta con las herramientas apropiadas para hacerlo (Oliver, Barrick & Janicki., 2009) lo que contribuye a la infravaloración de las inversiones involucradas (Ríos Briones, 2010), resultados ineficientes (perspectiva económica), y beneficios económicos por debajo de lo esperado (perspectiva financiera).

### 1.2.1. Planteamiento del problema

La descripción del problema conduce a su planteamiento:

---

*Usualmente, los Procesos de Cambio al Proceso de Software son evaluados a posteriori y sólo por sus resultados financieros. En la evaluación no prevalece una etapa inicial en la que se proyecte el esfuerzo del cambio en virtud de un mejor análisis o toma de decisiones, que involucre un argumento claro y preciso del PdC a nivel de conformación, evaluación y valoración. Para este último caso, valoración, es central el problema de la inversión aplicando métodos del Análisis Costo-Eficiencia.*

---

### 1.2.2. Preguntas de investigación

Del planteamiento del problema, se derivan las preguntas que dirigen la investigación de esta propuesta:

- ***P1. ¿Qué artefactos conforman la propuesta de un programa de PdC al PdS en las organizaciones de software?***

Un programa de PdC está formado por una serie de elementos que denominamos artefactos (documentos, plantillas, estándares, etapas, fases del trabajo, equipos de trabajo, entregables, herramientas conceptuales de la Ing. del Software). Para la investigación es conveniente definir estos artefactos ya que constituyen el eje central de los parámetros a evaluar y valorar en la tesis.

- ***P2. ¿Cómo evalúan las organizaciones de software los programas PdC de los Procesos de Software?***

El resultado de la evaluación del PdC al PdS, forma parte de la decisión de continuar o no con el programa. Si el proceso de cambio no tiene una propuesta formal de presentación y aprobación en una fase inicial, es posible que encontremos que las situaciones que generaron la propuesta del cambio no serán resueltas, es posible que se originen consecuencias negativas en toda la organización (consecuencias internas), y la proyección económica y financiera del producto software, se vea afectada (consecuencias externas).

- ***P3. ¿Qué se usa para valorar un programa PdC al PdS?***

La elaboración de un programa PdC describe las fases y los elementos que conforman una propuesta. La valoración corresponde a la importancia estratégica del programa PdC para la organización. La mayoría de las evaluaciones de los programas se realizan a través de herramientas financieras y no hay constancia de evaluaciones y valoraciones económicas y mucho menos a través del ACE.

La indagación profunda de estos métodos, técnicas y herramientas es necesaria para ampliar el conocimiento de las prácticas llevadas a cabo durante la introducción de programas PdC al PdS en organizaciones de software.

### **1.3. Hipótesis**

**H1:** El Proceso de Cambio al Proceso de Software entre un estado y otro se puede realizar con un Proceso de Cambio formal -en fases- que responda a criterios organizacionales y no necesariamente tecnológicos.

**H2:** El Proceso de Cambio en su fase inicial aporta un soporte metodológico que permite conformar, evaluar y valorar la propuesta de cambio de un estado a otro del Proceso de Software.

**H3:** En el Proceso de Cambio al Proceso de Software es confusa la participación de los actores que determinan el éxito de la formalización y valoración de la propuesta de cambio.

**H4:** En cuanto a los aspectos de la valoración de la propuesta de cambios al Proceso de Software, es posible incluir los componentes intangibles implícitos en la conformación, valoración y evaluación del cambio.

**H5:** En la valoración y evaluación del Proceso de Cambio al Proceso de Software, las técnicas de Análisis Costo Eficiencia permiten valorar una propuesta de cambio con más elementos para la toma de decisión.

## 1.4. Objetivos

### 1.4.1. General

Proponer un Proceso de Cambio al Proceso de Software que formalice, evalúe y valore la propuesta en la fase Inicial, utilizando el Análisis Costo-Eficiencia a través de un Soporte Metodológico que incluya los aspectos técnicos, organizacionales y valorativos.

### 1.4.2. Específicos

- Investigar teoría y recopilar prácticas para consensuar teoría con práctica de los elementos esenciales de los Procesos de Cambio al Proceso de Software.
- Indagar y analizar métodos de *evaluación* aplicables a los Procesos de Cambio al Proceso de Software.
- Indagar y analizar los métodos de Costo-Eficiencia en la *valoración* de los Procesos de Cambio al Proceso de Software.
- Formalizar la *conformación* de la fase inicial de un Proceso de Cambio al Proceso de Software.
- Seleccionar y adaptar métodos de Análisis Costo-Eficiencia (ACE) a las actividades de *valoración* de la propuesta de un Proceso de Cambio al Proceso de Software en su fase inicial.
- Identificar y formalizar factores cuantificables y no cuantificables de evaluación y valoración de los Procesos de Cambio al Proceso de Software.

## 1.5. Contribuciones principales

En términos del cumplimiento de los objetivos y en función de las repuestas a las preguntas de investigación, la tesis contribuye con conocimientos teóricos, metodológicos y prácticos. Las contribuciones principales son:

- **Un aumento en la toma de conciencia de la importancia de los PdC al PdS.** No sólo en los aspectos técnicos sino también en aquellos relacionados con la formalización y valoración de los aspectos organizacionales previos a

cualquier implantación. De allí que se valore como un proyecto, tal como quedó demostrado en la tesis ( Respuesta a la pregunta P1).

- **Un modelo de soporte metodológico.** Incorporando las mejores prácticas y uninstrumental para queun equipo de trabajo se organice al momento de la toma de decisiones, utilizando ACE como alternativa de valoración y evaluación de factores involucrados en los PdC al PdS (Respuesta la pregunta P2 y P3).
- La inclusión y explotación de los enfoques, estrategias y métodos dela investigación cualitativa (Qualitative Research), específicamente, la Teoría Fundamentada (Grounded Theory) y el Análisis de Contenido en los estudios de aspectos organizacionales de las empresas de Software, como lo es el Proceso de Cambio al Proceso de Software.
- La importancia de la relación tripartita **organización-proceso-persona**, que tiene el proceso de desarrollo de software queda en evidencia en los resultados de esta tesis como deuda técnica y social de la Ingeniería de Software.

En conclusión, las contribuciones señaladas son un aporte intelectual por un lado, con el soporte metodológico (naturaleza de la Tesis) y por otro lado, un aporte social con las publicaciones en los medios (de difusión).

## 1.6. Publicaciones

Artículo N°1. **Conformación de la Propuesta de Mejora al Proceso de Software.** Congreso Internacional de Investigación e Innovación en Ingeniería de Software CONISOFT Guadalajara, México Abril 25-27, 2012. Enlace: <http://148.206.49.124/amis/conisoft2012/>.

*El artículo expone los lineamientos metodológicos para el proceso de conformación de la propuesta de Mejora al Proceso de Software.*

Artículo Nº 2. **Definición de los escenarios para proyectos de Mejora al Proceso de Software: Perspectiva organizacional.** XVI Congreso Internacional de Ingeniería de Proyectos, Valencia, España, 11-13 julio, 2012. [http://aeipro.com/index.php/es/repository/congresos/congresos\\_valencia2012/congresos\\_valencia2012\\_09/DEFINICI%C3%93N-DE-LOS-ESCENARIOS-PARA-PROYECTOS-DE-MEJORA-AL-PROCESO-DE-SOFTWARE-PERSPECTIVA-ORGANIZACIONAL.----/](http://aeipro.com/index.php/es/repository/congresos/congresos_valencia2012/congresos_valencia2012_09/DEFINICI%C3%93N-DE-LOS-ESCENARIOS-PARA-PROYECTOS-DE-MEJORA-AL-PROCESO-DE-SOFTWARE-PERSPECTIVA-ORGANIZACIONAL.----/)

*Este artículo revisa y presenta los escenarios y paradigmas organizacionales para implantar la gestión del cambio al Proceso de Software. Al final, propone una estructura como fundamento con especial atención a las PYME de software.*

Artículo Nº 3. **Poster Científico. Change Process: Formalization and Valorization with Cost-Efficiency.**SEPG Europe, 2012.

*El propósito de este artículo es mostrar ante un foro de profesionales de la Ingeniería de Software, proponentes de mejoras a la calidad, la alternativa nuestra de valorar el PdC al PdS desde una perspectiva organizacional, pero introduciendo valoración económica a través del ACE.*

Artículo Nº 4. **El Análisis Costo Eficiencia y su rol en la toma de decisiones en proyectos de Mejora al Proceso de Software.** Newsletter Feb. 2013, PMI Capítulo de Barcelona.

*El artículo presenta el ACE a través de la problemática de las decisiones en PyMEs de software con un ejemplo vinculante de todo el documento para comprender mejor el rol de ACE como herramienta de valorización en proyectos de SPI, sus beneficios y su aplicación.*

## 1.7. Enfoque de investigación

El PdC al PdS es una actividad de las empresas de software que tiene un carácter dinámico, que por su impacto y consecuencias resulta de las prácticas e interacción humana. En un contexto descriptivo y explicativo, la tesis contribuye con una propuesta de formalización y valoración de la propuesta de cambio al Proceso de Software, a través de un soporte metodológico y un modelo empresarial- sin ser transformadora- para una toma de decisión más informada.

Por consiguiente, el enfoque filosófico el cual asumimos en esta tesis es,

El **Pragmatismo** de la corriente de Investigación Cualitativa, bajo la estrategia de la **Teoría Fundamentada** (Denzin & Lincoln, 1994; 2005; 2011; Jacob, 1987; Munhall & Oiler, 1986; Lancy, 1993; Strauss & Corbin, 1990; Morse, 1994; Moustakas, 1994; Miles & Huberman, 1994; SLife and Williams, 1995) y cuyos **métodos** (Creswell, 2013; Birks y Mills, 2011; Richards, 2005) se mezclan durante la recolección de datos, el análisis de los datos, la comunicación de los resultados y su validación interna y externa a través del **análisis de contenido** (Maxwell, 2013; Crotty, 1998) y la interpretación de resultados.

## 1.8. Estructura de la tesis

Para la consecución de los objetivos de esta investigación, esta tesis está conformada por cinco (5) capítulos en los cuales se plantean desde el contexto de la investigación, el marco teórico, los enfoques metodológicos, resultados, hasta las conclusiones. La Figura 1.4 presenta la estructura de la tesis. Los capítulos son los siguientes:

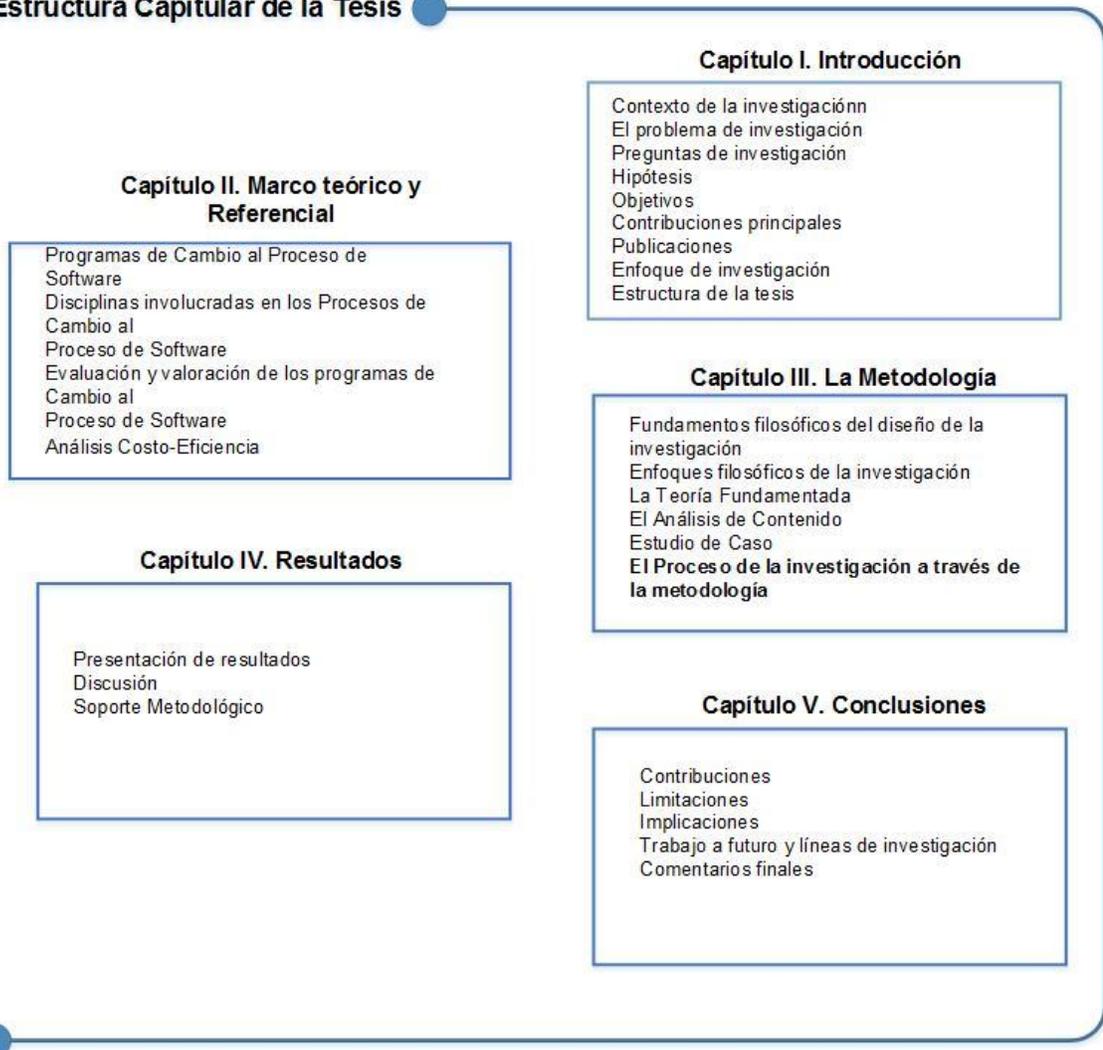
- **Capítulo 1.** Presenta un resumen del contenido de la tesis. Define el contexto y el problema de investigación para expresar las preguntas que debe son planteadas y resumidas con la descripción final del problema. Seguidamente se plantean las

hipótesis, el enfoque de investigación, las principales contribuciones, y las publicaciones como parte de la contribución académica de la tesis.

- **Capítulo 2.** En este capítulo se enmarca la teoría de las disciplinas y ramas de las disciplinas centrales de esta tesis. Se revisan la teoría y los estudios de la Ingeniería de Software, los modelos de mejora al proceso de software. La teoría de gestión y gerencia de proyectos se incluye en la revisión y sus vinculaciones con los PdC. Los elementos financieros y económicos para el análisis y evaluación de los programas de cambio al proceso de software.
- **Capítulo 3.** La introducción de los enfoques metodológicos para el diseño de la investigación y la metodología seguida en esta tesis, son los temas principales de este capítulo. También, los fundamentos de la investigación cualitativa son el marco de trabajo con trazos de la Teoría Fundamentada y el Análisis de Contenido para conformar el proceso de investigación de esta tesis.
- **Capítulo 4.** Se presentan los resultados de la investigación. Primeramente el análisis y discusión, la importancia de estos resultados y como mapean a las preguntas de investigación e hipótesis. La validación se presenta con alternativas de estudio de caso de la industria y con la valoración de los resultados tanto en la comunidad académica como profesional. Finalmente, el Soporte metodológico propuesto para el quehacer académico de la comunidad de investigación en Ingeniería de Software y ciencias afines.
- **Capítulo 5.** Se presentan las contribuciones de la tesis en los diferentes ámbitos, las limitaciones de la tesis y de los resultados, implicaciones, futuras líneas de investigación y comentarios finales.

La Estructura capitular de la Tesis se muestra en la Figura 1.4

**Estructura Capítular de la Tesis**



**Figura 1.4. Estructura capítular de la tesis.**

## **CAPÍTULO II. MARCO TEÓRICO Y REFERENCIAL**

## 2.1. Introducción

La búsqueda de la calidad del software es el objetivo principal en la realización de mejoras al proceso de desarrollo del producto software, no obstante, el potencial de las empresas de software no se dirige esencialmente a la mejora para satisfacer las demandas de calidad.

El contenido de este capítulo se desarrolla con base a dos temas principales: el marco teórico y el marco referencial. El marco teórico tiene que ver con los elementos y enfoques teóricos que sustentan la investigación así como también, los conceptos de los diferentes enfoques y disciplinas involucradas. Mientras que el marco referencial describe el conocimiento previo de estudios realizados y relacionados con esta investigación.

Por la importancia que conlleva un proceso de cambio en el Proceso de Software en las empresas cuya actividad principal es producir software, los siguientes apartados revisan los temas que conciernen a este tipo de proyecto. En primer lugar, presentamos un caso práctico de la industria, quizás común, quizás no.

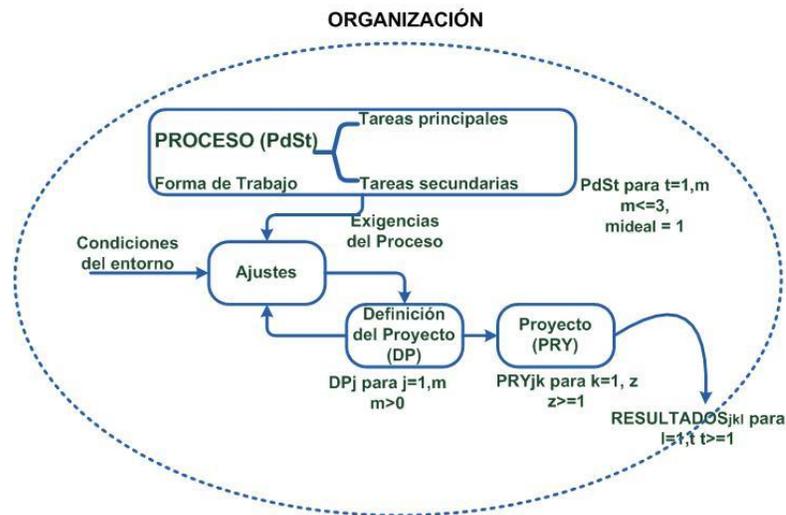
## 2.2. Programas de Cambio al Proceso de Software.

Las organizaciones de software necesitan y utilizan un Proceso de Software. Un Proceso de Software (**PdSt**) es una forma de trabajo para producir resultados (**Rjkl**). Este proceso lo define un conjunto de tareas formado por tareas principales y tareas secundarias. Las tareas principales son de orden obligatorio en las que es necesario llevar a cabo una serie de actividades que dan término y cumplimiento a los requerimientos. Son ellas las que garantizan la satisfacción y calidad de los resultados. Las tareas secundarias derivadas de exigencias menores, constituyen elementos negociables para los interesados (Green et. al., 2009).

Las empresas dedicadas a la industria del software mantienen revisiones de su proceso por la presión de diversos factores(Humphrey, 2001; Bru et. al., 2009):

- Exigencias propias del proceso y/o,
- Condiciones del entorno

Estas revisiones, llamadas **Ajustes**, se transfieren a la Definición del Proyecto (**DPj**) tantas veces sea necesario para gestionar el plan de cada proyecto (**PRYjk**) produciendo los resultados (**Rjkl**) que pueden considerarse productos del proceso. La Figura 2.1 muestra el esquema que describe el concepto de Proceso de Software como Proceso de Cambio en las organizaciones de software y sus componentes.

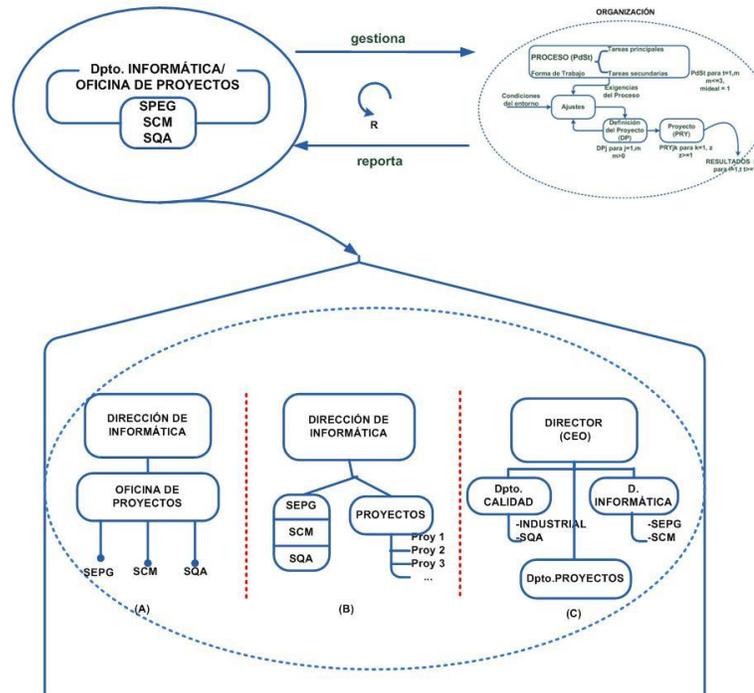


**Figura 2.1. Concepto de Proceso de Software como Proceso de Cambio en la Organización de Software**

Para muchas empresas el software es su principal activo. En el pasado, las inversiones se han inclinado hacia el desarrollo de aplicaciones y productos. Actualmente, esas empresas implantan programas de cambios de sus procesos de ingeniería del desarrollo de software para mantenerse competitivas (Aaen et. al., 2001; Bru et. al., 2009; García-Mirelis, et.al., 2015). Algunas organizaciones optan por realizar esta mejora a través de productos específicos, sin embargo, prevalece el enfoque de que la mejora al proceso de software considere la gestión del cambio en el ambiente de negocios específico y con los interesados (Pino, García & Piattini, 2008).

En las empresas de software, la gestión del cambio al Proceso de Software se ha realizado mediante la Dirección de Informática y/o Oficina de Proyectos a través de diferentes estructuras organizacionales. Los enfoques que prevalecen son los dirigidos desde el Proceso de Negocios (Berrocal, García & Murillo, 2007), tomando en cuenta la

Dirección de Informática como oficina principal de gestión. Las organizaciones de software han sostenido una estructura de trabajo en la cual intervienen SEPG<sup>6</sup>, SCM<sup>7</sup>, SQA<sup>8</sup> para realizar revisiones y ajustes al Proceso de Software (Ver Figura 2.2).



Software Engineering Process Group (SEPG);Software Configuration Management(SCM); Software Quality Assurance(SQA)

**Figura 2.2. Estructura para la Gestión del Cambio al Proceso de Software.**

En la gestión y revisión del Proceso de Software, la creación de la *Oficina de Proyectos* (OPM3, 2013; Englund & Bucero, 2006), se presenta como una oportunidad para que distintos equipos de la organización (SEPG, SCM, SQA, Calidad) trabajen en forma colaborativa mediante estructuras organizacionales diversas. Esta forma de trabajo

<sup>6</sup>Humphrey W. (2001). Justifying a Process Improvement. Disponible en: [http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/news-at-sei/wattsmar00.cfm]. Consultado el [10 de diciembre de 2010].

<sup>7</sup>Eaton D. (2002). Configuration Management Frequently Asked Questions. Disponible en: [http://www.daveeaton.com/scm/CMFAQ.html]. Consultado el: [21 de agosto de 2011].

<sup>8</sup> Software Quality Assurance (2005). Software Quality Assurance Definition. Disponible en: [http://www.spa.nasa.gov/office/codeq/software/umbrella.defs.htm]. Consultado el: [21 de agosto de 2011].

contribuye a la conformación, evaluación y valoración de la propuesta de cambios al Proceso de Software.

La conformación es la fase que establece los elementos que serán parte de una propuesta de cambio al proceso de software. La evaluación se realiza por los medios financieros, y la valoración tiene una connotación económica con medición de impacto sobre los interesados. De allí la relevancia de contar con un programa de mejora al Proceso de software.

### **2.2.1. Importancia de un programa de Mejora al Proceso de Software (SPI) como Proceso de Cambio (PdC)**

Se ha reconocido que una estrategia efectiva para ser competitivo en el mercado, es revisar continuamente el proceso de desarrollo de software (Tukkiainen, Saastamonein, 2004; Peixoto et.al., 2010). A esta estrategia se le conoce como Mejora al Proceso de Software. Desde la perspectiva de la Ingeniería del Software, la Mejora al Proceso de Software (SPI, Software Process Improvement) se fundamenta en un conjunto de teorías, prácticas, métodos, técnicas y herramientas para facilitar la producción de software, definir el procedimiento para desarrollarlo y así, mejorarlo continuamente.

La definición de Mejora al Proceso de Software posee tres aspectos importantes (ISO 2010; Zarahn, 1998):

- La *mejora*, implica hacer los cambios suficientes para obtener los resultados deseados. Estos cambios no necesariamente se gestionan de forma organizada y de acuerdo al objetivo.
- El *proceso*, es el conjunto de actividades formales para la consecución de un producto o servicio. El proceso debe considerar tres aspectos: La *definición* de sus actividades y procedimientos, la *administración* y la *transferencia* del conocimiento a los ejecutores.
- El *software* es el resultado o producto, generalmente entregado a los interesados como un sistema de información que satisface ciertos requisitos establecidos previamente.

El propósito de la Mejora al Proceso de Software es indagar cuáles procesos, procedimientos, herramientas, técnicas o cualquier otro artefacto, están causando problemas y ese conocimiento utilizarlo para:

- Disminuir la variación de lo establecido respecto a lo obtenido,
- Prescindir de los elementos que no proporcionan valor al proyecto y por lo tanto a la empresa y,
- Buscar la mayor satisfacción del cliente.

Desde la perspectiva del propósito, los programas de Mejoras al Proceso de Software son iniciados ya sea porque se han encontrado problemas con el desarrollo de software o, porque se necesita un cambio en la forma de hacerlo por presiones del mercado (Layman, 2008; Thayer et.al., 2005).

Para obtener los beneficios de un programa de SPI, es necesario que se consideren los objetivos del negocio (Ebert, et.al., 2005), las metas alineadas a la estrategia de la organización (Basili et.al., 2007), bajo un enfoque armonizado con los estándares de calidad (Baldassarre et.al., 2010), sin soslayar el previsible seguimiento a través de un proceso gestionado con la correspondiente evaluación previa a su inversión.

Los ambientes que favorecen la iniciativa de un programa de cambios al Proceso de Software, son aquellos en los que la administración del cambio es inherente a la cultura de la organización. No obstante, hace falta plantear la implementación con la relevancia de un proceso de esta naturaleza, conociendo los elementos principales que lo conforman: la evaluación de los modelos SPI, la definición y la puesta en ejecución(Niazi, 2009).

También Frazer (2010) asegura que un programa de Cambio al Proceso de Software será exitoso, si este es una prioridad estratégica para la empresa, ya que:

- El cambio al Proceso de Software casi siempre es una inversión a largo plazo.
- Hay un desfase entre la inversión en el cambio y darse cuenta de la rentabilidad de esa inversión.
- Con frecuencia el cambio es difícil e incómodo.
- En los negocios los cambios de liderazgo son frecuentes.

Por otro lado, el estudio de Dybå (2005) desarrolla una investigación de los factores claves para el éxito de un programa de cambios, en el cual incluye variables independientes ligadas a la organización (orientación del negocio, participación de los interesados, liderazgo, explotación del conocimiento, exploración de nuevos conocimientos). No obstante, el estudio no considera las razones que impulsan a llevar a cabo un programa de mejora y la valoración e importancia para la organización.

Desde la perspectiva de la organización, los programas de cambios al Proceso de Software son impulsados por razones específicas (Barney et al., 2012; Bjørnson, 2007; Ebert et al., 2005; Solingen, 2004; Haugh, Olsen & Bergman, 2001):

**a. Aumentar expectativas de calidad**

En las organizaciones dedicadas a la producción de software, el tema de la calidad se gestiona. Para llevar a cabo la gestión de la calidad, se utilizan los estándares internacionales y también los modelos propios trabajados por la industria del software. Los modelos de la industria se han producido en función de los procesos de generación de software y de los conocimientos aportados por los estándares (Lee, Shiue, Chen, 2016; Bjørnson, 2007).

**b. Mejorar oportunidades estratégicas diferenciadoras**

Muchas organizaciones utilizan los estándares internacionales como estrategia de marketing o por exigencias de los clientes como certificaciones de garantía de la calidad. Los sondeos efectuados en organizaciones de software reflejan un creciente interés por poseer “niveles” de certificación de modelos específicos o estandarizados de la industria (Solingén, 2004).

**c. Facilitar detección de áreas por mejorar**

La detección de áreas para el mejoramiento, es una actividad rutinaria de las empresas que han tenido experiencias con programas de cambios al Proceso de Software en el pasado. Para facilitar la detección de áreas que requieren mejoras, las organizaciones se apoyan en el proceso de medición. La obtención de métricas tiene su base en las facilidades de medición, las tecnologías utilizadas en los procesos y la cultura organizacional (Haugh, Olsen & Bergman, 2001).

**d. Medir la productividad y desempeño en la organización.**

Los cambios producidos por el SPI deben reflejarse a lo largo de toda la organización. La productividad y el rendimiento son afectados a nivel individual y departamental, en consecuencia, impactan en la productividad y el rendimiento organizacional, los cuales pueden ser medidos en cifras (Ebert et.al, 2005).

Para iniciar un programa de cambios al Proceso de Software algunas investigaciones incluyen justificaciones tales como mejorar la calidad, reducir costos, riesgos y tiempo, mejorar la relación con los clientes y por requerimientos de la industria (Berntsson S. et.al., 2006).

La Tabla 2.1 muestra una referencia de lo planteado en párrafos anteriores, con los hallazgos del estudio empírico de Niazi, Wilson & Zowghi (2006) de la cual se obtienen razones suficientes para iniciar un programa de cambios al Proceso de Software.

En suma, la mejora al Proceso de Software debe definirse en términos del objetivo de negocio y manejarse del mismo modo. En el mejor de los casos tanto a niveles gerenciales superiores y de operaciones, la gestión por los Cambios al Proceso de Software coincide con la planificación de la Gerencia de Información y de Tecnología, es decir, a los objetivos de la empresa (Lowe, 2012).

Resumen de diversas fuentes	Según Niazi, Wilson y Zowghi (2006).
e. Aumentar las expectativas de calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Mejorar la calidad del software desarrollado</li> <li>• Reducir el mantenimiento</li> <li>• Reducir los riesgos</li> </ul>
f. Mejorar oportunidades estratégicas diferenciadoras	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el tiempo de salida al mercado</li> <li>• Reunir la calificación del suplidor o vendedor</li> <li>• Para propósitos de mercadeo y de relaciones públicas</li> <li>• Suplir requerimientos de la industria</li> <li>• Mejorar la visibilidad de la gestión</li> </ul>
g. Facilitar detección de áreas por mejorar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Automatizar la producción de documentación relevante de desarrollo</li> <li>• Optimizar procesos y procedimientos</li> <li>• Traer disciplina a la compañía</li> </ul>
h. Medir productividad y desempeño en la organización	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reducir el costo del desarrollo de software</li> <li>• Incrementar la productividad</li> <li>• Acortar los tiempos del ciclo del desarrollo del software</li> </ul>
i. Políticas empresariales	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Deseos de cambiar</li> <li>• Por directivas de la Gerencia</li> </ul>

**Tabla 2.1 Razones para iniciar un programa de cambios al Proceso de Software.**

Para llevar a cabo el plan de mejora, es necesario realizar la revisión de los diferentes modelos que ofrecen la comunidad científica y la industria. En el siguiente apartado se desarrolla la evolución de los diferentes modelos de Mejora al proceso de Software y su uso en las diferentes organizaciones.

### **2.2.2. Modelos de Mejora al Proceso de Software**

Durante varias décadas ha habido una considerable cantidad de estudios que intentan cerrar la brecha entre la calidad deseada y la calidad que resulta del producto software. De esta actividad de investigación han surgido los mejores modelos de desarrollo de

software para hacer frente a las necesidades de la industria de software. El objetivo de estos modelos es contribuir a resolver el problema de calidad del desarrollo de software.

La industria del software evoluciona, la necesidad de nuevos modelos y la actualización de los modelos disponibles ha sido la alternativa para solucionar el problema del software desde la aparición del proceso para desarrollar software. No obstante, esta dinámica no ha solventado el problema de la entrega del producto fuera del presupuesto y de tiempo, sin mencionar el sacrificio de la calidad deseada.

La mejora al proceso de software es considerado como el primer enfoque para mejorar la calidad, confiabilidad y flexibilidad del producto software y obtener satisfacción de los usuarios en todos niveles de la empresa.(Mathiassen, et.al., 2005; Lee, Shiue &Chen, 2016). Algunos modelos de mejora de la calidad, han sido pilares de los actuales procesos de cambios al proceso de software.

Los modelos de procesos para la mejora al proceso de software se fundamentan en tres corrientes claramente definidas en la literatura:

- La mejora a través de la estandarización,
- a través de modelos propios con base a modelos pioneros de mejora de la calidad y,
- desarrollo de modelos regionales para comunidades de producción y adquisición de software.

**La mejora a través de la estandarización** se lleva a cabo a través de lo que ofrece la industria. Los ejemplos más conocidos de estos estándares son los que en su momento se utilizaron con gran éxito tales como: CMM (Capability Maturity Model (Humphrey, 1989; Paulk, 1993; Paulk, 1995; CMMI Institute, 2015), la familia de estándares ISO 9000 (Braa, 1994; Hoyle, 2001; ISO, 2015), y la Mejora de Proceso de Software y Determinación de la Capacidad o SPICE (SPICE, 2007; Hwang S., 2009).

Para ISO la norma ISO/IEC-29110, constituye una serie de documentos técnicos que se ha desarrollado para las medianas y pequeñas empresas. Como otras normas ISO, se aplica a mejorar la calidad del producto y a mejorar el desempeño de la empresa. Consta de cinco (5) partes dirigidas a consultores, desarrolladores, normalizadores, evaluadores y para empresas.

**La mejora al proceso de software a través de modelos de mejora de la calidad**, se fundamenta en modelos clásicos como PDCA(Plan-Do-Check-Act) que se inicia con una evaluación de la situación actual de la organización, establece un plan, se llevan a cabo las mejoras y se miden los resultados. Este proceso se realiza de forma iterativa hasta alcanzar el objetivo deseado.

Cuando se adopta un modelo específico, la forma de trabajo cambia, se entrena personal y el tiempo dedicado a darle seguimiento supone un gran esfuerzo por parte de la organización. El modelo PDCA se convirtió posteriormente en la ISO 9001 y su uso ha sido ampliado a otros sectores de negocios.<sup>9</sup> De igual forma los modelos QFD (Quality Function Deployment), QIP(Quality Improvement Paradigm) y TQM(Total Quality Management), han sido pilares teóricos de los modelos de programas de cambio al Proceso de Software que investigadores y profesionales han creado a fin de obtener procesos robustos con las mejores prácticas de la comunidad científica, experimental e industrial (Müller, Mathiassen & Baishoj, 2010).

En otro aspecto, el modelo de la industria SIX-SIGMA, como método de medición, apoya la búsqueda de las causas de las variaciones y bajo rendimiento de los procesos de mejora, mediante un conjunto de pasos que definen, miden, analizan, mejoran y controlan(DIMAC) las actividades del proceso.<sup>10</sup>

En la década de los años 90, el Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon lanzó IDEAL (Initiating, Diagnosing, Establishing, Actioning y Leveraging) el cual provee un ciclo continuo a través de los pasos necesarios para implantar un SPI. El modelo IDEAL, considera de igual importancia la infraestructura

---

<sup>9</sup>Averson P (2009). The Deming Cycle. Recuperado de [ <http://balancedscorecard.org/?TabId=112>] el [23 de agosto de 2012].

<sup>10</sup> En el anexo 2 se describen los modelos mencionados y otros que han intervenido en la configuración de los modelos de Mejora al Proceso de software.

para la implementación que el papel de la gente en el éxito o falla de una iniciativa de Mejora al Proceso de Software (McFeeley, McKeehan & Temple, 1996; Hurtado, et.al., 2009).

Una gran cantidad de metodologías han sido combinadas y adaptadas para la mejora al proceso, a pesar de su rol competitivo en la industria (Card, 2004; Rong, 2014). Sus bases técnicas son muy similares, no obstante, haría falta indagar más en la eficiencia y efectividad en la mejora al proceso (Siviy, Penn & Harper, 2005). En este sentido la corriente de los modelos ágiles ha incursionado en la industria del software y se sirve de métodos fortalecidos por LEAN, SCRUM y PRINCE2, que existían, retomando el ciclo de vida rápido para producir resultados parciales de forma temprana (Hurtado, et.al., 2009; Agile, 2015).

**Desarrollo de modelos regionales para comunidades de producción y adquisición de software**, producto de algunos sectores de Investigación y Desarrollo (I+D) y de la industria, que han optado por reproducir modelos genéricos para distintos ambientes organizacionales y regionales, rompiendo el paradigma de estandarización propuesto por los organismos internacionales.

En el sector académico-investigación-profesional, los estudios que sobresalen son aquellos que particularizan soluciones regionales. El modelo para la mejora y evaluación de los procesos de desarrollo y mantenimiento de sistemas y productos de software denominado (MoProSoft), fue desarrollado por la Asociación Mexicana para la Calidad en Ingeniería de Software a través de la Facultad de Ciencias de la Universidad Nacional Autónoma de México (UNAM).

El modelo MoProSoft considera que los modelos de evaluación y mejora CMMI e ISO/IEC -15504(SPICE) no resultan apropiados para empresas pequeñas y medianas de desarrollo y mantenimiento de software por sus implicaciones de los recursos financieros humanos y de tiempo requeridos para su implementación. El modelo MoProSoft se ha desarrollado sobre las áreas de procesos de los niveles 2 y 3 del modelo SW-CMM e inspirándose en el marco de ISO/IEC 15504 (Oktaba & Vásquez, 2008).

Otros países imitaron la iniciativa de México al ubicar modelos propios para mejorar los procesos existentes de desarrollo de software. Tal es el caso de Brasil con el modelo SPI.BRAZIL, cuyo objetivo principal es:

“...desarrollar y difundir un modelo de proceso de software con el objetivo de mejorar los procesos de software de las organizaciones de Brasil en un período y costo razonables.” (Oliveira & Rocha, 2010).

En el trabajo realizado por los investigadores en el ambiente brasileño, tanto el modelo de referencia y el método de evaluación, se definieron bajo las normas internacionales ISO/IEC 12207 y sus modificaciones ISO/IEC 15504 por la compatibilidad con el modelo de madurez CMMI del SEI y sus respectivas actualizaciones para las PyMEs.

Los trabajos de un grupo de investigadores iberoamericanos hicieron su aporte con planteamientos científicos que se ajustarían a las PyMEs, clasificación a la que pertenecen una gran cantidad de organizaciones de producción de software, por considerarlo oportuno debido a las restricciones de presupuesto de esta categoría de empresas. Estos trabajos fueron recopilados por Oktaba & Piattini (2008).

Entre los estudios resalta una estrategia para América Latina, como respuesta la necesidad de la industria del software en esa región. El proyecto COMPETISOFT, se presenta como un marco referencial de trabajo para la mejora y certificación del proceso de software, el cual permitirá ser más competitivo en el mercado global (Pino et. al., 2008) <sup>11</sup>.

La puesta en marcha de un modelo de cambios al Proceso de Software conlleva ajustes organizacionales. Sin embargo, muchas organizaciones no estarían dispuestas a pagar el costo que ello implica ni a realizar los cambios necesarios para su implantación (Ríos Briones, 2010) y a menudo se enfrentan con expectativas no cumplidas a pesar de los beneficios obtenidos. (Ver Tabla 2.2).

---

<sup>11</sup>El Anexo 3 presenta un resumen de estos y otros modelos particulares, la mayoría de ellos basados en normas internacionales.

<b>Beneficio</b>	<b>Descripción</b>
Satisfacción del cliente	El concepto de satisfacción del cliente ha sido estudiado desde la perspectiva de valor añadido y son pocos los estudios de cuantificación (Ebert, 2005).
Mejorar la productividad	Del recurso humano desde la perspectiva de procesos (Oliver, Barrick & Janicki, 2009).
Reducción de la tasa de defectos	En el producto software con el nuevo y mejorado proceso de desarrollo (Butter ,2000).
Reducción de los costos de mantenimiento	La reducción de los costos de mantenimiento se enfoca al proyecto en cuestión y a futuros proyectos con el nuevo proceso mejorado (Butter, 2000).
Añadir valor a los procesos	La implementación de un programa de cambio se realiza cuando la alta gerencia ve el valor que añade al negocio el nuevo proceso (Butter, 2000).
Mejorar la calidad del producto	Mejorando el proceso se mejora el producto (Humphrey, 1989).

**Tabla 2.2. Beneficios de la implementación de programas PdC al PdS.**

Desde una perspectiva amplia, los procesos de cambio al Proceso de Software deben ubicarse en un escenario común con la participación de las disciplinas involucradas en los procesos organizacionales, técnicos y funcionales.

### **2.2.3. Revisión de los estudios de Mejora al Proceso de Software**

Los esfuerzos por mejorar el proceso de desarrollo de software son demostrados por la existencia de propuestas científicas y experimentales de la industria de software. Una gran cantidad de trabajos publicados, registran el enfoque de realizar cambios al Proceso de Software como alternativa para lograr los objetivos estratégicos de la organización de software, en el marco de trabajo de estándares de la industria (Damian et.al., 2002; Niazi, Wilson & Zowghi, 2003; Kraft, 2008).

Los estudios en SPI han evolucionado a partir de los trabajos de Humphrey (1989: 2001: 2002) en los que presentó la definición y los enfoques metodológicos. Otros estudios han elaborado un amplio cuerpo de conocimientos que incluye modelos,

marcos de trabajo y una gran cantidad de experiencias documentadas en la literatura (McFeeley, McKeehan & Temple 1995; Lehman, 2001).

La Mejora al Proceso de Software como proceso de cambio, ha pasado por revisiones de autores como Glass, (1999) que promueven la calidad en la Ingeniería de Software, desde un enfoque puramente técnico de la producción de software. En la mayoría de los programas de cambios al Proceso de Software, el enfoque al producto se basa en la premisa de Humphrey (1989):

“La calidad en un sistema de software está regida por la calidad de los procesos utilizados para desarrollarlo y mantenerlo”.

Es decir, la calidad del proceso condiciona la calidad del producto según Printzell & Conradi (2002).

Los estudios recientes muestran que el proceso de mejora al proceso de software involucra la cultura organizacional (Lee, Shiue & Chen, 2016), una parte científica con base a teorías, modelos y técnicas (Hall & Rapanotti, 2015; Mesh, 2015) elementos que representan evidencias de que el Proceso de cambio es complejo en su forma y relativo, es decir condicionado en su propuesta.

Para desarrollar un programa de Mejora al Proceso de Software, existen dos alternativas claramente definidas en la literatura:

- a) Basado en las estandarizaciones desarrolladas principalmente por tres instituciones: Instituto de Ingeniería de Software (SEI, Software Engineering Institute), la Organización Internacional de Estandarización (ISO, International Organization Standardization), y el Instituto Europeo de Software (ESI, European Software Institute).
- b) De acuerdo a la clasificación de las disertaciones de científicos efectuada por Hansen, Rose, & Tjørnehøj, (2004), la cual establece que hay contribuciones con tres tipos de enfoques: prescriptivo, descriptivo o reflexivo.

En el desarrollo de un programa de cambios **basado en los estándares**, resulta conocido el Modelo de Madurez de las Capacidades (CMM, Capability Maturity Model)

y sus variantes propuestos por Humphrey, (2001), comparada en una taxonomía por Printzell & Conradi (2002) de la Universidad de Ciencia y Tecnología de Noruega, defendida en trabajos de cortes empíricos por Niazi, Wilson & Zowghi (2006), y en la recopilación de aplicaciones realizada por Oktaba & Piattini (2008).

Para Oktaba & Piattini (2008) no todos los estándares se ajustan a las organizaciones clasificadas como Pequeñas y Medianas Empresas y dedicadas al negocio de la producción de software. Algunos investigadores arguyen que los procesos en organizaciones tipo PyMEs, no deben ser tan rígidos (Printzell & Conradi, 2002) de manera que le resten flexibilidad a estos ambientes sujetos a cambios frecuentes (Calvo-Manzano et.al., 2002; Khokhar, Zeshan, & Aamir, 2010).

El Instituto de Ingeniería de Software de la Universidad Carnegie Mellon (SEI, Software Engineering Institute), ha impulsado la adaptación del estándar Modelo de Integración de las Capacidades de Madurez (CMMI, Capability Maturity Model Integration) a las PyMEs en un proyecto llamado Proceso de Mejora en la Configuración de Pequeñas Empresas (IPSS, Improving Process in Small Settings) (García, Graenttinger y Kost, 2005).

En la Organización Internacional para la Estandarización, la familia ISO 9000 para la calidad, recientemente en alianza con IEC la norma ISO/IEC 29110, son parte de las propuestas de la industria a la Mejora del Proceso de Software; El ESI propone el modelo SPI y la Determinación de sus Capacidades (SPICE, Software Process Improvement and Capability dEtermination). Otras líneas del SEI son el Proceso Personal del Software (PSP, Personal Software Process) y el Equipo del Proceso de Software (TSP, Team Software Process).

El estándar ISO/IEC 25000<sup>12</sup>, ha actualizado algunas particularidades del ciclo de vida del Proceso de Software a fin de mejorarlo para obtener calidad. En particular, este estándar establece relación con normas previas (ISO, 9126; ISO, 14598) y consolida las características de ambas normas en la llamada SQuaRE (System and software

---

<sup>12</sup> ISO/IEC 25000:2014 - Systems and Software Engineering -- Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) -- Guide to SQuaRE. Obtenido de: [http://www.iso.org/iso/rss.xml?csnumber=64764&rss=detail]. el:[13 de julio de 2015]

Quality Requirements and Evaluation) para la mejora y búsqueda de la calidad en el producto software (ISO, 2014).

Una nueva tecnología ha sido introducida por el SEI, a través de su producto CMMI<sup>13</sup> llamada Método de Mejora Acelerado CMMI. A través de este método se obtienen mejoras de rendimiento cuantificables que añaden valor empresarial. En este modelo se combina productos de línea SEI como el TSP y el SIX-SIGMA como estrategia para la medición.

Muchos de estos estándares se constituyen en modelos a seguir, otros conducen la mejora y algunos de ellos se utilizan para evaluar los procesos (Pino, García & Piattini, 2007). Algunos de estos estándares tienden a ser estáticos cuya meta es la certificación, mientras que otros inducen a que sea el inicio de un proceso continuo de las buenas prácticas en observación constante y cíclica<sup>14</sup>.

En la **clasificación de las disertaciones científicas** de Hansen, Rose & Thornnhoj (2004) el enfoque *prescriptivo*, se refiere a informar a los profesionales cómo deben llevar a cabo las iniciativas de cambios a Procesos de Software y a las soluciones sugeridas no se les aplica validación. Si se tratara del enfoque *descriptivo*, se describiría una implementación detallada del método o de la tecnología en la práctica, y en el enfoque *reflexivo*, se contrastarían los resultados de la práctica con la teoría académica.

Otras clasificaciones con aportes científicos relevantes las realizan (Aaenet.al., 2001) con la creación de un Mapa Conceptual de modelos de cambios (SPI) al Proceso de Software; también la revisión de artículos enfocados en las pequeñas organizaciones hacia la búsqueda y clasificación de los Factores Críticos de Éxito<sup>15</sup> y las Barreras Críticas en la implementación de SPI y más reciente, el análisis mediante las metáforas organizacionales de SPI como cambio organizacional. La Tabla 2.3 resume estas últimas clasificaciones y su contribución.

---

<sup>13</sup>CMMI marca SEI, pasó a ser parte del CMMI Institute: [cmmiinstitute.com](http://cmmiinstitute.com)

<sup>14</sup>En el Anexo 2 se describen algunos de estos estándares y modelos utilizados para mejorar la manera de producir software.

<sup>15</sup> El Anexo 3 contiene una recopilación de Factores Críticos de Éxito en la implementación de PdS al PS.

<b>Aportes</b>	<b>Contribución</b>	<b>Autores</b>
Clasificación de disertaciones científicas	Describe los enfoques prescriptivo, descriptivo y reflexivo a fin de informar cómo deben llevarse los programas de cambios a Procesos de Software.	Hansen, Rose & Thornhoj, 2004.
Mapa Conceptual de cambios al Proceso de Software (SPI).	Contempla principios de gestión, enfoque y perspectiva.	Aaen et.al., 2001.
Factores Críticos de éxito y las barreras en la implementación de cambios al Proceso de Software (SPI).	Revisión enfocada en organizaciones pequeñas, las categorías de los factores y las barreras críticas que afectan la implementación de SPI	Khokhar, Zeshan & Aamir, 2010.
Análisis metafórico de la literatura de SPI como cambio organizacional.	Con énfasis en el cambio organizacional y en las dimensiones de orientación del conocimiento, nivel teórico, audiencia, origen geográfico y nivel de la publicación.	Müller, Mathiassen, & Balshøj, 2010.

**Tabla 2.3. Clasificación de aportes científicos de estudios en programas de cambios al Proceso de Software.**

### **2.3. Disciplinas involucradas en los Procesos de Cambio al Proceso de Software**

Con base en los estudios efectuados, el Proceso de Software es sometido continuamente a un proceso de cambio (Pressman, 2010; Kerzner, 2006; Farbey & Finkelstein, 2003; Humphrey, 2001; Fenton & Pfleeger, 1997). Un Proceso de Cambio se da cuando a partir de una condición inicial, el proceso pasa de un estado  $PdS_t$  a un estado de  $PdS_{t+1}$ . A esta evolución del proceso se le conoce como *Mejora* en la

Ingeniería del Software. La Figura 2.3, muestra la gráfica de los cambios de estado del proceso de software a través del tiempo.

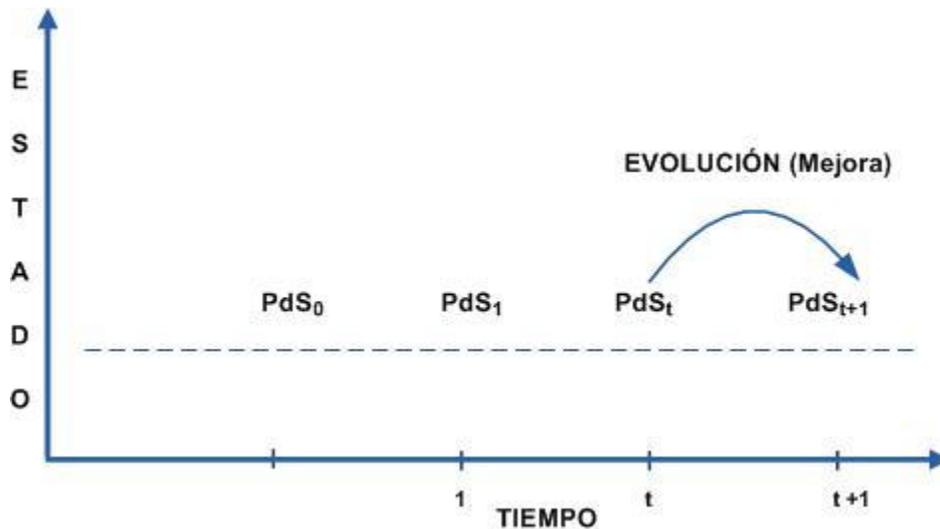


Figura 2.3. Cambios de estado del Proceso de Software.

El Proceso de Software evoluciona a través del tiempo por medio de una *mejora*. De acuerdo a la Ingeniería del Software se establece que hay tres fases posibles (F1, F2, F3) para llevar a cabo un Proceso de Cambio (PdC) al proceso de producción de software (PdS). Existen estudios formales desde la perspectiva económica, financiera y técnica reflejadas en las fases definidas (Rico, 2005; Denne & Cleland-Huang, 2004; Dybå, Dingsøyr & Moe, 2004). Esta evolución que considera las fases a través del tiempo, se muestra en la Figura 2.4.

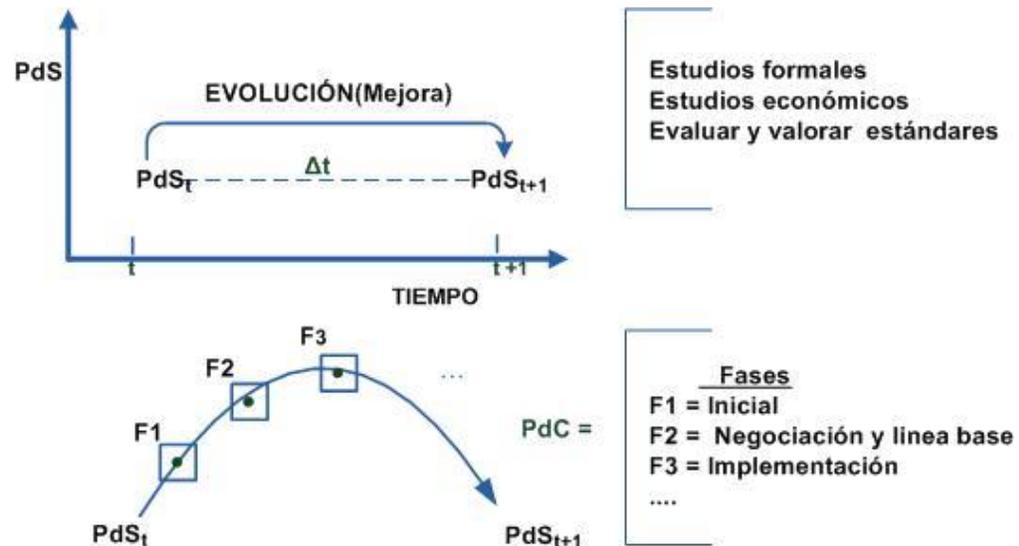


Figura 2.4. Programa de Cambio al Proceso de Software a través de Fases.

En cada una de las fases del Proceso de Cambio al Proceso de Software intervienen otras disciplinas y conocimientos en su formalización, valoración y evaluación, de tal manera, que sus fundamentos teóricos y prácticos constituyen un factor positivo para alcanzar el éxito. En sentido teórico y práctico revisamos en esta tesis, las principales fuentes disciplinares intervinientes en el PdS al momento de iniciar una mejora.

### 2.3.1. La Ingeniería de Software y los Procesos de Cambio al Proceso de Software

La investigación en el campo de la Ingeniería de Software ha creado interés en la comunidad científica. La creciente complejidad del producto software aunado a los problemas de sobrecostos y retrasos en la entrega, siguen siendo estudiados para mitigar el impacto en el propio software y sus usos (Mesh , 2015). De igual forma, se realizan esfuerzos por consolidar a la Ingeniería de Software como una disciplina con teorías y métodos como otras ingenierías (Jacobson et.al., 2014).

Las actividades de Ingeniería de Software incluyen la gestión, estimación, planificación, modelado, análisis, especificación, diseño, implementación, prueba, y mantenimiento. Como otras ingenierías posee disciplinas asociadas a sus procesos, actividades y fases. A su vez, la Ingeniería de Software se describe como la rama de la Ingeniería de

Sistemas interesada en el desarrollo de software de grandes y complejos sistemas(Rajlich V., 2012; Finkelstein & Kramer, 2000). La Ingeniería de Software tiene que ver con los procesos, métodos y herramientas para el desarrollo desistemas intensivos de software de una manera económica y oportuna.

Para Philippe Kruchten (2001) la Ingeniería del Software difiere de forma estructural a la Ingeniería Mecánica o Eléctrica y debido a la naturaleza "light", pero poco fácil de entender del software. Para ellos sugiere cuatro características principales que la diferencian:

- La ausencia de fundamentos teóricos y teorías, al menos de aplicación práctica que hace difícil razonar acerca de software sin la construcción de ésta.
- La facilidad de cambio alienta cambios en el software, pero es difícil predecir el impacto.
- La rápida evolución de la tecnología no permite una evaluación adecuada, y dificulta el mantenimiento y la evolución de los sistemas heredados.
- Los bajos costos de fabricación combinada con la facilidad de cambio han llevado al software a una industria bastante compleja.

El término "Ingeniería de Software" surgió durante las Jornadas de Ingeniería del Software (Naur, 1969). Incluso antes de la conferencia, en los días de las tarjetas de perforación, el desarrollo de software se consideraba problemático, y había una tendencia a entregar los sistemas comerciales y gubernamentales en tiempos posteriores al acordado. El término Ingeniería de Software fue elegido deliberadamente para la conferencia con el fin de realizar una convocatoria de discusión (Rajlich, 2012).

Con las tendencias negativas advertidas, igualmente se consideró que era necesaria la nueva disciplina de la Ingeniería de software para que el desarrollo de software se llevara a cabo con el rigor y la disciplina asociada a otras ramas de la ingeniería. Sin embargo, quedó establecido por muchos investigadores y expertos que la Ingeniería de Software es una profesión en continuo estado de crisis, debido a que repetidamente, el

software no funciona correctamente, se entrega con retrasos significativos, alterando de manera particular el costo establecido (Edwards, 2003).

Posteriormente, surgen los Cuerpos de Conocimiento en los diferentes organismos preocupados por la crisis de la Ingeniería del Software (SWEBOK, 1998: 2004; OMG, 2000; ACM, 1997; SPI, 1997: 2001: 2014) y que a su vez propiciaron el surgimiento de nuevas y buenas prácticas en el quehacer de la Ingeniería del Software.

Un grupo de investigadores representados por Ibar Jacobson, atendiendo al llamado de la OMG (Object Management Group), replanteó la Ingeniería de Software a través de SEMAT<sup>16</sup>, mediante una propuesta ESSENCE (Jacobson et.al., 2009) la cual debía ser avalada por la propia OMG. Inmediatamente, un grupo de la UNAM en México, KUALI BEH (Oktaba et.al., 2011) presenta una sencilla y versátil propuesta de refundar los parámetros de las buenas y nuevas prácticas de la Ingeniería de Software. Ambas propuestas dieron las bases para el núcleo ESSENCE un standard aprobado por la OMG. El núcleo ESSENCE presenta características de acción, extensión y prácticas para el desarrollo de productos de software, lo que sugiere sea sometido a discusión a la teoría general para la Ingeniería de Software propuesta por Boehm (2015).

Por otro lado, la Ingeniería de Software se ve complementada por otras disciplinas que por su naturaleza, sus actividades y como parte funcional de la empresa influyen en el problema y cuando son consideradas, también en la solución. En el siguiente apartado se mezclan conocimientos paralelos y complementados de las disciplinas tomadas en cuenta por su influencia en este estudio.

### **2.3.2. La Dirección de Proyectos en los Procesos de Cambio al Proceso de Software**

Hay un gran desarrollo y cultura en el mundo sobre gestión de proyectos, el cual se agrupa en las llamadas buenas prácticas y recogidas en estándares de reconocimiento

---

<sup>16</sup> SEMAT- Software Engineering Method and Theory accedido en: [<http://semat.org/>] el: [10 de agosto de 2014].

internacional. A través de los aportes de instituciones que han convocado estudios para mejorar la profesión de Ingeniería de Software, se han creado áreas especiales para involucrar la dirección y gestión de proyectos en este caso de software.

La sociedad de la Computación del Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (CS-IEEE, Computer Society-Institute Electric and Electronic Engineering) incorporó en la Guía del cuerpo del Conocimiento de la Ingeniería del Software (SWEBOK-IEEE<sup>17</sup>) las disciplinas relacionadas en las que aparece la dirección de proyectos.

Otros estándares de la IEEE también son tomados en cuenta para conformar la Norma Internacional ISO/UNE 21500 Guía de Project Management, que es multisectorial para la Gestión de Proyectos, pero que decididamente es útil en la Gestión de Proyectos de Software.

El uso extensivo de plantillas refleja la preocupación por gestionar proyectos<sup>18</sup> de calidad, heredando algunos conceptos claves de los estándares existentes del PMBoK, Proceso Unificado (PU) y otros. Los conocimientos de Dirección de Proyectos plasmados en los múltiples documentos, apoyan a gestionar aquellos aspectos organizacionales del Proceso de Cambio al Proceso de Software. Así, la gestión de equipos que formulen, valores y evalúen las alternativas de cambio, los tiempos de valoración, los costos y los diferentes componentes que se necesiten, será cuestión de una buena selección de las prácticas de la Dirección y Gestión de Proyectos.

### **2.3.3. La Ingeniería del Software (IS) y la Dirección de Proyectos (PM) en el Proceso de Cambio (PdC) al Proceso de Software (PdS)**

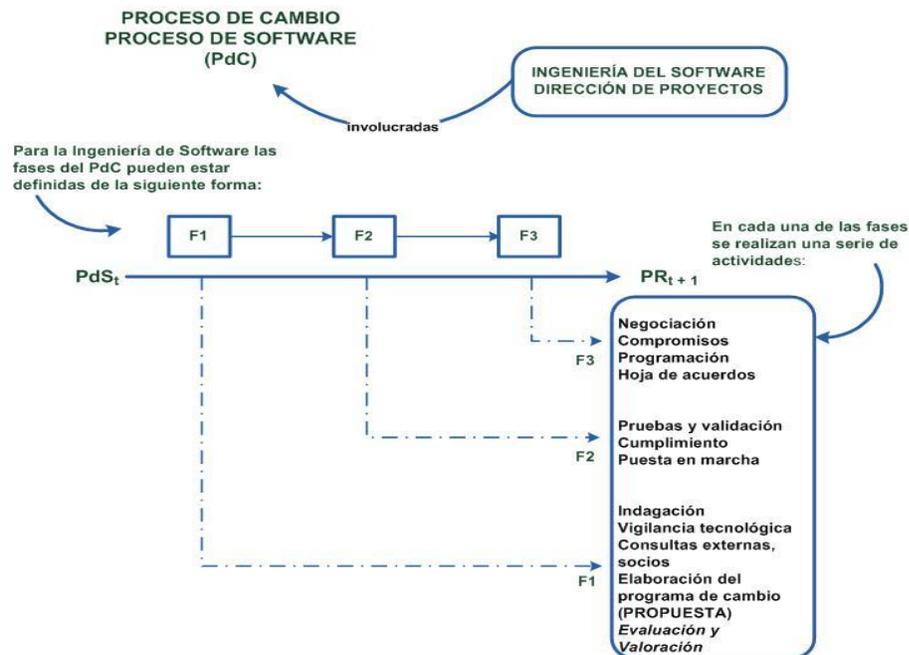
En el desarrollo de las fases del SPI, intervienen principalmente dos disciplinas: La Ingeniería del Software y la Gestión de Proyectos.

---

<sup>17</sup> Abran A., Moore J. (2004). Guide to the Software Engineering Body of Knowledge. IEEE.-Computer Society.

<sup>18</sup> Ibarguengoitia G. (2013). Plantilla para la administración de proyectos en el desarrollo de software. Recuperado de: <http://www.kuali-kaans.mx/productos/plantillasapdsms> el día: [21 de mayo de 2013].

- La *Ingeniería del Software* conformada por un conjunto de métodos, técnicas y herramientas, definida como la rama de la ingeniería para desarrollar productos de software.
- *Dirección de Proyectos* que coloca el plan de trabajo con cronograma, los recursos, y define los requisitos de los proyectos con los interesados bajo la descripción de las fases del PdC (ver Figura 2.5).



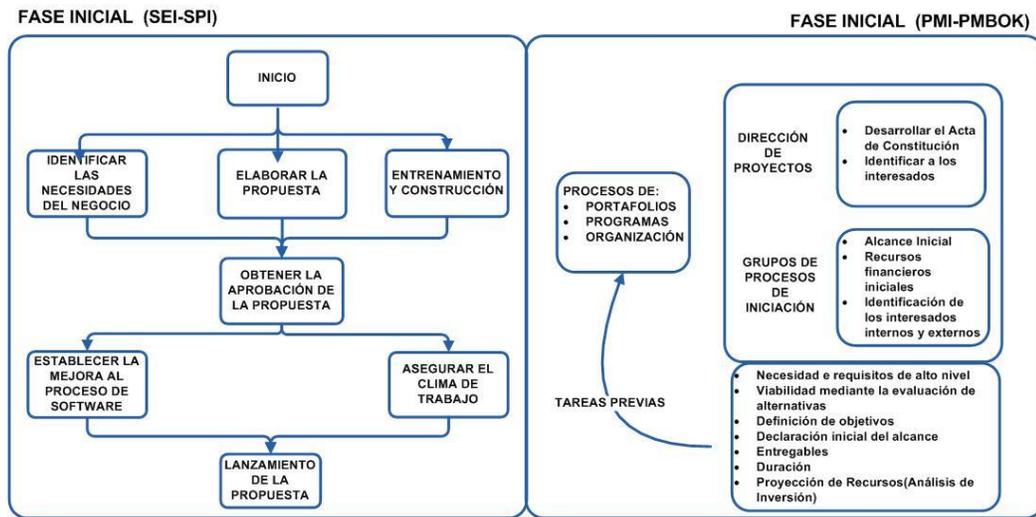
**Figura 2.5. Disciplinas involucradas en el Programa de cambios del Proceso de Software**

A partir de los conceptos seleccionados del Cuerpo de Conocimientos de la Dirección de Proyectos<sup>19</sup> (PMBOK, Project Management Body of Knowledge) y de la Guía para implementar SPI del Instituto de Ingeniería de Software (SEI), podemos destacar algunos elementos que coinciden en ambas guías. Inicialmente, las *tareas previas* del PMBOK son las correspondientes actividades de la etapa de *inicio* del SPI.

En general, en ellas se desarrolla la *propuesta* para iniciar un Programa de Cambio en el Proceso de Software. Mientras que el PMBoK, divide los procesos en Dirección de Proyectos y Grupos de Procesos, para el SEI las etapas de aprobación y preparación

<sup>19</sup> Project Management Institute (2013). Guía de los Fundamentos para la Dirección de Proyectos (Guía del PMBOK) Quinta Edición. Publicado por Project Management Institute, Inc., USA.

del SPI son tareas de un grupo de trabajo. La Figura 2.6 muestra las actividades y procesos de ambos enfoques desarrollados en las guías.



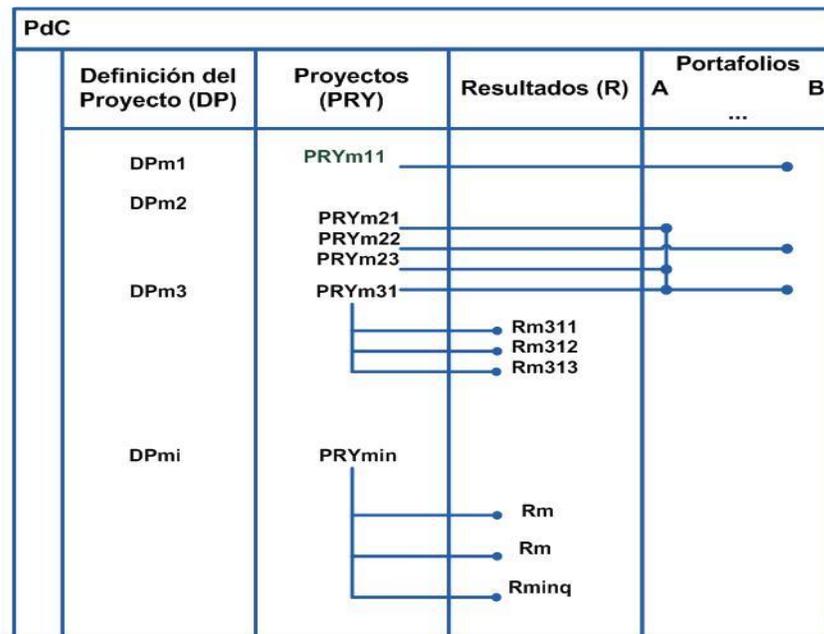
SEI = Software Engineering Institute SPI = Software Process Improvement PMI = Project Management Institute PMBOK = Project Management Body of Knowledge

Figura 2.6. Fase Inicial del PdC al PdS (SEI-PMI)

Otra manera en la que podemos relacionar el concepto de proceso de cambio de un Proceso de Software, es a través del concepto de portafolio utilizado en la Dirección de Proyectos (Englund, Graham & Dinsmore, 2003). La Figura 2.7, ilustra un ejemplo del seguimiento del cambio a través de portafolios de Proyectos desde la perspectiva de la Dirección de Proyectos.

En la Figura 2.7, podemos destacar que para cada evolución del Proceso  $PdS_t \rightarrow PdS_{t+1}$ , elaboramos la definición de Proyecto  $DP_{mi}$  siendo  $m = t$  la evolución en el tiempo,  $i =$  número de definiciones generadas. Cada definición de proyecto genera diferentes proyectos  $PRY_{mij} \dots PRY_{mij}$ , donde  $j$  es el número de proyectos generados para un estado  $m$  en el tiempo  $t$ . Los proyectos generados son capaces de producir resultados  $R_{mijk}$ , siendo  $k$  igual al número de resultados producidos. Si la organización de gestión de proyectos se lleva a cabo a través de Portafolios (**A** y **B**), cada proyecto

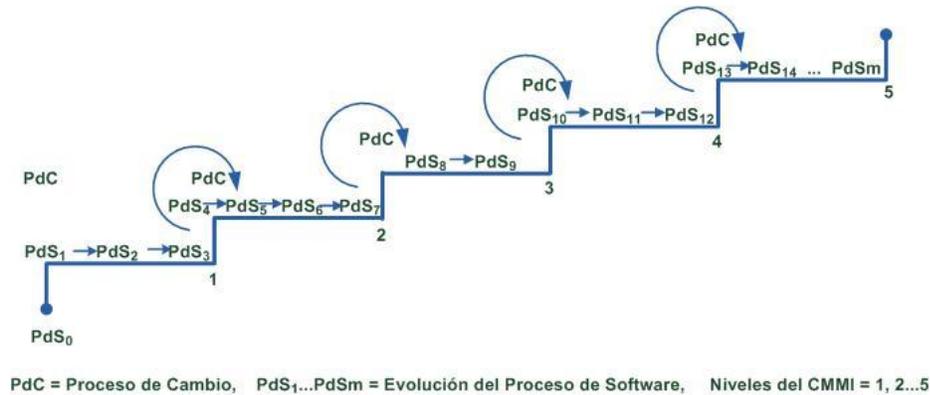
$PRY_{mij}$  pertenece a un portafolio, es decir, un portafolio puede contener  $j$  proyectos siempre que  $j > 0$ .



$t = m$ ;  $m = c/\text{Proceso de Cambio}$ ;  $i = c/\text{definición de proyecto}$ ;  $n = c/\text{proyecto generado}$ ;  
 $q = c/\text{resultados por proyecto}$

**Figura 2.7. Seguimiento al Proceso de Cambio a través de Portafolios.**

El estudio de la madurez de las actividades de un Proceso de Cambio (PdC) pasa por ajustes al Proceso ( $PdS_1, PdS_2, PdS_3 \dots PdS_m$ ). Para cada grupo de cambios significativos se genera un **PdC** y por lo tanto un nivel en la escala. Este ciclo continúa por 5 niveles (tal como el CMMI), hasta obtener la conformidad establecida mediante estándares de la industria. Es tal el caso comparativo del PdC con el CMMI. La Figura 2.8 representa la evolución del PdC a la luz del modelo CMMI (Capability Maturity Model Integration).



**Figura 2.8. El Proceso de Cambio en el Proceso de Software con el CMMI.**

Los párrafos descritos anteriormente parecen indicar, que el Proceso de cambio generado bajo este enfoque holístico, y en el escenario de las PyMEs, puede trasladarse a un nivel corporativo considerando la proyección desde la organización (**ORG<sub>T</sub>**) que asume el cambio.

La Figura 2.9 muestra que todo Proceso de Software (**PdS<sub>t</sub>**) que se le aplique un proceso de cambio (**PdC**) en la Fase Inicial (Propuesta), genera una forma operacional nueva de producir resultados en el negocio de software (**Org<sub>T</sub>**). Esto puede proyectarse a diferentes tiempos **t** y en diferentes organizaciones en el tiempo **T** para **T= t** lo cual demuestra la evolución del cambio para todos los colaboradores corporativos (**ORG<sub>T+1</sub>**).



2007). Los beneficios tangibles han sido ampliamente estudiados y evaluados, utilizando los métodos existentes en Contabilidad y Finanzas (Rico, 2005; Breal, Meyers & Marcus, 2007; Sáez, Fernández & Gutiérrez, 2004).

Para la evaluación de un programa de cambios en el Proceso de Software, la propuesta de Rosacker & Olson(2008) expone conceptos básicos: la eficiencia, la efectividad, el impacto, la relevancia y la sostenibilidad. Específicamente la *eficiencia*, entendida como la transformación de entradas en resultados, es de interés para los gerentes de las empresas de software. La efectividad se relaciona a los planes y objetivos alcanzados, el impacto positivo o negativo a los planes de desarrollo de nuevos productos software, a las estrategias de la organización y, la relevancia y sostenibilidad con las variables de crecimiento a futuro de la organización (Woolridge et. al., 2007).

En consecuencia, se plantea la necesidad de investigar métodos que valoren los beneficios intangibles, las características cualitativas y el impacto socioeconómico de los programas de cambio al PdS, desde el inicio de la propuesta, como alternativa para dar valor competitivo y estratégico a la organización de software. Para tales efectos, se propuso una metodología dividiéndola en dos fases:

- La evaluación de los beneficios cualitativos considerados estratégicos
- La evaluación con los métodos tradicionales de la cuantía de las inversiones en TIC.

La principal ventaja de esta metodología, es que basando las inversiones en cuestiones estratégicas de primero, es posible que proyectos que eran rechazados, pasarían la prueba dado el nivel de importancia que se otorga a la característica estratégica. Su inconveniente principal es la subjetividad del análisis de los beneficios cualitativos (Escobar, 1996).

La experiencia de los expertos señala que para medir eficiencia y maximizar rendimiento no es suficiente con gestionar los tangibles de un programa o proyecto. Como lo expresa Swanson (2011): “Es hora que los ejecutivos salgan del dominio del

ROI y miren más allá de la línea de fondo al recolectar los proyectos”, en muchos programas de cambios al Proceso de Software, los intangibles están asociados a los objetivos del programa y por lo tanto, deben medirse, evaluarse y agregarlos como un valor en la organización.

Para una propuesta de cambios al Proceso de Software, el asunto es considerar los beneficios intangibles con dimensiones importantes que no son tomados en cuenta, y que de forma analítica se puedan asociar a un elemento cuantificable, como puede ser el costo. El manejo de los intangibles debe llevarse a cabo con técnicas adecuadas (Ucha & Arfeli, 2004), que permitan medir proactivamente sus resultados.

Los programas de cambios al Proceso de Software serán valorados desde tres puntos de vista: en la gestión, en el negocio y en el aspecto técnico (Thomas, Mullaly & Mark, 2009). La propuesta de un programa de Mejora al Proceso de Software con base en los aspectos de gestión, negocio y técnico, es esencial en la presentación del Grupo de Procesos de Ingeniería de Software (SEPG, Software Engineering Process Group) el cual debe considerar ciertos criterios para asegurar su aceptación y éxito<sup>20</sup>:

- Un impacto demostrado en la organización de software (en la productividad, rendimiento, calidad y satisfacción del cliente).
- Debe ser un proyecto ampliamente documentado y que refleje impactos positivos en los futuros proyectos de software que emprenda la organización.
- Incluir la medición como parte de la gestión.
- Un programa de difusión compartido a través de toda la organización de software.

Niazi, Wilson & Zowghi (2006) en su estudio sobre barreras críticas en la implementación de un programa de cambios al Proceso de Software, sugieren promover los beneficios de SPI entre los miembros de la directiva de la organización de

---

<sup>20</sup>Nichols R., Connaughton C.(2005). Software Process Improvement Journey: IBM Australia Application Management Services. A Report from the Winner of the 2004 Software Process Achievement Award. SEI, Carnegie Mellon. Pittsburgh, USA.

negocios, antes de la implementación para evitar la falta de conciencia y entendimiento de los roles y compromisos en un programa de esta naturaleza.

La presentación de una propuesta de cambios al Proceso de Software, valorada y previamente evaluada con los métodos apropiados y de acuerdo al ambiente del negocio, sería la oportunidad para el inicio de una toma de conciencia de la importancia de un programa de mejora en toda la organización; no sin antes realizar una revisión de los métodos y técnicas para la evaluación y valoración. En el siguiente apartado, se presenta un repaso de algunos de estos métodos y técnicas.

#### **2.4.1. Métodos y técnicas para la evaluación de programas de Mejora al Proceso de Software**

Aunque la información acerca de la elaboración, implementación y la implantación de los modelos de cambios al Proceso de Software se encuentra en la literatura, no es así la información de los métodos de evaluación y valoración de propuestas para la introducción de programas y proyectos. Las revisiones de literatura realizadas por autores presentan hallazgos sobre modelos fundamentados y derivados de estándares existentes, sin profundizar en sus características (Unterkalsteiner et.al., 2010; Oliver, Barrick & Janicki, 2009; Printzell & Conradi, 2002).

Otros trabajos optan por estudiar las evaluaciones de los resultados de la puesta en ejecución de programa de cambios al Proceso de Software (Unterkalsteiner et. al., 2010). Las revisiones preliminares de la literatura, no muestran métodos sistemáticos de valoración de las propuestas para iniciar un programa de cambios en el Proceso de Software (Green, et.al., 2009; Raha, 2004). Sin embargo, hay estudios de autores que motivan la búsqueda de los métodos adecuados para llevar a cabo el programa de cambio (Staz, 2005; Niazi, Wilson & Zowghi, 2003: 2006; Dybå, 2005; Ojala, 2008).

Para Staz (2005), evaluar cambios al Proceso de Software tiene varias áreas y no necesariamente al final del proceso. Estas áreas las define de la siguiente manera:

- Para obtener valores anticipados del programa de cambios, a fin de justificar su desarrollo.

- Preparar a la organización para los cambios al Proceso de Software
- Evaluar el progreso del programa de cambios, examinando tanto el progreso del plan y el progreso de acuerdo al valor anticipado.

En su trabajo Staz (2005) asegura que para obtener valores anticipados, las organizaciones categorizan las evaluaciones o mediciones como “hard” tales como el retorno de la inversión y “soft” como la motivación del empleado y la consecución de las metas del negocio.

De forma similar otros investigadores presentan la categorización de métodos y técnicas de evaluación de cambios al Proceso de Software apoyándose en disciplinas conocidas: Finanzas y Economía mediante el Análisis Financiero y el Análisis Económico de una inversión en programas de Mejora al Proceso de Software (Jones, 1996; Rico, 2004; Farbey & Finkelstein, 2003; Dene & Cleland-Huangh, 2004; Solingen, 2004; McLoughlin et.al., 2010).

Las propuestas de introducción de programas de cambios al Proceso de Software, tienen consecuencias financieras y no financieras. Para efectos de evaluar una propuesta de inversión es necesario abordar ambas consecuencias, por su amplitud y su importancia. Los apartados siguientes abordan los temas de las inversiones en el proceso de cambio, desde la perspectiva financiera y económica.

#### **2.4.1.1. Análisis Financiero para la evaluación de programas de cambio al Proceso de Software**

El Análisis Financiero de inversiones consiste en poner en números a los beneficios cuantitativos de un programa de cambio (Brealey, Myers & Marcus, 2007). Para ello se vale de cálculos de valores tangibles realizados a partir de proyectos e indicadores organizacionales exitosos, como línea base y comparados con resultados de proyectos actuales.

El Análisis Financiero de cualquier propuesta de inversión permite prever con qué recursos financieros se cubrirán los costos que se generarán. Esto se refiere principalmente a:

- Verificar y garantizar el equilibrio de caja (principio de sostenibilidad financiera) .
- Calcular los índices de rendimiento financiero del proyecto de inversión basados en los flujos de caja netos actualizados.

Los métodos financieros son ampliamente aplicables a las inversiones de programas de cambios a los Procesos de Software. Un estudio del uso del análisis financiero en la evaluación de estos programas, lo ejemplifica Rico (2005), y su base son los estándares de la industria tales como el CMMI. Su trabajo asume métodos tradicionales utilizados por (Rachlin, 1997; McGibbon, 1999) para cuantificar el valor financiero de un proyecto.<sup>21</sup>

Los autores Remenyi, Money & Bannister (2007), aseguran que es posible implantar programas de cambios al Proceso de Software, con retornos de la inversión razonables, no obstante, dependerá de la gestión que se lleve a cabo desde el inicio del programa.

#### **2.4.1.2. Análisis Económico para la valoración de programas de cambio al Proceso de Software**

El Análisis Económico coloca el valor y el costo en primer lugar así como la evaluación de sus beneficios cualitativos tales como satisfacción del cliente (Jones, 1996). El valor económico está ponderado por los beneficios intangibles del programa. En la actualidad, un gran número de directivos aceptan la presencia de valores intangibles en los programas SPI (Thomas & Fernández, 2007; Oliver, Barrick & Janicki, 2009).

El Análisis Económico es utilizado para medir las contribuciones de diferentes características distintas a las monetarias de los programas. Un programa de cambio al Proceso de Software, está caracterizado por un gran número de valores cualitativos también llamados beneficios intangibles (Jugdev & Mathur, 2006). Los beneficios intangibles que pueda generar este tipo de programa, son considerados como ventajas competitivas para la organización de software; de allí la importancia y consideración en la evaluación económica de su inversión (Wyckoff, 1997; Worthington, 2000).

El reto es encontrar los factores que puedan aproximar los valores cualitativos asignados a una propuesta PdC al Proceso de Software, a valores cuantitativos y

---

<sup>21</sup> Los métodos más usados para el análisis financiero de inversiones se encuentran resumidos en el Anexo 5.

monetarios. Este esfuerzo no sólo beneficiaría a las organizaciones de software, sino también a aquellas que emprenden proyectos y programas de alto impacto social y económico en diferentes grupos sociales.

En la revisión de la literatura, destacan los métodos del Análisis Costo-Eficiencia como métodos factibles y transferibles al proceso de valoración de los programas de cambio al Proceso de Software. El siguiente apartado describe y discute la teoría, el concepto y los hallazgos del análisis Costo-Eficiencia en otras disciplinas.

#### **2.4.2. Análisis Costo-Eficiencia.**

El uso de los métodos del Análisis Costo-Eficiencia ha sido probado de forma amplia y satisfactoria en los proyectos de impacto social y ambiental (Oliveira & Sturm, 1998). Para muchos investigadores de las ciencias sociales y los proyectistas del sector público y privado, los métodos Costo-Eficiencia resultan útiles en la búsqueda de fondos para los proyectos y programas de impacto social.

El Análisis Costo-Eficiencia lo conforman los métodos aplicables a aquellos casos en que no es posible expresar los beneficios de un proyecto en términos monetarios, o bien, cuando el esfuerzo de hacerlo es demasiado grande para que se justifique. Algunos de estos métodos y técnicas tienden a evitar costos, mientras que otros lo enfocan desde el costo ahorrado, cuya selección depende de la perspectiva del tipo del proyecto, del analista-evaluador del proyecto, y la prioridad establecida por sus gestores (Coll & Blasco, 2006; De Borger & Kerstens, 1996).

La Tabla 2.4 muestra un conjunto de técnicas basadas en el costo, para aplicar el ACE a la valoración de propuestas de PdC al PdS. Su utilización en la tesis dependerá de las situaciones de negocio analizado.

<b>Técnicas</b>	<b>Descripción</b>
Costo ahorrado	Es un término aceptado como un beneficio legítimo de un caso de negocios cuando una acción propuesta claramente reducirá los costos. Son reales y medibles.
Costo evitado	Cuando una acción previene costos futuros, es decir, con certeza el costo aparecería si no se ejecuta la acción. El mantenimiento preventivo de maquinarias, el cambio de aceite de los automóviles, son ejemplos de costo evitado.
Costo de oportunidad	Se define como una ganancia esperada si se eligiera un curso de acción diferente.
Escenarios con y sin proyecto	Comparar el beneficio neto con el supuesto de llevar a cabo el proyecto y el beneficio neto sin el proyecto a fin de evaluar el beneficio adicional que se le atribuye al proyecto en si.
Análisis (socio)económico	Valora los servicios o bienes por su valor de uso o su costo de oportunidad para la empresa(sociedad).

**Tabla 2.4. Técnicas del Análisis Costo-Eficiencia.**

El costo evitado, producto de una acción que previene un futuro costo, es un método muy utilizado en la justificación del mantenimiento preventivo de maquinarias y vehículos. Se utiliza en los casos cuando se está razonablemente seguro de que el costo aparecerá sin la acción. Para un programa de cambio al PdS, el costo evitado se percibe como el costo al que no incurrirá la organización de software, si lleva a cabo el desarrollo del programa de cambio al Proceso de Software, o de algunas de sus actividades si es el caso (Beecher, 1996; Beecher, Chesnutt & Pekelney, 2002).

Un principio esencial de costo, es el costo de ciclo de vida en el que se asegura los periodos de análisis de alternativas que reúnan lo demandado, el capital, los costos de operación y las implicaciones de variación de los costos del periodo para llevar a cabo el proyecto, es decir, los costos incrementales (Mitchell et. al., 2007).

El análisis de costos incluye también, la asignación de costos en el tiempo a las entidades que incurren o reciben el costo asociado. Desde la gestión se identifica en este punto, un cronograma completo de actividades con los recursos y los costos

asociados, como elemento esencial del plan de trabajo del programa de cambios al Proceso de Software.

Otros principios como el valor del dinero en el tiempo, el conocimiento y la gestión de la incertidumbre (riesgos) son temas en el análisis de los costos. Para la propuesta de un programa de cambios al Proceso de Software, los costos son de interés por lo que, se entiende que es necesario realizar estimaciones haciendo analogías con los costos presentados en la Figura 2.10.



**Figura 2.10. Costos incluidos en el Análisis de Costos de un Programa de Cambio en el Proceso de Software**

Es posible que las externalidades, se tornen en beneficios intangibles para nuestra investigación y por consiguiente, en una forma de situación prospectiva que podría sugerir consecuencias negativas por la no realización de una actividad (o todas las actividades) del PdS y su impacto en el proyecto y la organización.

La Eficiencia Económica en el contexto de un Proceso de Cambio al Proceso de Software, representa la eficiencia técnica, con la diferencia de que en el caso que varíen las condiciones relativas al escenario empresarial, las actividades llevadas a cabo para obtener los objetivos, deben ser optimizadas a fin que se obtenga el máximo rendimiento o el mínimo costo (Sáez, Fernández & Gutiérrez, 2004).

Los métodos del Análisis Costo-Eficiencia surgen como alternativa a la incertidumbre en la valoración de los beneficios que se clasifican como añadidos al programa de cambio propuesto, también llamados intangibles. Estos métodos tradicionalmente vinculados a los programas y proyectos de corte socioeconómico, traducen el impacto a la población en costos indirectos que de llevarse a cabo el proyecto, se tornan en costos ahorrados o evitados (Gimenez & Prior, 2007; Nichols & Connaughton, 2005). Tal impacto tiene influencia directa sobre la aceptación o no de los proyectos (Umarji & Seaman, 2005).

Existe una creciente necesidad de nuevas herramientas de estimación y valoración que pudieran predecir los costos y los calendarios de un programa de cambio al Proceso de Software. Para Jones (2007), el ejercicio de observar los modelos de la industria, puede darnos una idea de cuáles son las actividades principales de un proceso de cambio, sin embargo, esta observación no conduce a incluir técnicas de estimación de la intangibilidad de los beneficios puramente cualitativos.

La mayoría de los estudios de programas de cambios al Proceso de Software han sido desarrollados para los aspectos técnicos de la producción de software. Las actividades de gestión, particularmente la evaluación han sido objeto de estudio desde la perspectiva de rendimiento monetario, utilizándose para ello los métodos y técnicas financieras tradicionales de los proyectos de inversión (Swanson, 2011).

Las pruebas experimentales de implementación de programas de cambio al Proceso de Software en grandes empresas reflejaron avances en los niveles de CMM cuyos beneficios fueron evaluados mediante el ROI (Humphrey, 2001). Estudios similares se realizaron también en organizaciones de gran tamaño, con iguales resultados (Dion, 1993), incluso reflejando ahorros en el esfuerzo del trabajo (Yamamura & Wigle, 1997).

Los estudios de McLoughlin & Richardson (2010), han obtenido una metodología dirigida a demostrar los beneficios de la implementación de un programa PdC, cualquiera sea el modelo, en una organización manejada por objetivos del negocio. Sin embargo, reportes de encuestas de Standish Group (2010: 2012: 2013), presentan datos preocupantes de los resultados de los procesos de software y la implementación de nuevos programas de cambio, evidenciando lo opuesto al estudio mencionado.

## **CAPÍTULO III. METODOLOGÍA**

### 3.1 Introducción

La evolución de la filosofía a la ciencia y el método científico, han ido de la mano con la aparición de los enfoques de investigación a lo largo de toda la historia. Los filósofos de la era antigua buscaban la verdad a través del discurso. La ciencia, busca verdades a través de las evidencias. Las distintas situaciones, también llamadas contextos, presentan características complejas en las que las evidencias no son visualizadas fácilmente. Los componentes intervinientes en el contexto se relacionan de tal forma, que hace difícil la definición de evidencias para probar una asunción, una hipótesis o una teoría de un tema específico.

Los enfoques de investigación surgen de la necesidad de localizar evidencias en distintos contextos de trabajo. El enfoque predominante a través de la historia ha sido el enfoque cuantitativo. No obstante, en las últimas décadas el enfoque cualitativo ha ido ocupando un lugar importante especialmente por las investigaciones en el ámbito social, donde la interacción humana con el medio es de interés de instituciones y grupos de investigación.

Por muchos años el uso de la investigación cualitativa se relegó a las ciencias sociales tradicionales: la sociología, psicología y educación, por ser considerada como una forma de investigación carente de objetivo científico (Denzen & Lincoln, 2011). La resistencia al uso de la investigación cualitativa se prolongó por varias décadas debido a la oposición de críticos científicos por no considerarla una forma de encontrar evidencias y soluciones a un problema, siguiendo pasos de la ciencia tradicional (Parra, 2005).

La definición de investigación cualitativa puede darse dentro de momentos históricos (Denzen & Lincoln, 2011), dato que la sitúa como una actividad visible al mundo y como un conjunto de prácticas que involucra el uso, estudio y colección de una variedad de materiales empíricos (datos), lo que debe interpretarse como una mezcla de materiales diversos esperando ampliar el mundo de conocimientos de un tema específico. Esta cronología y sus características, también es analizada por Valles (2003) y Ruiz (2007) en la que ambos destacan el periodo modernista de grandes aportes en la formalización de los métodos de investigación cualitativa.

La investigación cualitativa mantiene un proceso que conlleva el estudio de la teoría del conocimiento (Ontología), el método empleado para incrementar el conocimiento particular (Epistemología), el papel de los valores en la investigación (Axiología), y el análisis de los resultados (Metodología) (Vasilachis, 2006). Desde la perspectiva de la investigación se delimita un marco de trabajo, se definen las preguntas de investigación y se realiza el examen al finalizar la recogida de datos. Esta manera de proceder de la investigación cualitativa no contradice al método científico como proceso (Parra, 2005).

Las características y líneas de trabajo de las empresas objetivo de este estudio, permiten la aplicación de la investigación cualitativa y sus métodos en la búsqueda de soluciones a los problemas específicos. Aquellas empresas que son categorizadas como PyMES (Pequeñas y Mediana Empresas de Software) en el sector industrial o sector de servicio, poseen un entorno social de interrelaciones entre sus colaboradores que marca la cohesión o no, del proceso de negocios llevado a cabo.

El uso de la investigación cualitativa permite ubicar mayor información relevante del contexto organizacional de la empresa. Específicamente, las características de los equipos que conforman la estructura organizacional gestora de los PdC al PdS, el rol y el nivel de responsabilidad en este mecanismo de toma de decisión frente a las propuestas de cambiar la forma de desarrollar software; de la misma manera, la cuestión de la toma de decisiones ante la inminente necesidad de cambios en el proceso de desarrollo software.

El enfoque cualitativo en investigaciones relacionadas al ámbito en tecnologías de información, ha venido tomando auge a pesar del dominio del enfoque cuantitativo a lo largo de muchos años. Las investigaciones llevadas a cabo en el campo de la Ingeniería de Software y las disciplinas relacionadas, muestran el uso frecuente de los estudios de caso y los cuestionarios como medios de recolección de datos para su posterior análisis (Rainer & Hall, 2003; Wilson, Hall & Badoo, 2001).

La Tabla 3.1 presenta una muestra de los estudios que han utilizado los materiales o métodos sugeridos por algunos autores (Denzin & Lincoln, 2011; Maxwell, 2012; Charmaz, 2006; Creswell, 2009; Pino et.al., 2015), cuyos estudios en el tema están relacionados con los PdC al PdS.

<b>Referencia</b>	<b>Descripción</b>	<b>Material/Método</b>
Dyba T., Moe N. (1999).	Rethinking the concept of Software Process Assessment.	Cuestionario estándar enfoque basado en modelos versus enfoque participativo, estudio de caso y su discusión.
Solingen R. (2000).	Product Focused Software Process Improvement. SPI in the embedded software domain.	Estudio de Caso en investigación aplicada.
Bjornson F. (2007).	Knowledge Management in Software Process Improvement	Investigación-Acción, Revisión Sistemática, Experimentos
Perry S.E., Eastterbrook.(2004).	Case Studies for Software Engineering	Estudio de casos para revisar y evaluar artículos en general.
Janicki, T. N., Yaylalicegi, U., Mahar, S., & Logan, R. (2009).	Anticipated Changes to technologies employed by IT departments.	Aplicación de encuestas.
Pino F., García F., Piattini M., Oktaba H. (2015)	A research framework for building SPI in small organizations: COMPETISOFT experience	Investigación-Acción, Estudio de Caso

**Tabla 3.1. Estudios SPI con materiales y/o métodos del enfoque cualitativo.**

No obstante, y a excepción del estudio de Pino et.al., (2015), estos materiales no son más que puras herramientas técnicas sin que sirvan de apoyo para realizar pruebas de validación o contraste de datos estadísticos. La demanda de nuevos conocimientos en los procesos de cambio al proceso de software ha llevado a investigadores a utilizar métodos de investigación cualitativa (Ríos Briones, 2010).

El problema planteado en esta tesis, conduce una serie de preguntas de investigación las cuales pueden ser clasificadas como preguntas de caracterización. De la misma manera, los resultados sugieren un marco o modelo descriptivo que responda a los hallazgos encontrados o un esquema comparativo con juicios de expertos. En un marco histórico, la Ingeniería de Software ha seguido una línea las técnicas de

validación que va desde un análisis formal hasta la persuasión con aseveraciones razonables de las ideas o modelos descritos (Shaw, 2002:2003).

El Proceso de Cambio al Proceso de Software, tiene como objetivo proporcionar mejoras a la forma de desarrollar software, por lo tanto, envuelve procesos, productos, personas y proyectos. Es oportuno entonces, el uso del enfoque cualitativo para conocer la relación entre estos factores fundamentales y cómo influyen en la toma de decisiones.

En este capítulo se han incluido los fundamentos filosóficos de la investigación cualitativa en el que se define el carácter epistemológico, ontológico y metodológico de la investigación de esta tesis y los paradigmas más representativos de la investigación cualitativa. Seguidamente, el enfoque filosófico comparando los enfoques positivista, interpretativo y pragmático. También se define la estrategia seguida (Teoría Fundamentada y Análisis de Contenido), los métodos y materiales utilizados (Encuestas, Entrevistas en profundidad y Estudio de Caso) y por último, las distintas etapas y actividades de la metodología utilizada en esta investigación.

### **3.2. Fundamentos filosóficos del diseño de la investigación**

Los fundamentos filosóficos se refieren a la visión del investigador respecto al contexto que desea examinar (Creswell, 2013; Maxwell, 2013). Al inicio se considera la relación que tiene el investigador con el medio y lo que se hace para adquirir información del tema. Al final se centra la atención en el conocimiento específico del tema en cuestión de la investigación. Este inicio y este final se analiza desde dos perspectivas: La Epistemología y la Ontología que se aplican con la Metodología.

#### **3.2.1. La Epistemología**

Es una rama de la filosofía que mira el origen, naturaleza y límite del conocimiento. Para algunos, el interés epistemológico reside en la forma en que se adquiere el conocimiento, es la validez del conocimiento y el desinterés hacia el sujeto de estudio (Popper, 1991). Mientras que Piaget (1950) busca la forma que se adquiere el conocimiento, pero le interesa el sujeto. Desde el punto de vista de la Epistemología se

estudia la forma en que es obtenido el conocimiento de las disciplinas involucradas. En este caso, se describen la forma en que este conocimiento es adquirido:

- Basada en la autoridad del conocimiento,
- Mediante la lógica deductiva,
- Basada en la experiencia.

La Epistemología basada en la autoridad del conocimiento es representada por el experto, el académico en las disciplinas involucradas en la Mejora del Proceso de Software (PdC al PdS), la Gestión de Proyectos y en otras disciplinas involucradas en esta investigación. La lógica deductiva, conserva el principio de que si una premisa es verdadera, entonces el uso y sus resultados también serán verdaderos.

De allí que cualquier conocimiento que se derive de otro ya probado, se dará por cierto y naturalmente útil para fundamentar el conocimiento. La forma de adquirir conocimiento basada en la experiencia, limita el conjunto de conocimientos dado que sólo considera un punto de vista, el del investigador. No obstante, es esencial tomarlo en cuenta.

Para la investigación en cuestión, difícilmente se puede encasillar el tema en un sólo enfoque de investigación para buscar evidencias. Es allí que se trata de enfocar el esfuerzo en el contexto, en este caso en las PyME de Software, para conocer cómo plantean el Proceso de Cambio al Proceso de Software, antes de tomar la decisión.

### **3.2.2. La Ontología**

Estudia la naturaleza y existencia del conocimiento y el entendimiento común y compartido de un dominio. La Ontología configura la conceptualización del conocimiento del tema de investigación, es decir, fundamenta la teoría y la necesidad de delimitar y especificar de forma consciente los diversos conceptos involucrados en las disciplinas del quehacer de la investigación (Denzin& Lincoln, 2011).

La Ontología puede ser de varios tipos:

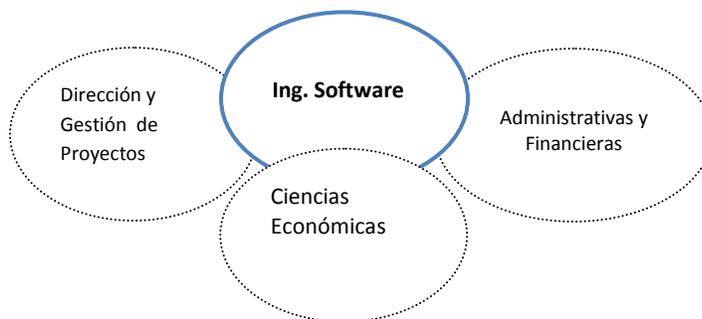
- **Dominio**, la que incluye los conceptos de un dominio específico de una disciplina o tema de investigación, formalizando las interrelaciones entre ellas. En este tipo de ontología los conceptos estarían explícitamente definidos para la

Ingeniería del Software, la Gestión de Proyectos y otros conceptos obtenidos de las ciencias sociales que apoyan la investigación.

- **Genéricas**, definidas como proceso y que describen la forma de trabajo.
- **Representacionales**, de manera formal mediante un lenguaje que no está tipificado en esta investigación.

Ambas, Epistemología y Ontología, aportan los criterios para los fundamentos y la especificación del conocimiento sobre un paradigma, de tal manera que se adopte alguno de ellos para la investigación realizada.

En la figura 3.1 se perciben cuatro (4) disciplinas del saber que circunscriben el marco teórico, epistemológico y ontológico de la investigación. De allí que resulte útil señalar las relaciones entre estas disciplinas de tal manera que se perfile el marco ontológico. Así, se concibe el entorno multi-inter-disciplinario que conduce la investigación de esta tesis.



**Figura 3.1. La ontología de dominio y el análisis epistemológico de la investigación.**

La Ingeniería del Software se refiere cómo el software es desarrollado, las técnicas, las prácticas-métodos y las herramientas utilizadas para diseñar, desplegar y mantener el software (Pressman, 2010).

Los Sistemas de Información, se ocupan de apoyar el funcionamiento de las organizaciones, no solo el día a día de las operaciones, sino en los planes estratégicos para la competitividad e innovación (McLeod & MacDonell, 2011).

La Dirección de Proyectos aplica conocimientos, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para satisfacer los requisitos establecidos para el mismo (PMBok, 2013).

Las ciencias sociales como la Administración y las Finanzas en el caso de esta tesis, apoyan de forma general a la empresa, por consiguiente apoyan a cualquier proyecto que involucre cambios a los procesos y operaciones.

La Economía es la ciencia social que estudia cómo las organizaciones seleccionan recursos, muchas veces escaso, para satisfacer sus requerimientos ilimitados. Desde la perspectiva de la Economía, los procesos en la organización deben armonizar entre sí y con las personas que los trabajan. De igual manera, la Economía apuesta a que dichos procesos deben estar inmersos en la consecución de productos efectivos a través de la mejor selección de alternativas de producción.

Las Finanzas se ocupan de la administración, creación y estudio del dinero, el crédito, inversiones, valores y compromisos adquiridos por las organizaciones, es decir, de los activos tangibles.

En décadas pasadas, estas disciplinas generaban iniciativas de investigación por separado y en raras ocasiones se unían una disciplina dura (tecnología) con una ciencia social (Economía), en una sinergia metodológica para generar conocimiento.

Esta tesis plantea la valoración de un elemento del SPI en la fase inicial, cuyos componentes pertenecen a la relación tripartita proceso-personas-organización, razón por la cual considera que las técnicas de otras ciencias (Economía) son prácticas buenas en la Ingeniería de Software.

La Ingeniería de Software con sus modelos, procesos y técnicas es responsable de desarrollar los sistemas de información empresariales de forma exitosa. La Economía y las Finanzas son pilares que sostienen los planes, inversiones y estrategias de las empresas.

La Ingeniería de Software y los Sistemas de Información hacen sinergia con la Dirección de Proyectos por su naturaleza de generar y mantener productos y procesos con alto grado de calidad, a través de las actividades que conforman su cuerpo de conocimiento.

Es hora que la Ingeniería de Software se interese por usar las técnicas de otras ciencias que le aporten valor a las actividades, para la toma de decisiones en los proyectos de Mejora al Proceso de Software (SPI).

### 3.3.1. La Metodología

La metodología corresponde a los pasos, procedimientos o procesos llevados a cabo para obtener los objetivos de investigación. La metodología que dirige el desarrollo de la tesis es por su naturaleza exploratoria y descriptiva. La naturaleza exploratoria permite mejorar la comprensión de conceptos, teorías y prácticas, y considerar los distintos escenarios estratégicos de las empresas de software. La naturaleza descriptiva, facilita la recolección y dimensionamiento de los aspectos relevantes involucrados en la tesis.

Cada etapa de la metodología genera artefactos llamados también *entregables*. Cada entregable está vinculado a algún objetivo establecido, a las preguntas de investigación y se obtienen de procesos organizados bajo el enfoque de la investigación cualitativa, el enfoque filosófico elegido, la Teoría Fundamentada, y de los métodos y materiales utilizados (Ver figura 3.2).

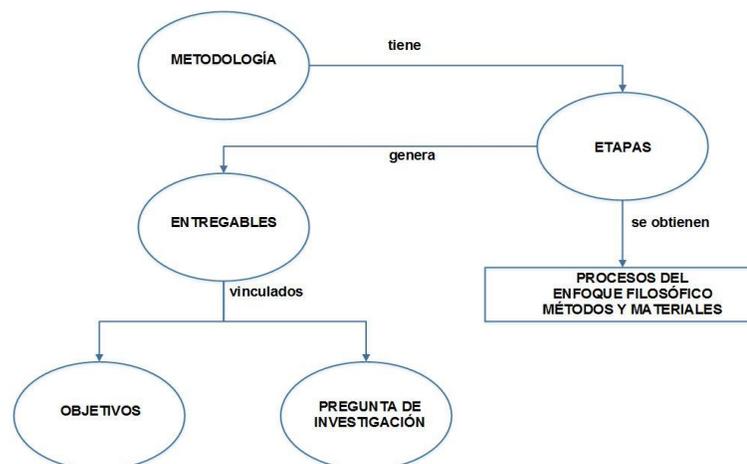


Figura 3.2. La Metodología de investigación

Diversos planteamientos surgen con el uso de la investigación cualitativa. Para Mertens (2014), la investigación se lleva a cabo según paradigmas y por ello propone diferentes categorías que enmarcan el diseño de la investigación. Por muchos años el paradigma dominante en la investigación fue el positivismo originado en los tiempos de Aristóteles y avalado por Emmanuel Kant.

Sin embargo, la explosión del conocimiento y la complejidad de las investigaciones, han llevado a una evolución del positivismo y surgimiento de una diversidad de paradigmas. Los paradigmas que siguen una serie de filosofías, conceptos y líneas a lo largo de la historia reciben diferentes nombres de acuerdo a la cultura que los adopta.

La Tabla 3.2 presenta algunos nombres asociados a diferentes paradigmas.

Post positivismo	Constructivismo	Transformativo	Pragmático
	Naturalista	Teoría Crítica	<i>Métodos mixtos*</i>
Quasi-experimental	Fenomenológico	Neo- marxista	Modelos mixtos
Correlacional	Hermenéutico	Feminista	
Comparativo Causal	Interacción simbólica	Emancipadora	
<i>Cuantitativo*</i>	Etnográfico	<i>Participativa*</i>	
	<i>Cualitativo*</i>		

\*Son los nombres o etiquetas que mejor han identificado a estos paradigmas a través de su uso. Fuente: Denzin & Lincoln (2011).

**Tabla 3.2 Etiquetas comúnmente asociadas a diferentes paradigmas de investigación.**

Lincoln & Guba (2000) describen tres preguntas que ayudan a definir un paradigma desde los criterios de la ontología, la epistemología y la metodología (Mertens, 2014) definidos en la Tabla 3.3.

Criterio	Pregunta
Ontológico	4. ¿Cuál es la naturaleza de la realidad estudiada?
Epistemológico	5. ¿Cuál es la naturaleza del conocimiento y la relación entre el conocedor y lo que podría ser conocido?
Metodológico	6. ¿Cómo puede el conocedor ir a obtener el conocimiento deseado y los entendimientos en la realidad?

Fuente: Lincoln & Guba (2000)

Tabla. 3.3. Criterios y preguntas para definir un paradigma de investigación.

Creswell (2013) propone algunas características y ejemplos en la práctica para los criterios filosóficos: ontológico, epistemológico y metodológico (Ver Tabla 3.4).

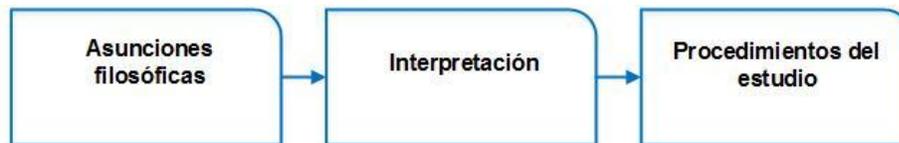
Criterio	Características	Implicaciones del investigador en la práctica
Ontológico	La realidad es múltiple como se ve a través de muchos puntos de vista	Se reportan diferentes perspectivas como desarrollo del tema en los hallazgos
Epistemológico	Evidencias subjetivas de los participantes; los investigadores intentan reducir las distancias entre ellos y lo que está siendo investigado.	Se apoya en citas como evidencia del participante; colabora y pasa tiempo con el participante y llega ser uno más en su entorno.
Metodológico	Los investigadores utilizan la lógica inductiva, estudian el tema en su contexto, y usan un diseño emergente.	Trabaja con particularidades antes de las generalizaciones, describe el entorno del estudio en detalle y continuamente revisa las preguntas desde las experiencias en el campo.

Fuente: Creswell (2013).

Tabla 3.4 Asunciones filosóficas con implicaciones en la práctica.

La investigación cualitativa es una actividad con una serie de tareas que inician con un conjunto de asunciones (**Asunciones filosóficas**) y del uso de un marco de trabajo interpretativo (**Interpretación**) que informa el problema de estudio de la investigación, que conduce al investigador a un problema humano (Creswell, 2013).

Para estudiar este problema los investigadores cualitativos utilizan un enfoque cualitativo emergente para investigar la colección de datos en un medio natural sensitivo a las personas y lugares bajo estudio, el análisis de datos que son ambos inductivo y deductivo y establecen patrones o temas de los datos recolectados (**Procedimiento del estudio**). (Ver figura 3.2).



**Figura 3.3. Procedimiento del enfoque de investigación**

Las características de la Investigación Cualitativa también sirven para definirla. Las características de la Investigación Cualitativa están descritas a través del tiempo y de la práctica y se pueden resumir como sigue:

- a. **Escenario Natural.** Se recogen los datos en el medio natural donde se encuentran los participantes.
- b. **El investigador como instrumento.** Se diseñan los propios instrumentos para el estudio.
- c. **Métodos múltiples.** Para recoger datos, documentos, observación del comportamiento y las entrevistas de los participantes.
- d. **Razonamiento complejo** a través de la lógica inductiva y deductiva lo que exige unas capacidades de razonamiento complejo a través del proceso de investigación.
- e. **Papel del participante.** Requiere múltiples perspectivas y diversas vistas de un tema.
- f. **Diseño emergente.** Significa que el plan inicial no puede ser prescrito y que todas las fases del proceso podrían cambiar, las formas de recoger datos podrían ser modificadas, al igual que los sitios y los individuos que se han estudiado.

- g. **Reflexividad.** El investigador cualitativo define su posición en el estudio, recoge información, la analiza y reporta la interpretación y las conclusiones del estudio realizado.
  
- h. **Cuenta holística.** Tiene que ver con la descripción lo más compleja posible del asunto en estudio, reportando múltiples perspectivas, identificando los diversos factores involucrados en la situación y describiendo ampliamente lo que emerge del estudio. Las investigaciones no están vinculados por una relación causa-efecto entre los factores sino más bien, mediante la identificación de las complejas interacciones de factores en cualquier situación.

### 3.3. Enfoques filosóficos de la investigación

Un enfoque filosófico de la investigación se relaciona con la forma de reflexionar del investigador acerca de lo que intenta conocer del contexto (el mundo) definido (Saunders et.al., 2010). Este enfoque (del investigador) sustenta el trabajo que se realiza en la investigación. El Proceso de Cambio (PdC) al Proceso de Software (PdS) en las empresas involucra una relación tripartita, **proceso-interesados-organización**, lo que resulta complejo inclinar la decisión a un solo tipo de enfoque.

Sin embargo, para la situación problema planteada en esta investigación, el dominio del paradigma constructivista (el que es igual cualitativo), se sitúa como la mejor elección dado el influyente componente organizacional de las preguntas de investigación (Ranjit, 2009).

La figura 3.5 muestra la forma de llegar a relacionar las características sociales de la situación tripartita, considerando los criterios ontológico, epistemológico y metodológico.

Pregunta de Investigación	Criterio/Pregunta para definir el paradigma		
/	<i>Ontológico</i> ¿Cuál es la naturaleza de la realidad?	<i>Epistemológico</i> ¿Cuál es la naturaleza del conocimiento y la relación entre el conocedor y lo que podría ser conocido?	<i>Metodológico</i> ¿Cómo puede el conocedor obtener el conocimiento deseado y los entendimientos?
P1 ¿Qué artefactos conforman la propuesta de un PdC al PdS en las organizaciones de software?	■		
P2 ¿Cómo evalúan las organizaciones de software los programas PdC de los Procesos de Software?			■
P3 ¿Qué se usa para valorar un PdC al PdS?		■	

**Tabla 3.5. Criterios filosóficos y las preguntas de investigación de la tesis.**

Todo paradigma de investigación obedece a ciertas características de acuerdo a la definición. La investigación cualitativa es sensible y flexible al entorno. La investigación cualitativa nace en las ciencias sociales y se introduce en otras por la necesidad que siente el investigador de reflejar de otras áreas, (otros) aspectos que no son cuantitativos y que influyen en los resultados.

En la investigación cualitativa las palabras y los números se utilizan para describir las situaciones y los fenómenos en los que cohabitan procesos, personas y organización. Bajo este paradigma, debe considerarse los criterios planteados en Saunders, Lewis & Thornhill, 2007 seleccionados para esta investigación.

### 3.3.1. Positivismo

La filosofía del **positivismo** ve al investigador como un objetivo y analista independiente de una realidad observable. El investigador no es afectado ni afecta al sujeto de

investigación. Las reglas metodológicas son independientes del contexto de la investigación. Las explicaciones causales son típicas de este paradigma, que tiene como objetivo llevar una hipótesis a una generalización. El positivismo aplica un enfoque reduccionista de la interacción de los factores (personas-procesos-organización) que componen la situación estudiada.

### 3.3.2 Interpretativo

En la filosofía del enfoque **interpretativo**, el investigador no es tomado en cuenta como un objetivo de la investigación, sino como parte de ella. El contexto se considera crítico con las connotaciones de relación e interconexión de los individuos en el cual sus experiencias, conocimientos e incluso prejuicios son tomados en cuenta bajo un enfoque holístico. Es propio de los estudios donde es imperante el análisis que realiza el investigador ayudado por otros expertos que le aportan ideas.

Para esta tesis, es importante el análisis interpretativo del investigador por lo que se siente involucrado como conocedor de la interacción social que se desarrolla en el evento estudiado.

### 3.3.3. Pragmatismo

El **Pragmatismo** como corriente filosófica, sostiene que una investigación se desarrolla en un mundo social, en un contexto (Creswell, 2013). Esta característica hace que el investigador indague en el medio. El pragmatismo presume que los conceptos conocidos y la lógica no son suficientes para definir el entorno real del evento en estudio. El estudio exploratorio de esta tesis sólo es la base para iniciar la investigación.

Para esta tesis, el ambiente (la interacción, **interesados-proceso-organización = empresa de software**), ubica la realidad del PdC al PdS en su planteamiento inicial ante la toma de decisión de implantar una alternativa.

El PdC al PdS es una actividad de las empresas de software que tiene un carácter dinámico, que por su impacto y consecuencias resulta de las prácticas e interacción humana. Por consiguiente, el enfoque filosófico el cual asumimos en esta tesis es,

---

*El Pragmatismo de la corriente de Investigación Cualitativa, bajo la estrategia de la Teoría Fundamentada (Denzin and Lincoln, 1994: 2005: 2011; Jacob, 1987; Munhall & Oiler, 1986; Lancy, 1993; Strauss & Corbin, 1990; Morse, 1994; Moustakas, 1994; Miles & Huberman, 1994; SLife and Williams, 1995) y cuyos métodos (Creswell, 2013; Birks & Mills, 2011; Richards, 2012) se mezclan durante la recolección de datos, el análisis de los datos, la comunicación de los resultados y su validación interna y externa a través del análisis de contenido (Maxwell, 2013; Crotty, 1998) y de la interpretación de resultados.*

---

De las tres filosofías analizadas, el positivismo, el interpretativo y el pragmatismo, se resume que:

- El Positivismo conduce a la prueba de una hipótesis
- El Interpretativo responde a preguntas del qué, por qué y el cómo.
- El Pragmatismo lleva al medio social, a la interacción de la relación tripartita **interesados-proceso-organización** como es el caso de la situación estudiada en esta tesis.

La Tabla 3.6 presenta un resumen de las corrientes filosóficas a fin de definir el proceso de diseño de la investigación.

FILOSOFÍA (Paradigma)	ENFOQUES	ESTRATEGIA	SELECCIÓN DE MÉTODOS	CORTE EN EL TIEMPO	TÉCNICAS Y PROCEDIMIENTOS
Positivismo					<b>Recolección de Datos</b>  <b>y</b>  <b>Análisis de datos</b>
Realismo	Deductivo	Experimento			
Interpretativo		Encuesta	Método único	Seccional	
Objetivismo		Estudio de caso			
Subjetivismo		Investigación acción			
<b>Pragmatismo</b>		<b>Teoría fundamentada</b>	<b>Métodos mezclados</b>		
Funcionalista		Etnografía			
Interpretativo		Investigación en archivos		Longitudinal	
Humanismo radical	Inductivo		Plurimétodos		
Estructuralismo radical					

**Tabla 3.6 Filosofías de investigación de la investigación cualitativa.**

En el siguiente apartado se discute la Teoría Fundamentada (Grounded Theory) como línea estratégica para conducir la investigación en el contexto del PdC al Proceso de Software y el Análisis de Contenido para el análisis e interpretación de los datos recolectados.

### 3.4. La Teoría Fundamentada

Una manera de ver los enfoques estratégicos de la investigación cualitativa, la trasmite Creswell (2013) cuando repasa los diferentes enfoques en los últimos 35 años, y los clasifica por área de aplicación que van desde las ciencias sociales, educación y psicología hasta enfermería y las artes. Propone cinco (5) enfoques que para él son los más relevantes ya que aparecen de forma repetida en los estudios cualitativos a través de los años: narrativa, fenomenología, teoría fundamentada, etnografía y estudio de caso, sustentados por diferentes autores (ver Tabla 3.7).

Por otro lado, el Análisis de Contenido que en sus inicios fue utilizado para contar la frecuencia de la aparición de palabras en un texto, actualmente se perfila como el método para analizar no solo la frecuencia de palabras, frases o conceptos, sino para buscar las relaciones de esos conceptos dentro del texto y crear conocimiento nuevo.

La Teoría Fundamentada (Grounded Theory) tiene una amplia difusión en la investigación de índole social desde que sus autores Glaser & Strauss (1967) realizaron su primera publicación. Las características de la Teoría Fundamentada permiten al investigador explicar lo que sucede en una acción o proceso de la situación estudiada, a la vez que genera teoría en ese evento (Creswell, 2013).

Enfoques	Descripción
Narrativa	Una forma de hacer investigación en la cual se estudia la vida de individuos y a la vez se pregunta a uno o más individuos acerca de sus vidas. La información recogida es re almacenada en forma de narración cronológica en la cual se combina el punto de vista del investigado, su vida, con la vida del investigador (Bell, 2003; Clandinin, 2006).
Fenomenología	Se investiga la esencia de una experiencia humana acerca de un evento, situación o fenómeno. Estas experiencias vividas son vistas como una filosofía o un método y el procedimiento involucra estudiar un pequeño grupo de personas a través de un compromiso prolongado y comprometido para desarrollar patrones y relaciones de significados (Moustakas, 1994; Groenewald, 2004).
Teoría fundamentada	El investigar intenta derivar una teoría abstracta de un proceso, acción o interacción fundamentado en el punto de vista de los participantes en el estudio. Se necesita múltiples fases de recolección de datos, el refinamiento, interrelación de categorías de información. Se destacan dos características; la comparación constante de los datos y las categorías emergentes y, la muestra teórica de diferentes grupos para maximizar las similitudes y las diferencias de información.  (Glaser & Strauss, 1967; Charmaz, 2006; Birks & Mill, 2011).
Etnografía	Se estudia un grupo cultural intacto en un escenario natural sobre un período prolongado de tiempo para coleccionar, principalmente, datos observacionales (Genzuck, 2003).
Estudio de Caso	En el cual el investigador explora en profundidad un programa, un evento, una actividad, un proceso o uno o más individuos. El caso está limitado por el tiempo y una actividad, el investigador recoge información detallada usando a variedad de procedimiento de recolección de datos, sobre un periodo de tiempo específico (Yin R., 2013; Runeson, P., Höst M., 2009).

Fuente: adaptada de Creswell, 2013.

Tabla 3.7. Principales enfoques de Investigación Cualitativa

La literatura de la Teoría Fundamentada es amplia desde que Glaser & Strauss (1967) la establecieron como método para los estudios sociales, hasta una corriente constructiva añadida por Charmaz (2006). La tabla 3.8 establece una cronología de los textos más relevantes en 40 años.

Año	Título y autor
1967	(Glaser and Strauss 1967) The discovery of grounded theory
1978	(Glaser 1978) Theoretical sensitivity
1987	(Strauss 1987) Qualitative analysis for social scientists
1990	(Strauss and Corbin 1990) Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques
1992	(Glaser 1992) Basics of grounded theory analysis
1994	(Strauss and Corbin 1994) 'Grounded theory methodology: An overview' in Handbook of qualitative research (1st Edition)
1995	(Charmaz 1995) Grounded theory' in Rethinking methods in psychology
1998	(Strauss and Corbin 1998) Basics of qualitative research: Grounded theory procedures and techniques (2nd Edition)
2000	(Charmaz 2000) Grounded theory: Objectivist and constructivist methods' in Handbook of qualitative research (2nd Edition)
2005	(Clarke 2005) Situational analysis: Grounded theory after the postmodern turn
2006	(Charmaz 2006) Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative analysis.
2015	(Corbin J., Strauss A, 2015) Basics of Qualitative Research: Techniques and Procedures Developing 4 Ed.

Fuente: Birks & Mills (2011)

Tabla 3.8 Textos de Teoría fundamentada

La teoría es una explicación de algo o un entendimiento que el investigador desarrolla. La Teoría Fundamentada utiliza una serie de términos nuevos para un mejor entendimiento y aplicación, tales que definen conceptos y clasificaciones dentro del enfoque utilizado.

La Teoría Fundamentada se cimienta en dos actividades principales que constituyen la estrategia (Corbin & Strauss, 2015; Soneira, 2006):

- La **comparación constante**, permite al investigador recoger, codificar y analizar datos de forma simultánea para generar teoría.
- El **muestreo teórico** que se desarrolla para descubrir categorías e indicar las posibles interrelaciones en una teoría.

La Tabla 3.9 presenta las actividades estratégicas de la Teoría Fundamentada, sus eventos y sus consecuencias.

Estrategia	¿Qué se hace?		¿Qué se genera?	
Comparación constante	Recoge	DATOS	TEORÍA	
	Codifica			
	Analiza			
Muestreo Teórico	Descubren	CATEGORÍAS	Refinamiento	TEORÍAS YCONCEPTOS
	Interrelaciones	TEORÍAS	Expansión	
			SATURACIÓN TEÓRICA	

**Tabla 3.9. Estrategia de la Teoría Fundamentada**

La estrategia de la Teoría Fundamentada se realiza generando una serie de eventos que constituyen el procedimiento de los métodos llevados a cabo, desde una primera codificación y categorización de los datos, la generación concurrente de datos, la escritura de notas, el análisis comparativo constante, el uso de la lógica inductiva y

abductiva<sup>22</sup>, la sensibilidad teórica, la selección de un núcleo teórico hasta llegar a la saturación e integración teórica (Birks & Mills, 2011; Vasilachis, et.al., 2006; Charmaz, 2006).

### 3.4.1.Procedimientos de la Teoría Fundamentada

En términos generales, la Teoría Fundamentada establece una serie de pasos en un procedimiento repetitivo en diversos espacios y tiempos, a saber:

**a. Recolección de los datos.** La recolección de datos incluye la definición del escenario o sitio donde se colectan los datos, los participantes, el tipo de material más apropiado (documentos, entrevista o mediante la observación) para entender el proceso y el evento que aclare las preguntas de investigación y defina los límites del estudio (Birks & Mills, 2011). En términos generales, en la recolección de datos:

- Se delimita el escenario,
- Se describen los participantes/actores que serán observados o entrevistados,
- El evento en el cual se encuentran los participantes,
- Se describe el proceso si fuera necesario.

La Tabla 3.10 muestra la forma en que pueden describirse las actividades de recolección de datos.

---

<sup>22</sup>El concepto fue utilizado por Charmaz (2006) en su libro “Constructing Grounded Theory. A practical guide through qualitative analysis. SAGE Publications Ltd., al introducir la TF de diseño constructivista. Sin embargo, fue Peirce quien crea el término *abducción* años antes.

Actividad	Frase clave	Descripción
¿Qué es estudiado tradicionalmente?	Escenario y participantes.	Múltiples individuos que han respondido a una acción o han participado en un proceso sobre un evento central.
¿Cuáles son los típicos problemas de acceso y de acercamiento?	Acceso y acercamiento.	Localizar una muestra homogénea.
¿Cómo se seleccionan los participantes o los escenarios a estudiar?	Estrategias de muestreo intencional.	Encuentre una muestra homogénea, basada en teoría o muestra teórica.
¿Qué tipo de información es recolectada?	Formas de datos.	Principalmente entrevistas con 20 a 30 personas para lograr detalles en la teoría.
¿Cómo se graba la información?	Grabación de información.	Protocolo de la entrevista, mediante memos, audio.
¿Cuáles son los problemas comunes de la recogida de datos?	Problemas de campo.	Problemas de logística y de apertura con la entrevista.
¿Cómo se guarda la información?	Almacenaje de datos.	Transcripciones y archivos digitales.

Fuente: (Creswell, 2013).

Tabla 3.10 Actividades de la Recolección de datos según la Teoría Fundamentada

**b. La codificación de los datos.** Se lleva a cabo identificando palabras importantes o grupos de palabras que son etiquetados como teorías o conceptos. La codificación inicial, constituye el principio del análisis y crea el marco de trabajo para toda la fase de análisis posterior. La codificación en Teoría Fundamentada se lleva a cabo mediante cuatro (4) tipos: codificación abierta o inicial (Soneira, 2006), codificación enfocada (Charmaz, 2006), codificación axial (Soneira, 2006; Charmaz, 2006) y codificación teórica (Charmaz, 2006).

- La **codificación abierta** o codificación inicial proviene de las lecturas y la formación teórica del investigador o de las expresiones utilizadas por los participantes.
- La **codificación enfocada** involucra códigos más directos, selectivos y conceptuales.
- La **codificación axial** es la búsqueda activa y sistemática de propiedades. La codificación axial especifica las propiedades y dimensiones de una categoría.
- La **codificación teórica** es un nivel sofisticado de codificación que da seguimiento a los códigos que se han seleccionado durante la codificación enfocada.

**c. La delimitación de la teoría.** Para delimitar la teoría, la Teoría Fundamentada precisa de minimizar las diferencias entre categorías y de maximizar sus similitudes mediante el proceso de comparación. Este proceso se revierte en el siguiente paso de la delimitación cuando se reinicia el análisis.

**d. La escritura de notas.** En la medida en que se avanza con el análisis de las categorías y los conceptos, se redactan las notas de la interpretación producto de la comparación entre las categorías emergentes.

**e. La comunicación de los resultados.** La escritura de las notas es el primer documento que se esboza para la redacción de resultados. También se pueden generar esquemas de mapas conceptuales y confección de gráficos.

### 3.4.2. Los diseños de la Teoría Fundamentada

Los diseños de la Teoría Fundamentada se refieren a los supuestos de los cuales parte el procedimiento para aplicarlos a la situación estudiada. Se identifican tres diseños para la Teoría Fundamentada (Vasilachis, 2006):

- **Diseño emergente.** Su principal exponente Glaser & Strauss (1989) dice que una teoría debe tener ajuste, relevancia y funcionalidad. La Teoría Fundamentada contempla estos criterios ya que la teoría es generada de los datos de investigación.
- **Diseño sistemático.** Desarrollado por Strauss & Corbin (1999) incluye una serie de pasos para garantizar la construcción de una buena teoría.
- **Diseño constructivista.** Propuesto por Charmaz (2006), asume que las personas crean mundos con significado a través de procesos dialécticos de darle significado a sus realidades y a su actuación en ellas. El investigador que adopta la Teoría Fundamentada puede llevar el análisis a un enfoque interpretativo, sin asumir la existencia de una realidad externa unidimensional. El diseño constructivista asegura que las categorías, conceptos y la teoría de un análisis, emerge de la interacción del investigador dentro del campo y de las preguntas que hace de los datos.

### 3.4.3. Los instrumentos y materiales de la Teoría Fundamentada

Los instrumentos tradicionalmente utilizados en la TF son las entrevistas y la observación (Richards, 2005). Las técnicas de entrevistas en TF son similares a las utilizadas en otros tipos de investigación cualitativa (Birks & Mills, 2011). No obstante, la forma y el tipo de entrevista que se utilice para generar teoría, es importante al momento que se constituye el medio de recolección de datos.

A fin de utilizar los métodos que con frecuencia acompañan los procedimientos de recolección de datos en la Teoría Fundamentada, se revisan los más importantes: la entrevista y su variante la entrevista en profundidad, los grupos focales y las notas de campo llamadas memos.

**a. La entrevista cualitativa.**

La entrevista individual, es una de las técnicas que se utilizan con más frecuencia en la recogida de datos cualitativos. La entrevista es una conversación formal entre un entrevistador y una persona elegida especialmente para dicha conversación. No se trata de representar al conjunto de la población (lo que las diferencia de las encuestas cuantitativas), sino de diversificar las opiniones. Se realiza en forma de conversación encaminada a conseguir un objetivo y no en forma de cuestionario. De la entrevista se desprenderán opiniones que permitirán confirmar o rechazar hipótesis y/o responder a las preguntas de investigación.

**a.1. La entrevista en profundidad.**

Una variante especial de la entrevista es la entrevista en profundidad. La entrevista en profundidad es una conversación profesional con una persona para un estudio analítico de investigación (Ruiz, 2007). Para realizar una entrevista en profundidad hace falta aplicar un proceso reflexivo, no sólo decidir a quién entrevistar, y listar las preguntas, de convenir de forma natural y discreta una conversación para registrar lo que está pasando con el tema de estudio (Richards, 2005).

En la entrevista en profundidad el entrevistador-investigador se convierte en el facilitador o instrumento de la investigación. Es una conversación individualizada, repitiéndose el proceso para otros entrevistados a fin de recolectar datos sobre el evento estudiado (Ruiz, 2007). La entrevista en profundidad responden al “qué” pasa y el “por qué” sucede. Desde este punto de vista, la entrevista en profundidad, es un medio para proveerse de más detalles de la situación, evento o proceso estudiado (Boyce & Neale, 2006).

La entrevista, puede tomar llevarse a cabo mediante la elección de uno de las opciones: Entrevista estructurada y la entrevista no estructurada. La entrevista estructurada pretende explicar más que comprender, minimizar los errores y las respuestas obtenidas son racionales, sin considerar las partes emocionales y la opinión del entrevistado. Por otro lado, la entrevista no estructurada pretende comprender más que explicar el evento en estudio, encontrar más significado al evento y por lo general

obtiene más respuesta en lo emocional y de opinión vivencial sobre el evento ( Ruiz, 2007; Valles, 2003).

Para efectos de esta tesis, asumimos la definición de entrevista que provee (Remenyi, 2012):

“Una entrevista es una técnica formal en la cual un investigador solicita evidencia verbal o datos de un informante experto”, del evento estudiado.

El objetivo de la entrevista es obtener datos interesantes para una investigación y bajo el argumento de que siendo una recolección de impresiones de un experto, éstas serán de eventos pasados.

#### **b. Los grupos focales (Focus Group)<sup>23</sup>**

Los grupos focales son conversaciones colectivas o entrevistas de grupo. Los grupos focales se han usado en un amplio rango de propósitos (Kamberelis & Dimitriadis, 2013). Un grupo focal, casi siempre se conforma de 5 a 6 personas invitadas con un moderador entrenado para hablar del evento o problema o proceso estudiado. Los grupos focales tienden a tomar las características de una entrevista en grupo (Callejo, 2001), sin embargo, la interactividad de los participantes es el punto sobresaliente en la práctica.

El grupo focal debe permitir una reflexión de experiencias colaborativas más fácilmente que una entrevista individual (Adams & Cox, 2008). El rol del investigador durante el desarrollo del grupo focal es facilitar la discusión de un número de temas y asegurar que los datos sean registrados. El investigador debe planificar el tiempo de tal manera que cada uno de los miembros del grupo pueda exponer su punto de vista acerca de la pregunta o tema que se discute.

#### **c. Las notas de campo (memos).**

Se utilizan para registrar las ideas y relaciones que surjan durante la codificación. Son ideas para uso del investigador con el objetivo de retener las ideas y relaciones que van

---

<sup>23</sup>El anexo 3.xx describe cómo se lleva a cabo la recolección de datos mediante el grupo focal.

surgiendo a partir de la lectura y comparación de los datos. Para esta tesis, los memos pueden surgir en cualquier momento ya sea en la recogida, la codificación y el análisis de los datos.

En la práctica, los medios para recolectar datos son variados y no se limitan a la entrevista en papel, o notas de campo producto de la observación. Estos medios utilizados pueden ser también videos, grabaciones de audio, encuestas por internet, de blogs personales, incluso registros históricos (Corbin & Strauss, 2015).

### **3.5. El Análisis de Contenido**

El Análisis de Contenido es una técnica de investigación utilizada para determinar la presencia de ciertas palabras o conceptos dentro de textos o conjunto de textos. Los textos pueden ser libros, discursos, conferencias, notas, entrevistas que corresponden a los datos de la investigación y que se desean analizar por medio de esta técnica (Bush et. al., 2015).

El Análisis de Contenido puede ser de dos (2) tipos: Análisis Conceptual o Análisis Relacional.

#### **3.5.1. Tipos de análisis de contenido**

El *Análisis Conceptual* busca la existencia y frecuencia de conceptos en el texto, mientras que el Análisis Relacional examina las relaciones entre los conceptos de un texto (Bush et.al., 2015).

Para realizar un análisis conceptual el investigador, básicamente sigue el siguiente procedimiento:

- Decide: el nivel de análisis, cuántos conceptos o categorías codifica, si busca existencia o frecuencia, cómo distinguirá entre conceptos.
- Desarrolla reglas para codificar el texto
- Decide qué hacer con información no tan importante para la investigación, si la ignora o la utiliza para reexaminarla.
- Codifica los textos
- Analiza los resultados

El análisis conceptual es considerado cuasi-estadístico al calcular frecuencia de las frases y textos analizados.

El *Análisis Relacional* se utiliza para la búsqueda más allá de la presencia de textos y su frecuencia, explorando la relación entre los conceptos identificados. El interés con este análisis es buscar semántica, significado o relación.

- Con los conceptos identificados se desarrollan mapas de decisión o modelos mentales para establecer la relación
- Las relaciones pueden ser lógicas, inferencial, causal secuencial o matemática o las relaciones son ideas, actitudes o creencias culturales.
- Los modelos mentales son percepciones inconscientes de la realidad. El análisis de proximidad en las redes de interacción<sup>24</sup>, se usa en esta tesis para definir la relación de conceptos y para delimitar las categorías.

En resumen, en el análisis de contenido se parte de textos provenientes de la recolección de datos, se continúa con la segmentación de textos, posteriormente agruparlos de acuerdo a analogías, similitudes o semejanzas en función de los objetivos de la investigación y a la luz de las preguntas de investigación (Vásquez, 1996).

El análisis de contenido apoya la teoría emergente de la práctica de la Teoría Fundamentada. El análisis de contenido tiende a obtener conceptos que no siendo necesariamente explícitos, presentan evidencias de la presencia de elementos que están relacionados con las preguntas de investigación o hallazgos que no siendo interpretados inicialmente, apoyan el surgimiento de nuevas teorías. En este caso, es el investigador con sus habilidades quien tiene la tarea de realizar este análisis reflexivo y profundo de los textos.

---

<sup>24</sup> Las redes de interacción se describen como los diferentes mapeos cognitivos que se forman al analizar los datos.

### 3.5.2. Fases del Análisis de Contenido

El Análisis de Contenido presente cinco (5) fases claramente definidas: Selección del objeto de análisis, el pre análisis, la definición de unidades de análisis, establecer reglas de análisis y códigos de clasificación y el desarrollo de categorías (Cáceres, 2008).

La **selección del objeto de análisis** surge desde la intención de la investigación y se concreta luego que se desarrolla un examen minucioso de las bases teóricas de la investigación que se desarrolla. El contexto y la experiencia del investigador influyen en la selección.

En el **pre análisis** se organiza el material textual mediante lecturas(o escuchas) sucesivas a fin de relacionarse con el contexto no solo del texto, frases que se repiten, sino también con el contexto social inmerso implícitamente en el texto. En esta fase de pre análisis se toma en cuenta los objetivos de la investigación para seleccionar el material que se analizará. Para llevar a cabo la selección del material se aplican criterios de exhaustividad, representatividad, homogeneidad y pertinencia.

El criterio de exhaustividad se refiere a la selección de aquellas entrevistas que no muestren en sus repuestas un sesgo respecto a los objetivos de la investigación. La representatividad está vinculada a una muestra que sea adecuada y que represente al volumen de datos que se recolectó. La homogeneidad esta enlazada con la exhaustividad, es decir, obtener una selección de documentos con pautas precisas y establecidas. El criterio de pertinencia tiene que ver con que las entrevistas mantengan la adecuación entre sus elementos constitutivos y los objetivos de la investigación.

La fase de **definición de unidades de análisis**. Las unidades de análisis corresponden a los segmentos de contenido sobre los cuales comenzaremos a elaborar los análisis, en ocasiones llamada también Unidad de Registro. La unidad de análisis puede ser gramatical, vocablos o frases con significado, o unidades de análisis no gramaticales, tales como espacio y tiempo. No hay reglas claras para definir la unidad de análisis, no obstante obedece a la intención de la investigación.

**Establecer reglas de análisis y códigos de clasificación.** Son las condiciones para codificar y posteriormente para categorizar el material. El código abierto es la práctica común por la naturaleza cualitativa del análisis de contenido y la influencia del método inductivo. Este procedimiento se realiza con el material seleccionado hasta finalizarlo. Se suele cambiar las reglas a medida que se va analizando por la variación que tiene los datos y los hallazgos del investigador.

**Desarrollo de categorías.** Para establecer categorías debe tomarse en cuenta el amplio marco teórico de la investigación, las categorías las condiciona el estudio y es el investigador quien decide, previas reglas y supuestos, a qué categoría se adjudican los segmentos, frases o vocablos codificados con anterioridad. De las categorías saldrán las inferencias y conclusiones de la investigación.

### **3.6. Estudio de Caso**

Los estudios de casos son ampliamente usados en investigaciones sociales y su aplicación se lleva a cabo en situaciones y ambientes del mundo real (Yin, 2013; Gray, 2014; Robson, 2011; Runeson & Höst, 2009). La característica de flexibilidad del estudio de caso permite aplicarlo como método de estudio para verificar resultados previos y su relación con el contexto, como en el caso del tema focal de esta tesis, la mejora al proceso de software (SPI).

Un estudio de caso describe una instancia específica de un fenómeno, una serie de eventos y sus resultados, que ha tenido lugar en un situación real (Oram & Wilson, 2010). Para aplicar el estudio de caso, es necesaria una metodología definida. Los estudios de caso se basan en muchos tipos de datos tales como conversaciones, documentos y actividades que son recolectados por medio de diferentes técnicas como las entrevistas, cuestionarios, y análisis de documentos. Sus resultados pueden ser de carácter cuantitativo como cualitativo y se basan en evidencias claras, recogidas en el proceso debidamente planeado (Genero, Cruz & Piattini, 2014).

El estudio de caso también es considerado una técnica de estudio para investigaciones exploratorias detalladas, tanto prospectiva como retrospectivamente, a fin de entender o

explicar un evento o probar una teoría utilizando el análisis cuantitativo en la mayoría de las veces (Easterbrook & Aranda, 2006). En esta definición destaca el uso retrospectivo del estudio de caso para situaciones que, como en SPI, se indaga sobre eventos ocurridos en la toma de decisiones para seleccionar un modelo de mejora.

### **3.6.1. Diseño de un estudio de caso**

El diseño de un estudio de caso, requiere considerar una serie de elementos (Gray, 2014):

- Objetivo que se desea alcanzar
- El caso y la Unidad de Análisis
- El marco teórico relacionado al objeto de estudio
- Preguntas de investigación
- Método empleado para recoger datos.
- Estrategia para seleccionar el contexto de recogida de los datos

Según Easterbrook y Aranda (2006), las proposiciones pueden ser elementos considerados en el diseño, para efectos de probar alguna teoría o hipótesis si el estudio lo define. Los estudios de caso pueden ser usados en Ingeniería de Software en diferentes situaciones:

- . Cuando no se pueden controlar las variables
- . Cuando el número de variables supera los datos o puntos para obtener datos
- . No se puede separar los eventos estudiados del contexto
- . Cuando el contexto es importante
- . Si se necesita saber si los resultados de otros estudios o teorías aplican a un determinado contexto.

En esta tesis el estudio de caso se lleva a cabo para verificar que los resultados de la investigación pueden compararse y validarse con las situaciones que se dan en la industria y la práctica con respecto a PdC al PdS.

### **3.6.2. Importancia de la vinculación de datos con las preguntas de la investigación**

El estudio de caso es un método del enfoque cualitativo, por lo tanto no es tan preciso vincular datos a las proposiciones como lo hace el diseño de experimental. No obstante, cualquier sea el tipo de estudio de caso definido, es importante vincular los datos de forma lógica con las preguntas de la investigación. Una técnica propuesta por Easterbrook & Aranda, (2006) es la coincidencia de patrones (pattern matching) en la que se describen varios patrones potenciales y luego se comparan con los datos del estudio y ver cuáles el más cercano.

### **3.6.3. Interpretación de los resultados**

En los estudios de casos, los criterios para interpretar los encuentros deben definirse desde el inicio de la investigación. Debido a la naturaleza flexible de los estudios de casos no hay consensos en la forma de interpretar los hallazgos y pocos estudios se han llevado al respecto (Easterbrook & Aranda, 2006).

### **3.6.4. Validación**

Los estudios de casos como otros métodos, tiene que pasar por un proceso de validación. Algunos criterios extraídos de la investigación empírica, pueden denominarse validez de constructo, validez interna, validez externa y confiabilidad empírica. La confiabilidad empírica necesitaría que el estudio de caso al repetirse, presente los mismos encuentros.

## **3.7. El Proceso de la investigación a través de la metodología**

La metodología constituye el conjunto de procedimientos, procesos y pasos que determinan cómo se aplicará el paradigma y el enfoque estratégico escogido en la investigación. Para ello se define el papel que juega en la investigación y los principales procedimientos que se llevan a cabo.

Según Maxwell (2013), los factores principales que conducen al diseño de la investigación se integran en una serie de componentes de su modelo interactivo que van desde el propósito, contexto, preguntas de investigación los métodos y la validación. No obstante, también incluye una serie de factores ambientales que delimitan las prácticas de la investigación. Algunos de estos factores muestran la relación que motiva al investigador a realizar el estudio según ciertos parámetros de motivación.

Para efectos del modelo de Maxwell (2013), existen razones para inclinarse por la investigación fundamentada en los factores del entorno. La Tabla 3.11 recoge estos factores y los describe en función de la investigación de esta tesis.

<b>Factores</b>	<b>Descripción</b>
Normas éticas	En esta investigación se guardan las cuestiones éticas a través del compromiso de la confidencialidad de los nombres y respuestas de las empresas y personas participantes. De la misma manera cualquier otra información que pudiera identificar a la empresa y sus colaboradores.
Interés del participante	Se identifican las razones que avocan a una PYME de software a llevar a cabo un proyecto de PdC al PdS.
Prueba piloto-Experiencia personal	Existe una estrecha relación entre el sondeo realizado y la experiencia del investigador. Estos elementos y su relación, motivaron la investigación del tema.
Accesibilidad de la información y de la personas	Por las características de las empresas y las personas, se decidió la entrevista en profundidad.
Fondos	Escasos para la magnitud de la investigación.

**Fuente: adaptado de Maxwell, 2013.**

**Tabla 3.11. Factores ambientales de la investigación.**

La Metodología de esta tesis tiene seis (6) fases: La definición y diseño del Marco de Trabajo, Análisis de Contenido, Interpretación, Redacción de Resultados, Validación mediante Estudio de Caso y las Conclusiones.

Algunas de las fases de la metodología están subdivididas en subetapas y subproductos que unidos, constituyen la metodología utilizada de esta tesis.

### **3.7.1. Definición y Diseño del Marco de Trabajo**

El marco de trabajo conceptual, definido en esta tesis lo constituye el sistema de conceptos, las asunciones, expectativas, creencias y teorías que apoyan e informan de la investigación (Creswell, 2013). Para contar con este marco se ha definido una serie de gráficos y conceptos que explican de algún modo el contexto -marco teórico si se prefiere- de los Procesos de Cambio al Proceso de Software, las disciplinas y sus relaciones que intervienen en este estudio.

En esta tesis el marco de trabajo está compuesto por:

- Un estudio exploratorio oportuno a profesionales y expertos en el tema que describe de modo general, los problemas que enfrentan las empresas de software cuando se avocan a cambios en la forma de desarrollar software, también los escenarios organizacionales de los cuales surgen ideas de cambios al proceso de software.
- El propio diseño de la investigación (planteamiento del problema, los objetivos y las hipótesis).
- Conocimiento adquirido de las experiencias profesionales propias.

Seguidamente se presenta el análisis de contenido como la técnica que apoya el método adoptado en esta tesis.

### **3.7.2. Análisis de Contenido**

El Análisis de Contenido es un proceso cíclico y circular (Ruiz, 2007; Bush et.al., 2015). Consiste en la lectura de textos, que han sido transcritos de entrevistas grabadas, de documentos, de narraciones y de vídeos. La recolección previa de los datos, obedece a

la escogencia de una estrategia y de los métodos adecuados que se ajusten al contexto de la investigación. De igual manera el análisis de los datos tiene el propósito de obtener conocimiento -en forma de teoría- de los datos recolectados.

**3.7.2.1. Selección del objeto de análisis.** Antes de clasificar el material, se decide una serie de supuestos respecto a la forma de llevar la organización y el análisis de los materiales y datos recolectados. Los supuestos asumidos condicionan el análisis en las primeras o las últimas iteraciones de análisis que se realicen. Casi siempre, estas decisiones surgen desde que se define la intención de la investigación.

**3.7.2.2. Desarrollo del preanálisis.** En este paso se organiza la información, se clasifican las entrevistas y se desarrollan los primeros tratamientos de los materiales (entrevistas) seleccionados. Se elaboran guías de trabajo flexibles de tal manera que no obstruyan la emergencia de datos desde el análisis propiamente (Teoría Fundamentada).

**3.7.2.3. Definición de unidades de análisis.** Se definen unidades de análisis, de acuerdo a una previa clasificación de textos que interesan a la investigación. Estos segmentos de textos con significado (Unidades de Registro) son analizados, categorizados y posteriormente sobre ellos se desarrollan inferencias. Se definen unidades de análisis desde el punto de vista gramatical y seleccionando vocablos o frases del texto.

**3.7.2.4. Establecimiento de reglas de análisis y códigos de clasificación.** Las reglas e análisis se definen con el propósito de tener las condiciones para codificar y categorizar un material. Lo que puede ser una regla es que las unidades de análisis definidas se agrupan, por ejemplo, con textos separados que guarden alguna similitud (análisis relacional) para que después se conviertan en una categoría. Las reglas pueden afinarse a medida que se añaden más materiales.

**3.7.2.5. Construcción de códigos.** Las reglas ayudan a obtener un conjunto de códigos ya que al agrupar segmentos con similitudes, al final se da un nombre o código

a todo el grupo. Los códigos deben ser nombres con significado para la investigación, es decir una palabra o símbolo de un concepto conocido en el marco del estudio.

**3.7.2.6. Desarrollo de categorías.** Las categorías se obtienen mediante la vinculación de información introduciendo reflexiones en el estudio de tal manera, que den paso a nuevas interpretaciones y nuevas teorías (Teoría Fundamentada).

### **3.7.3. Interpretación de los datos**

La interpretación de los datos se realiza de forma provisional y de forma final. En la interpretación provisional los datos se comparten con expertos o miembros del grupo de investigación mientras que la interpretación final es la interpretación que forma parte del informe final de la investigación.

#### **3.7.3.1. Verificación**

La verificación se realiza cuando la interpretación es llevada a cabo no sólo por el investigador principal sino también por otros miembros expertos del grupo de investigación, en nuestro caso por otros miembros de la comunidad científica, actuando de expertos revisores.

#### **3.7.3.2. Validez**

Para que los resultados del análisis de datos cualitativos tengan validez, primeramente se comprueba el rigor del proceso al que se han sometido (validez interna), seguidamente a la replicación de la investigación por otros métodos o materiales cualitativos (grupos focales o estudio de caso) de tal manera que puedan comprobarse resultados similares (validez externa). (Easterby-Smith, Thorpe, & Jackson, 2012).

### **3.7.4. Redacción de los resultados**

La redacción de resultados es la etapa final de los pasos, actividades y procedimientos, reunidos en la metodología, en la que se trabaja no sólo redactando sino discutiendo los resultados.

#### **3.7.4.1. Presentación.**

Se compilan los resultados obtenidos de las fases llevadas a cabo, desde los resultados provisionales hasta resultados finales.

#### **3.7.4.2. Discusión.**

Se desarrollan reflexiones acerca de los resultados. La discusión se desarrolla en torno a los objetivos de la tesis, las preguntas de investigación y las proposiciones presentadas.

#### **3.7.5. Validación**

Se aplica un Estudio de Caso para el contraste de los resultados. El estudio de caso utilizado como método de contraste y validación, se generó de un caso real de la industria de software.

#### **3.7.6. Conclusiones**

En las conclusiones se propone una solución de acuerdo a los resultados, las implicaciones de esta tesis, los inconvenientes, las contribuciones de esta tesis y trabajo a futuro.

Resumiendo, la metodología utilizada en esta tesis, se presenta en la Figura 3.4. El siguiente capítulo presenta la aplicación de la metodología de acuerdo a los principios y teoría de la investigación cualitativa, bajo el enfoque del pragmatismo, utilizando características de la Teoría Fundamentada (Método) y el Análisis de Contenido (Técnica) y su discusión a la luz de los resultados. Para la contrastación y validez de los resultados, se aplicó el estudio de caso generado a partir de un contexto real de la industria de software.

Proceso de Cambio: Formalización y valorización con Análisis Costo-Eficiencia en fase inicial para mejora del Proceso de Software

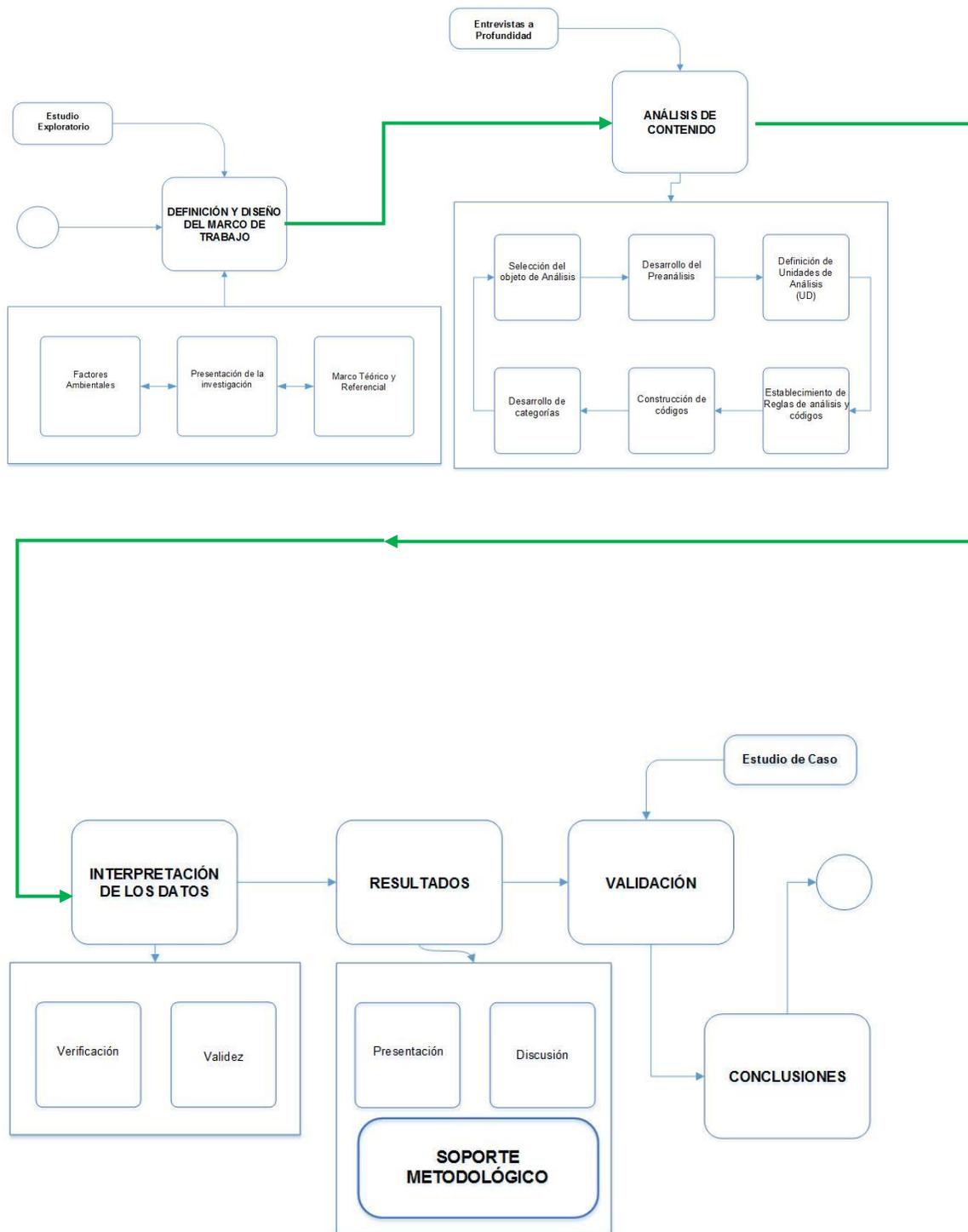


Figura 3.4 La Metodología

## **CAPÍTULO 4. RESULTADOS**

Esta tesis se enfoca en el Proceso de Cambio al Proceso de Software, específicamente la fase inicial con el propósito de conformar, evaluar y valorar la propuesta con la recomendación de un marco metodológico que incluya ACE como técnica de valoración económica.

Para llevar a cabo esta investigación un paso importante es la recolección de evidencias de la práctica en las PyME dedicadas a desarrollar o adquirir software ya sea para su uso, adecuación o distribución a terceros.

La metodología desarrollada se aplica en los siguientes apartados obteniendo a su paso los resultados y hallazgos de esta investigación. El documento principal de recolección de datos ha sido la entrevista en profundidad a diferentes interesados e involucrados en el PdC al PdS, de distintos niveles de mando y coordinación de la organización. En la discusión de los resultados se consideró las notas tomadas durante la entrevista.

Seguidamente, la presentación del soporte metodológico **SM** como aporte principal de esta tesis cuyo objetivo es proporcionar un marco de trabajo para la formalización, conformación, evaluación y valoración de la propuesta de un programa de PdC al PdS en una organización de software.

#### 4.1. Aplicación de la metodología y obtención de los resultados

La metodología de esta investigación está formado por seis (6) fases pilares:

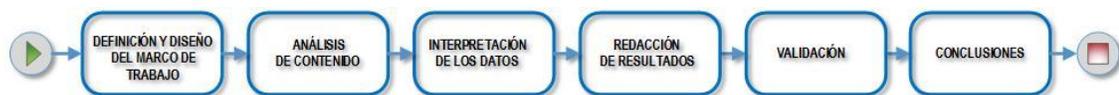


Figura 4.1. Fases principales de la metodología.

La elaboración y aplicación de la metodología fue posible a través de un exhaustivo análisis de los componentes del escenario de investigación, la PyME de software, una estudio exploratorio en los albores de esta investigación, la revisión del tema teórico y los avances de lo actuado a la fecha en materia de aportes a la Mejora del Proceso de

Software desde la perspectiva de dos disciplinas principales: La Ingeniería de Software y la Dirección de Proyectos.

La metodología de trabajo se enfoca en los aspectos cualitativos de la relación proceso-interesados-organización bajo la influencia de la investigación cualitativa, específicamente la Teoría Fundamentada y el Análisis de Contenido, sin negar la existencia de una línea transparente con otras corrientes filosóficas en este estudio, sobretodo en el momento de interpretar los resultados.

## A. DEFINICIÓN Y DISEÑO DEL MARCO DE TRABAJO

El Marco de Trabajo lo define el contexto o escenario, las áreas claves del conocimiento, las disciplinas asociadas al tema de investigación y el tema focal objeto de investigación. La Tabla 4.1 muestra el **Marco de Trabajo**.

<b>CONTEXTO</b>	<i>PyME de Software o de Tecnologías de Información</i>
<b>ÁREAS CLAVES DEL CONOCIMIENTO</b>	<i>Procesos de Cambio (Mejora) PdC-SPI al Proceso de Software (PdS) y Análisis Costo-Eficiencia (ACE)</i>
<b>DISCIPLINAS ASOCIADAS</b>	<i>Ingeniería de Software, Dirección de Proyectos, Sistemas de Información y Ciencias Económicas y Financieras</i>
<b>TEMA FOCAL</b>	<i>Fase Inicial (F1) del SPI</i>
<b>REFERENCIAS EN LA TESIS</b>	<i>Capítulo I y Capítulo II</i>

**Tabla 4.1. Marco de Trabajo**

**Estudio exploratorio inicial**<sup>25</sup>. A fin de conocer de forma general cuáles son los problemas de los proyectos de software, se aplicó un estudio exploratorio a través de encuestas estructuradas y la revisión de Casos de Negocio de forma oportunista. La investigación se realizó con profesionales que laboran en *PyME* involucradas en el desarrollo, adquisición y adaptación de software. Los participantes están distribuidos en diferentes áreas geográficas y en varios niveles estratégicos de la empresa.

---

<sup>25</sup>Ver Anexo 7, con el diseño del Estudio de Exploratorio inicial.

Los criterios principales para participar de la encuesta fue el nivel de compromiso en un proyecto de cambio de proceso de software a través de la definición del rol y las funciones. El perfil de los participantes se refleja en la Tabla 4.2.

<b>Nivel de compromiso</b>	<b>Tipo de encuestados</b>	<b>Rol</b>	<b>Función</b>
Estratégico	Gerentes (CEO)	Administrador	Autorización de recursos y presupuestos
Operativo	Equipos externos, internos o mixtos	Equipos de PdC al PdS (SPI).	Implementa actividades de mejoras. Adopción de nuevos patrones de comportamientos y nuevas herramientas
Interesados	Profesionales internos y externos	Personal administrativo, desarrolladores, Ing. de Software	Personales claves de un equipo que facilitan el avance de un proyecto de mejora

**Tabla 4.2. Perfil de los encuestados del estudio exploratorio.**

Se obtuvo respuesta de encuestas de cuatro (4) gerentes de empresas, tres (3) gerentes de áreas claves de las empresas (nivel operativo), y seis (6) interesados en los cambios al PdS. Ver Tabla 4.3.

<b>Tipo de Encuestados</b>	<b>Número de encuestados</b>
Gerentes (CEO)	4
Gerentes de nivel operativo	3
Interesados, desarrolladores, Ingenieros de software, programadores	6

**Tabla 4.3. Encuestados del Estudio Exploratorio**

Al total de las encuestas (13) se aplicó un **análisis conceptual** para obtener los conceptos que identificaran problemas en los proyectos de software. El objetivo fue extraer el escenario actual de los problemas (organizacionales o de otra naturaleza),

de las PyME de Software, que impactan en la forma de desarrollar software. El resultado se refleja en la Tabla 4.4.

<b>Análisis Conceptual</b>	Nivel de análisis: una frase
	Conceptos: 14
	Cuatro categorías de conceptos: DP, CC, CO, PS

Categoría	Frecuencia	Porcentaje
DP-Dirección de proyectos	15	43 %
PS-Proceso de Software	7	20 %
CO-Cultura Organizacional	7	20 %
CC-Control de Cambios	6	17 %

**Tabla 4.4. Análisis Conceptual. Conceptos y categorías del Estudio Exploratorio**

**Problemas del Software.** El estudio exploratorio atribuye un 43 % del problema a la falta de lineamientos precisos de Dirección de Proyectos (DP) en el desarrollo de software. La Cultura Organizacional (CO) y el propio Proceso de Software (PS), 20 % y Control de Cambios (CC) con un 17%. Este estudio se utilizó para conformar el marco teórico, de trabajo de la tesis y para decidir el contexto de la investigación.

## B. ANÁLISIS DE CONTENIDO

El Análisis de Contenido con enfoque cualitativo se realiza sobre temas de declaraciones manifiestas y directas de la entrevista (contenido temático).

- **Selección del objeto de análisis**

La estrategia para la recolección de los datos fue la *entrevista a profundidad*. El propósito fue la extracción de contenidos explícito e implícito de las entrevistas en profundidad. La entrevista en profundidad se utilizó debido a la especificidad de la información que debía recabarse. Se aplicó a profesionales en tres niveles de

estratégicos de la empresa. La entrevista siguió un protocolo de acuerdo a la investigación cualitativa (Oram & Wilson G, 2011). (Ver Anexo 8).

- **Desarrollo del preanálisis.**

Se envió solicitud de entrevista a 96 profesionales de la industria del software de cuatro países diferentes (España, Panamá, Costa Rica, México y Estados Unidos). Cincuenta y seis (56) respondieron al llamado de los cuales solo se realizaron treinta y dos (32) entrevistas, siendo la mayoría de Panamá y España. Se seleccionaron veinte (20) entrevistas para el estudio con base a la función y responsabilidad del participante en la organización. Las entrevistas restantes se descartaron ya que tenía errores de grabación, o las respuestas no se enlazaban al contexto de la investigación (preguntas de investigación).

Las entrevistas fueron grabadas de forma presencial, por videoconferencia y auto administrado en formato encuesta. Se clasificaron por el rol del profesional (Gerentes, Directores de Tecnologías de Información y de Calidad, Directores de Proyectos, Ingenieros de Software o desarrolladores y Gestores del Cambio Organizacional). Los Gestores del Cambio organizacional se añadieron a partir del estudio exploratorio efectuado al inicio de esta investigación como parte del Marco de Trabajo. Las entrevistas seleccionadas por el rol del participante y por país, se observan en la Tabla 4.5.

Rol	Entrevistas por país		Núm. Entrevistas
	Panamá	España	
Gerente General	2	1	3
Gerentes de Tecnologías de Información y de Calidad	1	2	3
Directores de Proyectos	3	3	6
Ingenieros de Software, desarrolladores de software	2	2	4
Gestores del Cambio	2	2	4
<b>Total</b>	<b>10</b>	<b>10</b>	<b>20</b>

Tabla 4.5 Entrevistas realizadas

Otros documentos. Las notas tomadas durante la entrevista con anotaciones relevantes se han considerado para la discusión de los resultados.

- **Definición de Unidades de Análisis**

Antes de trabajar la construcción de códigos hizo falta definir las unidades de análisis iniciales para construir categorías y subcategorías:

- Definir la Unidad de Contexto (UC). Constituye el universo de estudio de la investigación de esta fase
- Definir la Unidad de Registro (UR). Son los segmentos de texto al cual se le asigna un código
- Unidades de Análisis (UA). Son las dos anteriores, Unidad de Contexto y la Unidad de Registro.(Ver figura 4.6 a).

Unidad de Contexto (UC)	<i>La entrevista a profundidad</i>
Unidad de Registro (UR)	<i>Segmentos de textos</i>
Unidad de Análisis (UA)	<i>Los segmentos de texto + las notas tomadas durante la entrevista</i>

Figura 4. 6. a Base para la generación de UA

- **Reglas de análisis y códigos de clasificación**

1. Para la selección del cuerpo de entrevistas se utilizaron los criterios de exhaustividad y pertinencia.

$$\{ES\} = f(E_x, P_e)$$

Donde **ES**es el conjunto de entrevistas seleccionadas, **E<sub>x</sub>**es el criterio de exhaustividad, **P<sub>e</sub>**el criterio de pertinencia.

2. La selección de los conjuntos de segmentos de texto se realizó en virtud de la relación con las preguntas de investigación.

Cada segmento de texto **Segtx** pertenece a una o más entrevistas del conjunto **ES**

$$\text{Segtx}_i \in \{ES\}, \text{ y } \Rightarrow \{\text{Segtx}_{i,n}\} \in \{ES_{i,N}\}$$

Donde  $n$  es el número de segmentos **Segtx<sub>i</sub>** obtenidos y  $N$  es el número de entrevistas **ES<sub>i</sub>** seleccionadas.

Todo segmento de texto **Segtx<sub>i</sub>** ( $i = 1, n$ ) pertenece a un conjunto **Segtx<sub>i,n</sub>** de tal forma que,

$$\mathbf{Segtx}_i \in \{\mathbf{Segtx}_{i, (i=1, n)}\}$$

De tal manera que,

$$(\exists \mathbf{Segtx}_i \in \{\mathbf{Segtx}_{i (i=1, n)}\}) [\{P_{j=1, 3}\}]$$

Donde  $P_j$  son las preguntas de investigación de la tesis.

Se establece la clasificación del texto considerando las preguntas de investigación, y el rol del participante entrevistado para todo el material de entrevistas seleccionado, y tomando en cuenta las reglas del análisis. Los segmentos de textos surgieron de una lectura exhaustiva de los contenidos de las entrevistas para conformar la **Unidad de Registro**.

La Figura 4.3 relaciona los conjuntos de segmentos de textos por pregunta de investigación y rol del participante entrevistado

<b>Objetivo de Investigación:</b> Proponer un Proceso de Cambio al Proceso de Software que formalice, evalúe y valore la propuesta en la fase Inicial, a través del Análisis Costo-Eficiencia.				
<b>Participantes</b>	<b>PI<sub>1</sub>:</b> ¿Qué artefactos conforman la propuesta de un programa de PdC al PdS en las organizaciones de software?	<b>PI<sub>2</sub>:</b> ¿Cómo evalúan las organizaciones de software los programas PdC de los Procesos de Software?	<b>PI<sub>3</sub>:</b> ¿Qué se usa para valorar un programa PdC al PdS?	
Gerente General	{Segtx <sub>1,1</sub> }	{Segtx <sub>1,2</sub> }	{Segtx <sub>1,3</sub> }	<b>UNIDADES DE REGISTRO</b>
Gerente de Tecnología y de calidad	{Segtx <sub>2,1</sub> }	{Segtx <sub>2,2</sub> }	{Segtx <sub>2,3</sub> }	
Directores de Proyectos	{Segtx <sub>3,1</sub> }	{Segtx <sub>3,2</sub> }	{Segtx <sub>3,2</sub> }	
Ingenieros de software, Desarrolladores	{Segtx <sub>4,1</sub> }	{Segtx <sub>4,2</sub> }	{Segtx <sub>4,3</sub> }	
Gestores del Cambio	{Segtx <sub>5,1</sub> }	{Segtx <sub>5,2</sub> }	{Segtx <sub>5,3</sub> }	

Figura 4.3. Unidad de Análisis relacionadas a la investigación

- **Construcción de Códigos**

La lista de conceptos temáticos (códigos) por pregunta de investigación se define con base a los aspectos teóricos recopilados y la experiencia previa de la investigadora. Los códigos iniciales por pregunta de investigación se definen en las tablas 4.6, Tabla 4.7 y Tabla 4.8 respectivamente.

**PI<sub>1</sub>: ¿Qué artefactos conforman la propuesta de un programa de PdC al PdS en las organizaciones de software?**

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>
<b>P1AT</b>	Componente técnicos
<b>P1CO</b>	Componentes organizacionales
<b>P1CE</b>	Componentes de evaluación y valoración

**Tabla 4.6 Códigos temáticos para la Pregunta de Investigación No.1**

**PI<sub>2</sub>: ¿Cómo evalúan las organizaciones de software los programas PdC de los Procesos de Software?**

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>
<b>P2EE</b>	Evaluación externa
<b>P2EI</b>	Evaluación interna
<b>P2PE</b>	Políticas estratégicas

**Tabla 4.7 Códigos temáticos para la Pregunta de Investigación No. 2**

**PI<sub>3</sub>: ¿Qué se usa para valorar un programa PdC al PdS?**

<b>Código</b>	<b>Nombre</b>
<b>P3JE</b>	Estimaciones con base a juicios de expertos
<b>P3AF</b>	Análisis financiero
<b>P3AE</b>	Análisis económico

**Tabla 4.8. Códigos temáticos para la Pregunta de Investigación No. 3**

Las tablas 4.6, 4.7 y 4.8, constituyen los códigos iniciales para conformar las unidades de registro y continuar con el siguiente paso del análisis del contenido.

En función de la codificación inicial se seleccionan los segmentos de textos de las entrevistas y se les coloca el código que refleje alguna similitud. Este proceso se realizó de manera cíclica y haciendo interpretaciones provisionales y numerosas hasta llegar a una interpretación final en cada entrevista, con grupos de entrevistas por categorías de grupos de profesionales entrevistados.

Los segmentos de textos seleccionados y relacionados a los códigos iniciales en las tablas del Anexo 9.

- **Desarrollo de categorías**

Las categorías se crean en torno a las preguntas de investigación. Los códigos iniciales sirven de primer grupo de categorías. No obstante, el análisis exhaustivo de las unidades de registro (segmentos de texto), generó nuevas categorías que muestran relaciones de datos no tan explícitos en la entrevista. La Tabla 4.9 muestra las categorías obtenidas.

	Gerente General	Gerentes TI y de calidad	Director de Proyectos	Ing. Software, desarrolladores	Gestores de Cambio
Categoría 1	<b>Unidades</b>  de  <b>Registro</b>				
Categoría 2					
Categoría 3					

Tabla 4.9. Categorías por participantes generadas a partir de las preguntas de investigación y las unidades de registros (UR) obtenidas de la codificación de los segmentos de texto.

### C. INTERPRETACIÓN DE LOS DATOS

Seguidamente el juicio de expertos en investigación cualitativa verificó el proceso de aplicación de la metodología y la generación de los datos para proveer una validación interna (Anexo 10. Lista de chequeo del análisis de contenido-validez interna).

La validez externa se realizó a través de inspección de los resultados por dos tipos de expertos; académicos y profesionales. Interesados en el tema de la investigación (Anexo 4.4 Lista de chequeo de los resultados del análisis de contenido-validez externa).

## RESULTADOS

### 4.2. Discusión de Resultados

De las tablas 4.6, 4.7, y 4.8, generadas a partir del análisis de las entrevistas a profundidad, se realizó la vinculación de las Unidades de Registro con los códigos iniciales. Los resultados se presentan por pregunta de investigación en las Tablas 4.10, 4.11 y Tabla 4.12 respectivamente.

Código	Unidades de Registro (Segmentos de textos clasificados)
<b>P1AT</b>	Aspectos técnicos, Documentación técnica, Situación actual, Tipo de respuesta para resolver el problema, Características del producto del cambio, Alcance de la mejora, Cómo se mejora la calidad en la producción, Mas factores técnico que de inversión
<b>P1CO</b>	Equipos de colaboradores, Políticas de la empresa, Nueva formación, Plan de trabajo, Estrategias de la organización, Problema, Justificación, Cambios internos, Cambios externos, Problema que resuelve, Comité de transformación propone el cambio
<b>P1CE</b>	Presupuesto, Cuánto se invertirá, Análisis de mercado, Impacto financiero, Impacto técnico
<b>EMERGENTES</b>	No hay propuestas formales, Decisión de alta gerencia, Actas de reuniones, Formación para el cambio, Personal que participa, Propuesta informal, La propuesta es desarrolla por la consultora externa, Propuesta informal

Tabla 4.10. Vinculación de Códigos Iniciales con Unidad de Registro. Pregunta de investigación No. 1

### Análisis Conceptual.

Código	Cantidad de Respuestas
<b>P1AT</b>	8
<b>P1CO</b>	11
<b>P1CE</b>	6
<b>EMERGENTES</b>	8

Tabla 4.10a. Análisis Conceptual de UR. Pregunta de investigación no. 1

Código	Unidades de Registro (Segmentos de textos clasificados)
P2EE	Juicio de expertos para valorar el costo de la propuesta, Consultores externos, La propuesta es desarrollada por la consultora externa
P2EI	De acuerdo a resultados, Negociación entre partes involucradas, Prioridad de la propuesta, Supuestos de la propuesta, Tipo de respuesta para resolver el problema, justificación, Decisión de la gerencia y los directivos, Integración de equipos funcionales, Dirección de Tecnología, Reuniones de evaluación, Benchmarking, Comité de transformación propone el cambio
P2PE	Comité de alto nivel, comunidades de apoyo
EMERGENTES	Determinación de la gerencia, Actas de reuniones, Por el impacto, Experiencias comparativas, Director financiero en el equipo, Cuantificación de beneficios, Cuestionario para costear el problema, Prioridad del cambio, Dirección General toma la decisión, Si hay aumento de ingresos, Si hay ahorros en costos, Pruebas piloto para el cambio, Referencias de otras personas (externas), Propuesta informal

Tabla 4.11. Vinculación de Códigos Iniciales con Unidad de Registro. Pregunta de investigación No. 2

### Análisis Conceptual

Código	Cantidad de Respuestas
P2EE	2
P2EI	11
P2OE	2
EMERGENTES	14

Tabla 4.11a. Análisis Conceptual de UR. Pregunta de Investigación no. 2

Código	Unidades de Registro (Segmentos de textos clasificados)
P3JE	Equipos experimentados realizan las evaluaciones
P3AF	ROI, Rentabilidad, ROI, Contabilidad financiera Amortización, ROI, Evaluación financiera, ROI, Análisis Costo-Beneficio
P3AE	Ahorros, Contabilidad de costos, Contabilidad analítica, Valores añadidos, Beneficio final, Costos, Costo ahorrado a posteriori, Costo actual vs. Costo del cambio, Ahorro
EMERGENTES	Nivel de satisfacción, Mediciones intuitivas, Evidencias a posteriori, Sin formalidad de valoración, Aspectos intuitivos, Valores añadidos, De acuerdo al informe de calidad, Esfuerzo, Riesgo, Tablas de ponderación, Esfuerzo

**Tabla 4.12. Vinculación de Códigos Iniciales con Unidad de Registro. Pregunta de investigación No. 3**

<b>Código</b>	<b>Cantidad de Respuestas</b>
<b>P3JE</b>	1
<b>P3AF</b>	9 (ROI con 4 respuestas)
<b>P3AE</b>	7
<b>EMERGENTES</b>	12

**Tabla 4.12a. Análisis Conceptual de UR. Pregunta de investigación no.3**

El análisis de contenido aplicado a entrevistas en profundidad, ha sido realizado y conducido por las preguntas de investigación planteadas en esta tesis, por participantes y por los hallazgos (emergentes).

Las preguntas de investigación constituyen las inquietudes derivadas del problema que se plantea en la investigación. Los participantes son los interesados e involucrados en el PdC al PdS, por lo tanto aquellos que proveen la información para responder a las preguntas de investigación. Por otra parte, los resultados también se analizaron por los hallazgos (emergentes) no codificados inicialmente pero, de interés en esta investigación. La diversidad de participantes, el escenario y el ambiente organizacional, condicionaron la conversación que llevó a la recopilación de datos y posteriormente a su análisis.

#### **4.2.1. Discusión por Pregunta de investigación**

##### **Pregunta 1: ¿Qué artefactos conforman la propuesta de un programa de PdC al PdS en las organizaciones de software?**

Del análisis conceptual se deduce una gran cantidad de componentes organizacionales en la Propuesta de un Proceso de Cambio al Proceso de Software (11 respuestas). No obstante, cuando se revisa, una alta proporción de ellos son componentes con descripciones muy generales, tipo “políticas de la empresa”, “cambios internos”, “cambios externos” sin describir cuáles cambios, cuáles políticas se incluyen en una propuesta. Los componentes organizacionales declarados por los participantes de la

entrevista manifiestan el “problema”, la “situación actual”, la posible solución, el “alcance”, que muestran una pretensión de identificar la propuesta como un proyecto (PMBok, 2013).

Por otro lado, llama la atención, un elemento estratégico de la cual emana la decisión del cambio, desde una oficina de transformación organizativa<sup>26</sup>. Los equipos de trabajo para el PdC al PdS se destacan entre los elementos organizacionales que deben incluirse, lo que podría dar idea de la importancia de los interesados y especialistas en este proceso.

De igual manera con los Artefactos Técnicos (8 respuestas), no se describe con especificidad lo que debe incluir técnicamente una propuesta de PdC al PdS. No obstante, puede declararse que el estudio arrojó elementos que pueden ser descritos como:

- Características del cambio (producto).
- Alcance de la mejora con el PdC al PdS.
- Evidencias de cómo se mejora la calidad en la producción de software.

Los elementos de evaluación y valoración se describen como presupuesto e inversión en el aspecto de evaluación financiera. En el aspecto de valoración económica, el análisis de mercado es lo más significativo. Por otro lado, el impacto financiero y técnico señalado como UR, sería el otro concepto que se aproxima al aspecto de valoración económica pero, que también puede interpretarse como elementos de los *riesgos* en una propuesta de PdC al PdS.

## **Pregunta 2: ¿Cómo evalúan las organizaciones de software los programas PdC de los Procesos de Software?**

Según los datos obtenidos, las propuestas de programas PdC al PdS son evaluadas internamente en las empresas. La variedad de formas organizacionales para tomar la

---

<sup>26</sup>La Oficina de Transformación organizativa es una especie de Oficina de Gestión de Cambio, de acuerdo a la explicación del entrevistado.

decisión: Comité de equipos funcionales, con base a resultados esperados de los interesados, oficinas de gestoras de cambio, reuniones de evaluación, evidencian que las PyME de software conforman equipos internos (aspecto organizacional) para evaluar las propuestas de PdC alPdS.

No obstante, hay casos de respuestas en la que se percibe la creencia de que si la propuesta es presentada por consultores externos, son ellos los que deben presentar “elementos para evaluarla”. La empresa de Software, toma en cuenta las referencias de las “comunidades de apoyo” para evaluar las propuestas lo que no dejan de ser decisiones intuitivas y con alto grado de subjetividad.

Los equipos estratégicos en la evaluación de propuestas PdC al PdS, están representados en la evaluación comparativa (benchmarking). Este proceso es realizado por “comités de alto nivel” y en negociación con las partes involucradas. En las PyME de software, no es frecuente que las propuestas de PdC al PdS, se evalúen con procesos formales.

### **Pregunta 3: ¿Qué se usa para valorar un programa PdC al PdS?**

El concepto de “evaluadores experimentados” es considerado como un factor para evaluar la propuesta del PdC al PdS que repite, ya que los participantes lo consideran también un “cómo” se evalúa la propuesta. Los acumulados históricos no se consideran “juicio de experto”, sin embargo, es una evaluación empírica que queda al margen de las empresas que emprenden cambio en el Proceso de Software por primera vez.

En esta tesis la evaluación y valoración de la propuesta se enfoca en la fase inicial del Proceso de Cambio, lo que causó cierta confusión al inicio de la entrevista. Una vez aclarado el tema, los participantes mencionaban el ROI como la herramienta principal de evaluación financiera de una propuesta de PdC al PdS.<sup>27</sup> Seguidamente, la rentabilidad que se interpreta en los ámbitos, se pudo aclarar en la conversación como un elemento de evaluación financiera. El tradicional Análisis Costo-Beneficio (ACB) es

---

<sup>27</sup>El ROI constituye el 44% de las respuestas como la herramienta para evaluación financiera.

otra de las herramientas empleadas para evaluar las propuestas aunque se mencionó la dificultad para utilizarla.

“La Contabilidad Financiera es el mecanismo para cuantificar la inversión financiera de la propuesta al ser aceptarla como forma de Proceso de Cambio al Proceso de Software”, así lo manifiestan los participantes. Por otro lado, la Contabilidad de Costos, se menciona como un mecanismo de valoración económica, ya que se considera la propuesta un bien adquirido que tiene un costo y por lo tanto debe valorarse. Esta definición enlaza las unidades de registro “ahorros versus costos”, “ahorros” y “costos ahorrados a posteriori” también, como elementos de valoración económica para la propuesta. Otra forma de visualizar el concepto de costo para valorar la propuesta, es a través de la comparación de “costos actuales versus costos del cambio” para proyectar el beneficio final.

#### 4.2.2. Discusión por participante en las entrevistas

Los participantes se clasificaron en cinco grupos: Gerencia General, Gerencia de Tecnología de Información y de Calidad, Directores de Proyectos, Ingenieros de Software y desarrolladores y, Gestores del Cambio.

El grupo **Gerente General** tiene claro cuatro (4) componentes que deben estar presentes en una propuesta de PdC al PdS:

- *Políticas empresariales.* Cómo enlaza la propuesta de cambio en la estrategia de la empresa.
- *Aspectos técnicos* del cambio, productos o servicios para la producción de software.
- *Aspectos financieros* de inversión y recuperación y que resultados producirá el PdC al PdS.
- *El plan de trabajo* para llevar a cabo el PdC al PdS.

La Gerencia General de la PyME de software espera valorar la propuesta por los resultados sin precisar qué tipo de resultados. A la pregunta de *¿qué resultados*

*estamos hablando?* , la respuesta de algunos ha sido “*Todos*” categóricamente. Para la Gerencia General, es de suponer que, los resultados esperados de una propuesta de cambio al PdS pueden abarcar los aspectos de valor, desempeño y productividad, eficiencia y que esté enmarcada en los planes estratégicos de la empresa, que tengan los “niveles de satisfacción apropiados”, la rentabilidad y los beneficios esperados. En este sentido, la rentabilidad se entiende como el impacto en la organización al aplicarse la propuesta.

Para la Gerencia General, los PdC de cambio al PdS consumen grandes cantidades de recursos y muchas veces no muestran los “resultados esperados”. A pesar de las evaluaciones no favorables, se llevan a cabo porque prevalece la petición de los “técnicos de información”.

Los resultados conducen a ver el *antes* del cambio y el *después* del cambio. Para la gerencia, el factor financiero pondera más que otros componentes de la propuesta para tomar la decisión, sin embargo, el juicio de expertos suele ser un factor de peso en la toma de decisión.

El grupo de **Gerente de Tecnología de Información y Gerente de Calidad**. Los resultados de este grupo hace énfasis en dos componentes de la propuesta: presupuesto y documentación técnica. El presupuesto de una propuesta se clasifica como un componente financiero de evaluación mientras que la documentación técnica es considerada por los entrevistados, como aquellas características del producto o servicio que simboliza el Proceso de Cambio, adicional a cuestiones operativas del proceso.

En otro aspecto, los participantes no se mostraron muy conocedores de la forma cómo se evalúan las propuestas, siendo las experiencias comparativas la única técnica mencionada, a pesar de que pertenecen a la línea de directivos de la empresa. No es generalizado este concepto, ya que en otros grupos de entrevistas, son los directores de TI los responsables de, no solo presentar la propuesta de cambio sino también, de aportar procesos de evaluación de las mismas.

Según el grupo de directores de TI y Calidad, las técnicas formales de evaluación de la inversión de capital (ROI, Contabilidad financiero, son los métodos preferidos para valorar la propuesta de PdC al PdS. No obstante, las valoraciones de costos actual versus costos del cambio, las mediciones intuitivas y las valoraciones no formales son respuestas frecuentes de este grupo.

**Directores de Proyecto.** Los directores de proyecto presentan una perspectiva diferente de los componentes de una propuesta de PdC al PdS. Un gran número de los entrevistados mostraron la importancia de plantear la “propuesta del PdC al PdS como un proyecto”. Los componentes de la propuesta desde el punto de vista de directores de proyecto se resumen al acta del proyecto (Project Charter-PMBoK, 2013). Un elemento organizacional interesante que añade el director de proyecto es la gestión del cambio tanto interno en la organización de la propuesta, como en la propia empresa. Los componentes de evaluación financieros son los tradicionales (ROI) y los económicos son los categorizados como costos y ahorros, y la comparación entre ellos. La mayoría de estos métodos se encuentran bien establecidos en la práctica para evaluar y valorar las inversiones. No obstante, para el director de proyecto los aspectos intuitivos también están presentes a la hora de evaluar propuestas de PdC al PdS.

**Ingenieros de Software y desarrolladores.** El grupo mayormente involucrado con el proceso de software, observa más componentes técnicos (características) que elementos de inversión en la propuesta. Para la toma de decisión y el cómo se evalúa la propuesta, el grupo muestra confusión al responder...” es una decisión de la Gerencia..., de los consultores externos...”, o en algunos casos con base a “reuniones internas de evaluación...”. Por otro lado, el grupo menciona la figura de un director financiero, que no siempre está presente en el organigrama de una PyME. Para un desarrollador las comunidades de apoyo son un referente de cómo evaluar una propuesta, lo cual denota la medida empírica y la experiencia de otros. Otros elementos de evaluación y valoración son el informe de calidad, el esfuerzo y el costo ahorrado a posteriori y no necesariamente a la propuesta del cambio.

**Gestores de Cambio.** Los participantes gestores del cambio, manifiestan ser los proponentes del cambio a procesos, sin embargo, si se trata de procesos de software lo hacen en conjunto con la Dirección de Tecnologías de Información. La acumulación histórica, una especie de lecciones aprendidas, es el referente para valorar las propuestas. Las valoraciones económicas se hacen en relación al costo actual versus costo del cambio.

4.3.2. Hallazgos (emergentes). Los hallazgos son las unidades de registro sin código temático. También llamada teoría emergente, son declaraciones de los entrevistados participantes en todos los niveles. La Tabla 4.13 muestra la lista de emergentes por pregunta y categoría de participante.

Participante	P1	P2	P3
Gerente General			Nivel de satisfacción
Gerente de Tecnología y Calidad	No hay propuestas formales, Decisión de alta gerencia, Actas de reuniones	Determinación de la gerencia, Actas de reuniones, Por el impacto, Experiencias comparativas	Mediciones intuitivas, Evidencias a posteriori, Sin formalidad de valoración,
Directores de Proyecto	Formación para el cambio, Personal que participa	Director financiero en el equipo, Cuantificación de beneficios, Cuestionario para costear el problema, Prioridad del cambio	Aspectos intuitivos, Valores añadidos,
Ingenieros de Software, desarrolladores	Propuesta informal	Dirección General toma la decisión, Si hay aumento de ingresos, Si hay ahorros en costos, Pruebas pilotos para el cambio, Referencias de otras personas (externas),	De acuerdo al informe de calidad, Esfuerzo, Riesgo, Tablas de ponderación,
Gestores de Cambio	La propuesta es desarrollada por la consultora externa, Propuesta informal	Propuesta informal	Esfuerzo

**Tabla 4.13 Unidades de Registro Emergentes por Participante y Preguntas de Investigación**

De acuerdo a la tabla 4.13, las emergencias se dan en diferentes proporciones, pero en tres grupos correspondientes a las preguntas de investigación (P1, P2, P3) presentados en la figura 4.4.

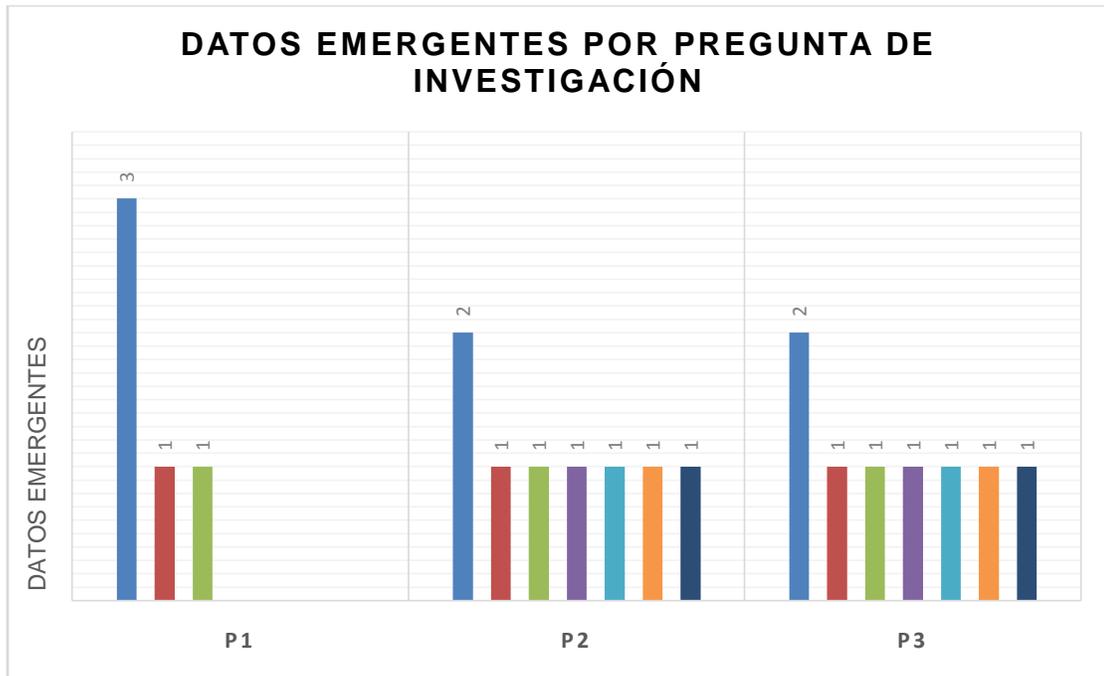


Figura 4.4. Datos Emergentes con tendencias según preguntas de investigación.

De la Figura 4.4 podemos anotar lo siguiente:

- De forma repetida (3) los participantes manifiestan que las propuestas de PdC al PdS en PyME no son formales. Los elementos son variados y están determinados por el enfoque de quien las trabaje. Así, por ejemplo el Director de Proyecto añade la formación del recurso humano para el cambio como elemento importante de una propuesta y posteriormente para el éxito del PdC al PdS.
- La forma cómo se evalúa un programa PdC al Pds, es considerada primordialmente una decisión de la alta gerencia o en su defecto por un comité en reuniones de evaluación. No hubo manifestaciones de los participantes de un proceso formal, probado o evaluado para llevar a cabo la evaluación de un cambio de esta naturaleza.
- Los aspectos y mediciones intuitivas son consideradas las herramientas utilizadas para evaluar o valorar los elementos de los programas PdC al PdS. No

obstante, otros conceptos surgieron de las entrevista: la gran variedad de técnicas y herramientas propias o de conocimiento público para realizar evaluaciones, más no tan frecuente para llevar a cabo valoraciones económicas del PdC al PdS. Cabe destacar que el *esfuerzo* es un factor importante, que formalmente se traduce en dinero.

## VALIDACIÓN

La etapa de validación se llevó a cabo con un estudio de caso en un intento por ejemplificar el proceso de cambios en una PyME de software cuyo objetivo de mejora a la producción de software se fundamentó en la certificación CMMI. El proceso de planificación del estudio de caso se encuentra en el Anexo 10.

### Descripción del Estudio de Caso de la Empresa Mx.

**Escenario y Línea de Negocio.** La empresa Mx diseña, desarrolla e implementa tres (3) líneas de productos de Software de núcleo de procesamiento – CORE Financial Software para Banca privada offshore, consumo- CORE Cooperativas para cooperativas de ahorro y Crédito –CORE Hipotecarias para sociedades de objetos limitadas y bursátiles hipotecarias. Cuenta con productos complementarios tales como COBROS para la gestión de cobranzas administrativa y judicial, BANCA VIRTUAL banca por Internet; INTELLIGENCE para inteligencia de negocios y análisis de datos; REMESAS para el envío de remesas y transferencia de dinero; LEASING software de leasing (alquiler con opción a compra) y RIESGO-Sistema de Análisis y Gestión de Riesgo en el origen de créditos.

La empresa Mx con más de 25 años de presencia en Latinoamérica con desarrollo e implementación de productos de software para el sector financiero, cuenta con equipos de profesionales expertos y los recursos tecnológicos que garantizan soluciones integrales de última generación, en más de 19 países y con más de 75 clientes de distintos sectores de la Banca.

**Objetivos de Mx.** Su objetivo primordial es el compromiso, disposición, dedicación, investigación, innovación constante para garantizar el éxito de cada proyecto. Cuenta con aliados estratégicos de negocios y tecnológicos que fortalecen y complementan la gestión diaria, eficiencia operativa y su visión de crecimiento.

El desgaste en la realización de proyectos, la baja rentabilidad por el re trabajo y la falta de calidad de los entregables, fechas tardías en las entregas de los desarrollos y/o proyectos, y su necesidad de crecer en proporción al crecimiento de los proyectos, los directivos se reúnen para hacer algo al respecto.

**Proyecto.** Con este escenario, la empresa Mx decide iniciar un proyecto de certificación CMMI cuyo objetivo fue optimizar sus procesos y recursos para consolidar la excelencia del servicio al cliente, además de lograr que sus proyectos fuesen cada vez más rentables. Con este propósito, asumir más compromisos sin tener que realizar contrataciones en proporción a los mismos. Por otro lado, estaba la necesidad de lograr una acreditación que el mercado exigía con más frecuencia en los procesos de licitación.

**Consultoría.** Para llevar a cabo el proyecto, se utiliza la consultoría de una empresa experta en asesorías para la certificación CMMI. Se creó una oficina de Gestión e Calidad que fuera responsable de liderar todas las actividades de la certificación y a la vez interlocutor con los asesores de la Consultoría contratada. De cada área operativa, se nombró una persona que pasó a ser parte de la Oficina de Calidad y que a la postre harían actividades para indagar sobre la información y las auditorías internas.

Este proceso de consultoría se basó específicamente en una serie de entrevistas a todos los niveles de la organización para establecer un diagnóstico y producto de dicho diagnóstico, establecer los planes de acción. En las entrevistas se generaban evidencias para sustentar o no, la utilización de mejores prácticas en cada área de proceso de la organización. En caso de detectar áreas de mejora se levantaba una especie de incidencia relacionada al área y se le asignaba a una persona la acción correctiva con fecha de entrega (Ver Figura 4.5).

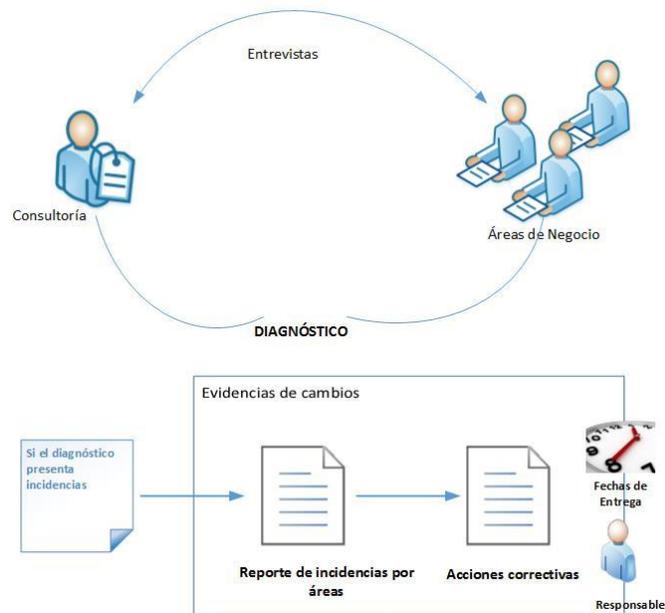


Figura 4.5. Trabajo de la Consultora CMMI en Mx

El equipo que participó en el proyecto estuvo conformado por los interesados de la Tabla 4.14. Adicional a este equipo de colaboradores, se nombraron comités por cada área de la organización, responsables de llevar a cabo las actividades de su respectiva área. El líder fue el Director de área.

**Proceso de Cambio: Formalización y valorización con Análisis Costo-Eficiencia en fase inicial para mejora del Proceso de Software**

<b>Cargos</b>	<b>Roles</b>	<b>Funciones</b>
Presidencia	Patrocinador	Promover el proyecto, proveer los recursos
Gerencia General	Definición, Aprobación coordinación a alto nivel	Definir objetivos, aprobar propuestas, coordinar a nivel directivo.
Directores	Definición, aprobación, coordinación, ejecución	Definición de planes de acción, asignación de recursos, aprobación de modificaciones a los documentos, procedimientos o metodologías, elaboración de procedimientos, metodologías, coordinación del equipo de trabajo y seguimiento de objetivos.
Ingenieros de Implementación	Ejecución, definición	Definición de planes de acción, ejecutar acciones correctivas y preventivas, elaborar formatos y guías, modificar y/o elaborar procedimientos, ejecutar los planes.
Ingenieros de Definición	Ejecución, definición	Definición de planes de acción, ejecutar acciones correctivas y preventivas, elaborar formatos y guías, modificar y/o elaborar procedimientos, ejecutar los planes.
Ingenieros de Calidad	Certificación, Auditoria	Entrevistar a las áreas, levantar incidencias, seguimiento a entregables, evaluación y diagnóstico, colaborar con los asesores externos.
Arquitectos y DBAS	Ejecución, definición	Definición de planes de acción, ejecutar acciones correctivas y preventivas, elaborar formatos y guías, modificar y/o elaborar procedimientos, ejecutar los planes.
Desarrolladores	Ejecución	Ejecutar acciones correctivas y preventivas, elaborar formatos y guías, ejecutar los planes.
Administrativos	Ejecución	Ejecutar acciones correctivas y preventivas, elaborar formatos y guías, ejecutar los planes.

**Tabla 4.14. Participantes del Proyecto de Certificación**

**Capacitación.** Se necesitó capacitar al equipo de la certificación en la Oficina de Gestión de Calidad, en procesos de certificación CMMI y al resto de la organización en el conocimiento y uso de metodologías, procesos, procedimientos guías, instructivos, uso de artefactos, que fueran objeto de creación y actualización.

**Plan de Acción.** En eso consistía el plan de acción: registrar las incidencias y establecer las acciones correctivas. El comité de certificación del área de gestión de calidad y los directores de las áreas de la organización involucradas, tenían que darle

seguimiento a los planes de acción de manera que se culminaran en las fechas indicadas para realizar un nuevo ciclo de revisión, entrevista y diagnóstico.

**El proceso.** Se percibió por mucho tiempo que más que liberar una carga se asumió otra, pues los procesos eran tediosos y demorados por el cumplimiento obligatorio por ejemplo, del uso de una herramienta, el llenado de un formulario, la consecución de firmas o el cumplimiento de etapas dependientes en un procedimiento para llegar a un objetivo. Al cabo de un tiempo se logró normar la operación, los procesos, encontrar puntos de trabajo innecesarios o replicados, y también puntos de críticos sujetos de reforzamiento de controles.

El inconveniente más crítico fue la resistencia al cambio, el pasar de una organización normada por el juicio de expertos o ser valorados por la percepción, a ser una organización cuyas decisiones se basen en métricas científicas producto de los resultados históricos, fue y sigue siendo costoso. Dado que los resultados no son tangibles en el corto plazo, gran parte de la organización no creía en el cambio, más bien lo percibían como una carga, un trabajo adicional a sus actividades diarias.

Otra situación que presentó inconveniente fue realizar las actividades propias de la certificación, como elaboración, y/o modificación e implementación de metodologías, políticas, procedimientos y artefactos, construcción de métricas, recopilación y tabulación y registro de las mismas, junto con las actividades diarias de la organización dio al traste con los tiempos planificados y casi siempre se atrasaron.

Las actividades de la certificación CMMI y sus entregables, tuvieron que ser objeto de inclusión en los objetivos personales para la evaluación de desempeño, de manera tal que se obtuviera el compromiso de toda la organización para lograr el objetivo.

**Logros.** Certificación CMMI nivel 2.

### **5.3. Discusión del caso de estudio**

La certificación CMMI no necesariamente incide en la mejora de procesos y menos aún si se trata de una organización muy pequeña. Es necesario realizar una selección previa de cuáles elementos de la lista de buenas prácticas en los procesos de las distintas áreas, darán los mejores beneficios. Por otra parte, es recomendable conocer

el proceso de certificación y para qué sirve, desde los más altos niveles directivos hasta los interesados en el proceso.

La situación planteada en este caso, evidencia la necesidad de identificar aspectos organizacionales, gestión del conocimiento de áreas involucradas y ante todo qué es el cambio para mejorar un proceso de desarrollo de productos software. Específicamente, las características de este estudio de caso son las siguientes:

- La empresa Mx de solidez en el mercado comprobada por la cantidad de clientes, presenta los problemas de re trabajo y atrasos en la entrega de sus productos que requieren atención y revisión en sus procesos principales, por parte de sus directivos.
- Por decisión de la Junta de Directiva se lanzan a un proceso de certificación CMMI y para ello contratan los servicios de una consultora externa la cual estuvo dirigiendo todo el proceso organizacional y técnico de la certificación. Este proceso fue oneroso.
- La empresa consultora tomó el proceso desde el inicio, aún sin que la **Mx** y sus colaboradores estuviesen preparada al cambio. La organización de Mx para el cambio fue realizada con la consultora.
- La formación de los colaboradores se realizó con el proceso de certificación en marcha, lo que ocasiono retrasos en el trabajo y resistencia al cambio por parte de los participantes.
- La evaluación previa del proceso de certificación fue nulo, incluso la evaluación de resultados se postergó un tiempo después de concluido el proceso de cambio.
- El ajuste de la metodología de producción de productos software (PdS), formó parte del cambio. Para este cambio específicamente, no se mostraron registros de la evaluación.
- La creación de la oficina de calidad fue un punto a favor de la organización empresarial como tal. No obstante, la contratación de nuevos colaboradores, aumentó el costo del proceso.

En atención a los resultados de esta tesis y en comparación con las anotaciones del Estudio de Caso de la empresa Mx, la Figura 4.6, resume las similitudes entre ambos, desde una perspectiva reflexiva e interpretativa de los resultados y a la luz de las preguntas de investigación, los hallazgos (emergentes) y las proposiciones planteadas.

<b>Resultados de la Tesis</b>	<b>Resultados del Estudio de Caso. Empresa Mx.</b>
La formalización de la propuesta es decisión de la alta gerencia	La decisión para la certificación CMMI fue liderada por los altos directivos
Las consultoras externas proponen y evalúan	En el caso de Mx, la consultora llevó todo el proceso de certificación pero, no acompañó al proceso de evaluación
Formación del Recurso humano como parte de la propuesta	La capacitación de los colaboradores se presentó durante el proceso de certificación (PdC)
Mediciones intuitivas, el esfuerzo, y tablas comparativas como formas y técnicas de evaluación	La evaluación y la valoración de los cambios por la certificación antes y después no es un proceso documentado en la empresa Mx. La documentación del PdC a través de la certificación está dispersa en los departamentos a pesar de la existencia de un comité de calidad.
Los actores de un PdC al PdS no están definidos en las PyME de software.	El equipo de colaboradores se conformó explícitamente con sus roles y funciones. Aunque esto no muestra garantía de éxito y eficiencia en el proceso, permitió llevar adelante las actividades para lograr el objetivo de certificación.

**Figura 4.6. Comparación de resultados de la tesis y el Estudio de caso empresa Mx.**

La discusión de los resultados con el apartado de la validación utilizando el estudio de caso, finaliza la obtención de resultados. El último paso de la metodología son las conclusiones cuyos detalles se encuentran en el Capítulo 5. No obstante, de la aplicación del proceso metodológico y la obtención de resultados podemos resumir lo siguiente:

- Mantenerse en un solo enfoque metodológico no es tarea fácil cuando se realiza investigación cualitativa. De allí la influencia de las corrientes del positivismo y

el interpretativo se ven reflejadas en las reflexiones durante la discusión de resultados.

- La validación de los resultados, si bien es un proceso de extrapolación de los resultados, el estudio de caso resultó útil para comprobar algunos de los hallazgos de la investigación y para responder las inquietudes de investigación plasmadas en las preguntas de esta tesis.
- La diversidad de participantes enriqueció el proceso de investigación. Los participantes en su rol, mostraron interés en colaborar, sin embargo, se percibe un tanto de desconocimiento de los PdC al PdS y sus implicaciones en la estrategia de negocios de la PyME de software.
- La presentación de propuestas de PdC al PdS no es un tema formal en las PyME de software y menos su evaluación y valoración. Las reglas no son claras, por el contrario, muy dispersas y algunas veces, fuera del control de los interesados.
- La alternativa de enfocar un PdC al PdS como un proyecto, está disponible y al alcance de las PyME y los tomadores de decisiones.

Estas reflexiones nos permiten plantear un *soporte metodológico***SM** para llevar a cabo un programa o proyecto de Cambio llamado PdC, al Proceso de Software PdS, o bien llamado también, la forma de producir software con los componentes adecuados de tal manera que el proceso sea enlazado con la estrategia de la empresa, participen los interesados y se lleve adelante con el convencimiento de ser un cambio gestionado eficientemente

## 5. CONCLUSIONES

Los resultados de la investigación, proporcionan los insumos para las conclusiones de esta tesis. El capítulo 5 presenta las conclusiones con las contribuciones, implicaciones y trabajos futuros como producto de esta investigación.

### 4.3. SOPORTE METODOLÓGICO

Un Soporte Metodológico (SM) puede definirse como un conjunto de componentes, unidades organizativas y procedimientos elaborados para llevar adelante un proceso de cambio llamado en esta tesis PdC, al proceso de software PdS, con la propuesta, formalizada, conformada y evaluada en esa primera fase de la mejora al proceso de software planteadas por McFeely, McKeehan & Temple (1995). La conformación del SM propuesto en esta tesis, se desarrolló de forma **iterativa** siguiendo la descripción que aquí se presenta, partiendo de los resultados de esta tesis e integrando los componentes de manera **incremental** a través de las diferentes figuras mostradas.

El Soporte Metodológico es el mecanismo para formalizar la propuesta de PdC al PdS. En esta tesis, el **SM** tiene una posición mostrada gráficamente en la siguiente Figura 4.7, con influencias de todos los resultados del estudio.

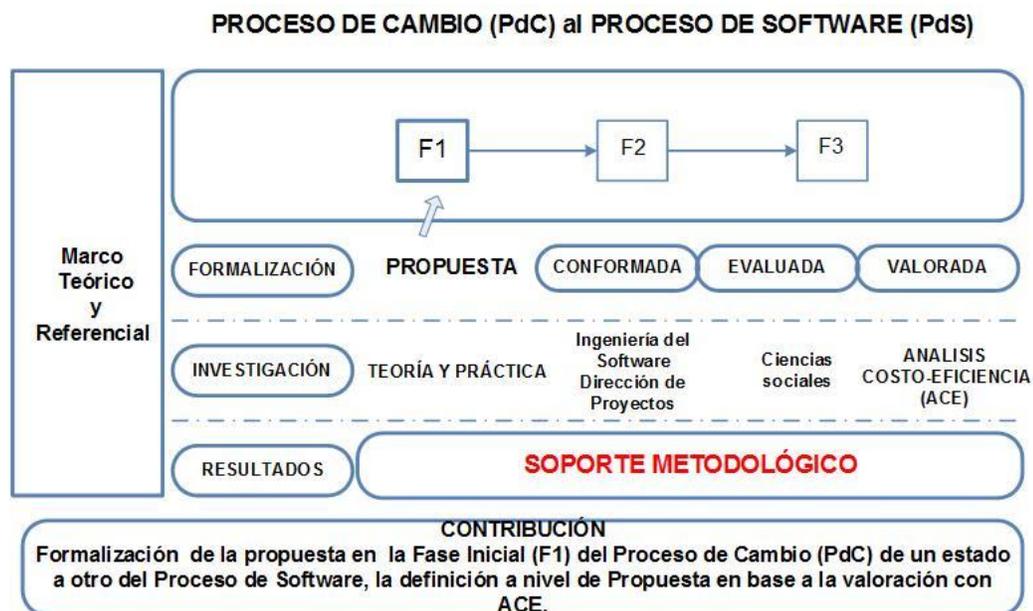
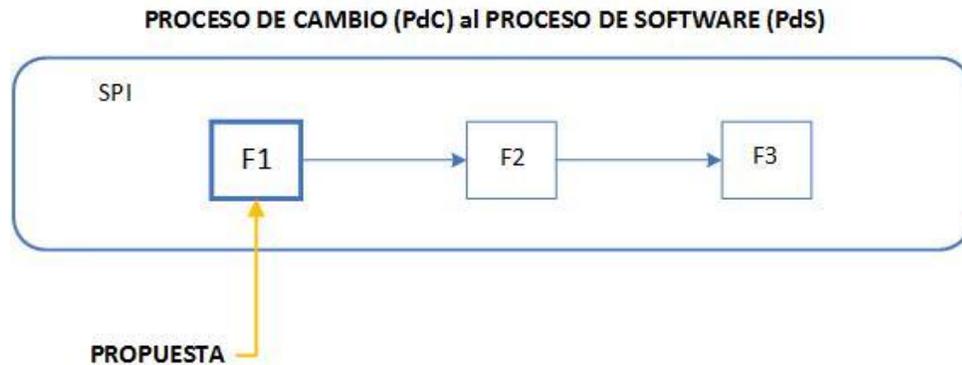


Figura 4.7. Ubicación del Soporte Metodológico en la Tesis

## Componentes

El SPI trabaja por fases. Esta tesis propone introducir la propuesta para el PdC al PdS en la F1 del SPI (ver Figura 4.8). La propuesta debe formalizarse a través de tres conjuntos de actividades; conformación, evaluación y valoración.



**Figura 4.8. La propuesta PdC al PdS en la fase inicial del SPI**

La **formalización** de la propuesta se describe a través de la conformación de los elementos que la componen, se evalúa a través de los métodos financieros y se valoriza de acuerdo a la técnica ACE recomendada. La técnica ACE permite la valoración de los valores añadidos mencionados en los resultados de esta tesis.



**Figura 4.9. Actividades de formalización de la Propuesta PdC al PdS.**

La **Conformación** de la Propuesta es la actividad de unir los elementos apropiados y/o adecuados para que la propuesta cumpla con los requisitos solicitados por la empresa. En este sentido toda propuesta de cambio debe tener al menos los siguientes elementos (ver Figura 4.10).

*Información de identificación de la propuesta, Información del proponente o proponentes, Descripción de la propuesta (Alcance, Justificación, Asunciones y problema, Tipo de respuesta al problema, Requisitos, Características del producto o cambio que resolverá el problema), Impacto en la estrategia empresarial (Técnico, Financiero, Económico), Interesados y su rol (Internos, Externos, Contrataciones) Plan de Gestión del trabajo, Costos, Riesgos...*

**Figura 4.10. Componentes esenciales de la Propuesta de PdC al PdS.**

En el Anexo 11 se presenta una plantilla con los elementos mencionados que conforman la propuesta.

**La propuesta debe ser evaluada.** Esto incluye los aspectos financieros, tanto de las técnicas o herramientas así como también los métodos sugeridos. Los resultados de esta tesis sugieren una lista de métodos, técnicas y herramientas para evaluar la propuesta:

*ROI, VPN, IRR, Tablas ponderadas, Benchmarking, reuniones de evaluación, evaluaciones comparativas, ACB, Rentabilidad, Juicios de expertos, pruebas pilotos...*

**Figura 4.11. Métodos para la evaluación de una propuesta de PdC al PdS.**

Para la **valoración de la propuesta**, se recomienda el Análisis Costo-Eficiencia (ACE) como técnica para proyectar el impacto económico en la PyME, incluyendo los beneficios del cambio desde el punto de vista económico. Por la cantidad de intangibles (valores añadidos), el ACE plantea la medición de intangibles (Hubbard, 2010) como una forma de darle valor a la propuesta y por consiguiente al PdC al PdS.

El conjunto de actividades desarrolladas para la conformación de la propuesta, reduce la incertidumbre que ocasiona una propuesta informal. Por otra parte, al formalizar la propuesta y sus componentes la misma se constituye en una guía para solicitar PdC al PdS a terceros (consultores externos), si esa es la decisión de los directivos de la PyME de software.

Con la incorporación de una propuesta de PdC al PdS formalizada en la fase inicial, los tomadores de decisiones tienen la información para llevar adelante o no, un Proceso de Cambio al Proceso de Cambio, según su complejidad, magnitud o implicaciones financieras y con más certeza del valor que aporta el cambio a la empresa, hecho crucial en PyME de software.

### **Aspectos organizacionales del PdC al PdS.**

Los aspectos organizacionales para llevar adelante un PdC al PdS pueden estar condicionados por el escenario y condiciones ambientales de la empresa. La propuesta del cambio puede ser promovida desde varias direcciones: La gerencia General (CEO), Dirección de una oficina de Proyectos, Aseguramiento de la Calidad, Gerencia del Cambio y la Dirección de Tecnología (CIO). El SM proporciona las bases para que una vez que se perciba la necesidad del cambio, se inicie la formalización de la actividad conducida a través de una propuesta formalizada y con un equipo bien informado para la toma de decisiones. La estructura organizativa seleccionada funciona desde que se elabora la propuesta hasta la ejecución, monitoreo y cierre del proyecto de PdC al PdS. (Ver Figura 4.11).



**Figura 4.12. Estructura organizacional para la gestión, monitoreo, control y cierre del proyecto PdC al PdS.**

### **Pasos para utilizar el Soporte Metodológico.**

El Soporte Metodológico es la respuesta alternativa al problema planteado. Sus entradas están proporcionalmente distribuidas en los argumentos teóricos de esta tesis (Capítulo 2), los resultados obtenidos y discutidos a través del enfoque metodológico (Capítulo 3 y Capítulo 4) y en los encuentros comparados del estudio de caso de esta tesis. Para emplear el SM, y sus componentes es válido tener un planteamiento de las siguientes preguntas:

1. ¿Qué razones impulsan a la empresa a llevar un PdC al PdS?

Ya sea que se trate de un cambio considerado de menor cuantía en duración o recursos financieros o un cambio de un impacto importante.

2. ¿Cuáles son las implicaciones administrativas que conlleva el proceso?

En muchas empresas PyME la cuestión administrativa no siempre es factor a considerar en inversiones de TI.

3. ¿Cuáles son las expectativas en cuanto a beneficios segregados de la inversión en el PdC al PdS?

Los beneficios pueden calificarse de cuantitativos y cualitativos que serán cuantitativos si se lleva un proceso de evaluación y valoración adecuadas.

Para utilizar el **Soporte Metodológico SM**, propuesto revise los siguientes apartados:

- a. Asegurarse de llevar un monitoreo de su proceso de desarrollo de software a fin de detectar fallas o inconsistencias en el mismo, que justifiquen el cambio
- b. Examine todas las dimensiones del cambio desde el inicio
- c. Determine los procesos internos que serán afectados por el cambio
- d. Verifique y evalúe los cambios organizacionales requeridos
- e. La iniciativa de PdC al PdS es una inversión por consiguiente debe generar beneficios.

- f. Los Procesos de Cambio al Proceso de Software añaden valor a la empresa (Hunter, 2009). Por lo tanto, es menester aplicar las prácticas adecuadas para el ciclo de vida como otros proyectos.

### **Soporte Metodológico y las Hipótesis**

El Soporte Metodológico, está conformado por un conjunto de componentes que avalan las hipótesis de esta investigación

*H1: El Proceso de Cambio al Proceso de Software entre un estado y otro se puede realizar con un Proceso de Cambio formal -en fases- que responda a criterios organizacionales y no necesariamente tecnológicos.*

#### **Componente:**

##### **Modelos organizacionales para gestionar el PdC al Proceso de Software**

*H2: El Proceso de Cambio en su fase inicial aporta un soporte metodológico que permite conformar, evaluar y valorar la propuesta de cambio de un estado a otro del Proceso de Software.*

### **SOPORTE METODOLOGICO**

#### **Plantillas para la Formalización de la Propuesta de PdC al PdS.**

#### **Plantillas de Plan de Trabajo para la fase inicial del SPI, monitoreo y control de la Gestión del Proceso de Cambio al Proceso de Software.**

#### **Guía de procedimientos para utilizar el Soporte Metodológico**

*H3: En el Proceso de Cambio al Proceso de Software es confusa la participación de los actores que determinan el éxito de la formalización y valoración de la propuesta de cambio.*

#### **Componente:**

##### **Perfil de los colaboradores para conformar el equipo de trabajo**

*H4: En cuanto a los aspectos de la valoración de la propuesta de cambios al Proceso de Software, es posible incluir los componentes intangibles implícitos en la conformación, valoración y evaluación del cambio.*

**Componentes:**

**Base de datos de Métodos, técnicas y herramientas para el Análisis Financiero de la Propuesta de PdC al PdS.**

**Base de datos de Métodos, técnicas y herramientas para el Análisis Económico de la Propuesta de PdC al PdS.**

*H5: En la valoración y evaluación del Proceso de Cambio al Proceso de Software, las técnicas de Análisis Costo Eficiencia permiten valorar una propuesta de cambio con más elementos para la toma de decisión.*

**Componente:**

**Guía de proceder para la valoración de la propuesta utilizando ACE**

En resumen, El Soporte Metodológico SM, contiene los componentes siguientes:

1. Modelos organizacionales para gestionar el PdC al Proceso de Software
2. Base de Datos de métodos, técnicas y herramientas para el análisis financiero de la propuesta de PdC al PdS.
3. Base de Datos de métodos, técnicas y herramientas para el análisis económico de la propuesta de PdC al PdS.
4. Guía de proceder para la valoración de la propuesta utilizando ACE
5. Plantillas para la Formalización de la Propuesta de PdC al PdS
6. Plantillas de Plan de Trabajo para la fase inicial del SPI, monitorización y control de la gestión del Proceso de Cambio al Proceso de software.
7. Guía de procedimientos generales para utilizar el Soporte Metodológico.

(Ver Figura 4.13.)

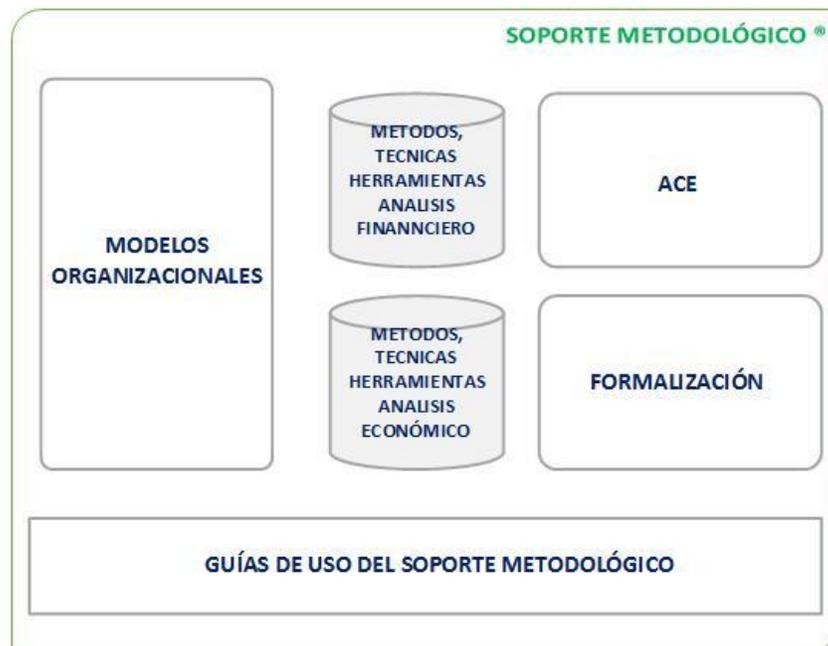


Figura 4. 13. Componentes esenciales del Soporte Metodológico SM

## **CAPÍTULO 5. CONCLUSIONES**

El Proceso de Software es un elemento importante para una empresa que se dedica a desarrollar software. El seguimiento constante de este proceso se realiza con el propósito de verificar la necesidad de actualizar, modificar o hacer cambios que mejoren la calidad de los entregables finales. Esta tesis trata del Proceso de Cambio PdC, la formalización y valorización de la propuesta en la fase inicial utilizando el Análisis Costo-Eficiencia como método de valoración para la mejora al Proceso de Software.

Las conclusiones de este trabajo están agrupadas por las contribuciones principales relacionadas con los objetivos, con las preguntas de investigación y la experiencia investigadora. Seguidamente las limitaciones de la tesis y de los resultados. Luego las implicaciones de esta tesis con las disciplinas envueltas en este trabajo. Finalmente, las líneas de investigación propuestas y los trabajos a futuro en continuidad de esta tesis.

## **5.1. Contribuciones**

En este capítulo se presentan las contribuciones de esta tesis en tres ámbitos específicos: en relación a los objetivos, las preguntas de investigación y desde la experiencia investigadora

### **5.1.1. En relación a los objetivos**

El objetivo general de esta tesis:

*Proponer un Proceso de Cambio al Proceso de Software que formalice, evalúe y valore la propuesta en la fase Inicial, utilizando el Análisis Costo-Eficiencia a través de un Soporte Metodológico que incluya los aspectos técnicos, organizacionales y valorativos.*

El Soporte Metodológico SM provisto en esta tesis contiene todos los elementos para formalizar propuesta:

- Plantilla con los elementos para formalizar una propuesta de PdC al PdS
- Base de datos con métodos, técnicas y herramientas para el análisis, evaluación financiera y económica de la propuesta de cambio y su guía de uso y actualización
- Un componente de Análisis Costo-Eficiencia (ACE) para la valorización de la propuesta de PdC al PdS.
- Modelos de estructura organizacionales y perfiles de colaboradores para llevar a cabo el proyecto de PdC al PdS.

Específicamente,

*Investigar teoría y recopilar prácticas para consensuar teoría con práctica de los elementos esenciales de los Procesos de Cambio al Proceso de Software.*

La tesis recopila una gran cantidad información teórica y práctica de las referencias científicas más importantes relacionadas con el tema de investigación (Ver Capítulos I y II).

*Indagar y analizar métodos de evaluación aplicables a los Procesos de Cambio al Proceso de Software.*

La revisión de la literatura proporcionó las bases para formalizar un proceso riguroso de investigación basado en el enfoque cualitativo y con base en la TF y el Análisis de Contenido (Capítulo III) y, a través de la entrevistas en profundidad con los interesados conocer en la práctica los métodos de evaluación.

*Indagar y analizar los métodos de Costo-Eficiencia en la valoración de los Procesos de Cambio al Proceso de Software.*

Con la recopilación de la literatura se estudiaron y documentaron los modelos del método ACE para la valoración de las iniciativas de PdC al PdS.

*Formalizar la propuesta en la fase inicial de un Proceso de Cambio al Proceso de Software.*

Se indagó en PyMEs de software, a través de la entrevista, a participantes involucrados en el quehacer administrativo, financiero, económico y técnico de los PdC al PdS a fin de conformar los elementos de una propuesta (Capítulo IV).

*Seleccionar y adaptar métodos de Análisis Costo-Eficiencia (ACE) a las actividades de valoración de la propuesta de un Proceso de Cambio al Proceso de Software en su fase inicial.*

Se discutió acerca del uso de métodos, técnicas y herramientas de ACE para valorizar propuestas en el escenario de cambios al PdS (Capítulo IV).

### **5.1.2. En relación a las preguntas de investigación**

Los hallazgos de la aplicación de la metodología de la investigación de esta tesis, responden y enriquecen las preguntas de investigación formuladas:

### **P1. ¿Qué artefactos conforman la propuesta de un programa de PdC al PdS en las organizaciones de software?**

Con la revisión exhaustiva de los resultados, se conformó la plantilla con los elementos esenciales para que una PyME de software trabaje la iniciativa de un PdC al PdS. Ya sea que la iniciativa sea un requerimiento interno o, por decisión de los interesados o directivos la propuesta sea solicitada a consultores externos.

### **P2. ¿Cómo evalúan las organizaciones de software los programas PdC de los Procesos de Software?**

Las guías de utilización de los componentes, métodos, técnicas y herramientas del Soporte Metodológico son incluidas para facilitar el uso de los mismos. De igual forma, el SM provee guías de conformación de las estructuras organizacionales y los perfiles de los miembros del equipo de trabajo para gestionar con eficiencia el proceso.

### **P3. ¿Qué se usa para valorar un programa PdC al PdS?**

El Soporte Metodológico SM provee las Base de Datos con los métodos, técnicas y herramientas para la evaluación y valoración de la propuesta. Los programas de formación para los colaboradores están incluidos como componente integral. El conjunto de métodos de evaluación y valoración de la propuesta de PdC al PdS incluye un amplio número desde los más utilizados a los menos frecuentemente conocidos.

Es importante destacar, que en la búsqueda de elementos que respondieran las preguntas de investigación, se utilizó:

- La teoría recopilada en la revisión de la literatura en conjunto con las experiencias científicas y prácticas de otras investigaciones.
- Los resultados de la investigación que son el producto de la diversidad de los participantes, la multiculturalidad empresarial y del trabajo de indagación con los instrumentos de recolección, análisis y validación de datos.

#### **5.1.3. En relación a la experiencia investigadora**

El proceso de Software, la monitorización y los cambios al mismo son parte del quehacer de la Ingeniería de Software. La Ingeniería de Software como disciplina, no ha podido por sí sola, resolver los problemas del software. Las capacidades técnicas

del Proceso de Software permiten abordar el desarrollo de las aplicaciones que demanda el mercado. Hoy en día la mayoría de estas empresas dedicadas a la producción de software, están clasificadas como empresas de pequeña y medianas escalas. La globalización de la economía genera demandas nuevas a la PyME de software. El proceso de desarrollo de desarrollo es un proceso dinámico, por lo tanto cambia de acuerdo a las condiciones ambientales y a los retos de nuevos mercados.

El problema planteado en esta tesis fue definido en términos de la escasez de procedimientos formales para evaluar y valorar las iniciativas de actualización del PdS. Esta iniciativa, llamadas también propuesta, deben evaluarse al inicio del proceso, sin embargo, la revisión de la literatura no evidenció tales principios.

El abordaje de la Mejora al Proceso de Software (SPI) desde la perspectiva de Proceso de Cambio, expandió el espectro disciplinario de la investigación. Esta tesis creó la oportunidad para que, con múltiples disciplinas, se diera una discusión cuyo propósito fue explorar conocimiento desde la teoría y práctica para fortalecer el Proceso de Cambio PdC al Proceso de Software PdS.

La aplicación de la investigación cualitativa representó un reto en esta tesis. El escenario de acción del estudio, se prestó para aplicar métodos que permitieron recolectar los datos y generar conocimientos no explícitos durante los periodos de contacto con los participantes. La relación proceso-interesados-organización caracterizó el entorno de trabajo. El acompañamiento en mente de la teoría de las disciplinas involucradas en el estudio, Dirección de Proyecto, Ingeniería de Software, Finanzas y Economía, complementaron la búsqueda y obtención de datos, con los instrumentos y medios adecuados que facilitaron la actividad. La entrevista en profundidad requiere de una preparación previa y completa del entrevistador, en este caso la investigadora, que se traduce en una conversación fluida pero a la vez conducida con objetivos definidos.

En el análisis de los datos, no fue tarea fácil mantenerse en el enfoque de la teoría fundamentada pura. La influencia de otros enfoques filosóficos, positivismo o interpretativo estuvo latente a lo largo del proceso de investigación. No obstante, la diversidad de métodos proporciona la instrumentación para analizar y validar datos y resultados. El caso de estudio fue el método para validar los resultados obtenidos de la metodología aplicada. La riqueza de información recabada mediante el estudio de caso, permitió reflexionar acerca de las coincidencias y las diferencias comparativas de una situación real de PdC al PdS, respecto a los resultados de esta tesis.

Una contribución significativa, fue la incorporación de un método de valoración utilizado en ciencias sociales llamado Análisis Costo-Eficiencia, en el Soporte Metodológico SM propuesto como respuesta en esta tesis. El Análisis Costo-Eficiencia (ACE). La incorporación de los métodos financieros y métodos económicos aporta información de

gran utilidad en diferentes direcciones y desde la perspectiva multidisciplinar para la toma de decisiones.

La comprensión del Análisis Costo-Eficiencia en la valoración de la propuesta de PdC al PdS, es esencial al utilizar el Soporte Metodológico. Las actividades de un Proceso de Cambio al Proceso de Software generan una gran cantidad de intangibles. Esto hace posible que el ACE valorice esos intangibles de forma objetiva.

Por otra parte el Soporte Metodológico SM, cubre los elementos que con base a la experiencia de la investigadora, los resultados de esta tesis y la experiencia del Estudio de Caso práctico, se complementan para ofrecer a las PyME de software una alternativa para formalizar, evaluar y valorar la propuesta de PdC al PdS.

Desde el punto de vista de contenidos, el Soporte Metodológico SM fortalece al Proceso de software al ofrecer, lineamientos teóricos, disciplinares, métodos de trabajo para llevar adelante procesos de cambio sin menoscabo de la funcionalidad y complejidad de los mismos. De igual manera ofrece un proceder académico para integrar disciplinas y métodos de trabajo en la generación de conocimientos.

Los principales aportes de esta tesis se resumen de la siguiente forma:

- Un aumento en la toma de conciencia de la importancia de los PdC al PdS. No sólo en los aspectos técnicos sino también en aquellos relacionados con la formalización y valoración de los aspectos organizacionales previos a cualquier implantación. De allí que se valore como un proyecto, tal como quedó demostrado en la tesis ( Respuesta a la pregunta P1).
- Un modelo de Soporte Metodológico. Incorporando las mejores prácticas y un instrumental para que un equipo de trabajo se organice al momento de la toma de decisiones, utilizando ACE como alternativa de valoración y evaluación de factores involucrados en los PdC al PdS (Respuesta la pregunta P2 y P3).
- La inclusión y explotación de los enfoques, estrategias y métodos de la investigación cualitativa (Qualitative Research), específicamente, la Teoría Fundamentada (Grounded Theory) y el Análisis de Contenido en los estudios de aspectos organizacionales de las empresas de Software, como lo es el Proceso de Cambio al Proceso de Software.

La importancia de la relación tripartita organización-interesados-proceso, que posee el proceso de desarrollo de software queda en evidencia en los resultados de esta tesis como deuda técnica y social de la Ingeniería de Software.

## **5.2. Limitaciones**

Como otros trabajos de investigación este trabajo presentó algunas limitaciones. Como Tesis, al inicio de este estudio ubicar el tema de investigación y hacerlo comprender

como una necesidad de las PyME de software, presentó algunas dificultades. Los factores de ambientación del tema de estudio, llegaron a condicionarlo de modo que el proyecto de tesis demoró algún tiempo en tomar forma. El acceso a la bibliografía y la asesoría de la escuela del doctorado fue facilitando la conformación del estudio.

Otra de las limitaciones tuvo que ver el enfoque filosófico de la investigación. El apoyo de un equipo de investigación para la comprensión los métodos cualitativos fue tarea de una larga búsqueda. Tradicionalmente las investigaciones en las escuelas de ingeniería tienden a ser de corte cuantitativas, esto es, no había grupo de investigación que apoyara el análisis cualitativo que requería el planteamiento del problema de investigación. La red de universidades de Cataluña resolvió el inconveniente.

Para el tipo de investigación de esta tesis una gran cantidad de interesados fueron contactados, sin embargo, pocos participaron en el estudio. Los datos recopilados no llegaron a ser suficientes para llegar a generalizaciones en los resultados. No obstante, el Soporte Metodológico como aporte de esta tesis, posee la estructura inicial para la formalización de una propuesta, con métodos como el ACE que fortalecen la valoración de los PdC al PdS en la PyME de software. Estas limitaciones se convirtieron en retos para la investigación y la investigadora, y pueden llegar a ser fuentes de motivación para darle continuidad a este estudio.

### **5.3. Implicaciones**

Esta tesis, la metodología utilizada y sus resultados, implica un aporte significativo a la Ingeniería de Software. A través de décadas, los aspectos técnicos del SPI, han sido motivo de estudios e investigaciones teóricos y prácticos. Esta tesis enfatiza la relación entre los colaboradores de una empresa, los procesos, ya sea operativos del día a día o temporales como los proyectos y la organización misma.

Esta relación está rodeada de una gran cantidad de fenómenos sociales importantes para el éxito del negocio. Las múltiples disciplinas involucradas en esta dinámica, colaboran en un proceso vital para empresas dedicadas a producir software. Esta colaboración, conecta la estrategia (de la organización) con interesados y facilita que los PdC al PdS (proceso) se lleven adelante con éxito. En esta tesis se incluye el uso de métodos, prácticas y herramientas de las ciencias sociales como apoyo para mejorar y facilitar la relación tripartita en la PyME.

Durante el desarrollo de esta tesis, ha quedado manifestado el reto que ocasiona iniciar un cambio en una empresa que depende de la buena marcha de sus procesos. El proceso de Cambio al Proceso de Software, es un proceso complejo y se desarrolla en un ambiente complejo. La tesis propuso considerar aspectos organizacionales para gestionar el cambio. Con el soporte metodológico se concreta que es posible implementar criterios organizacionales para llevar a cabo con éxito la formalización de la propuesta de PdC al PdS. De igual forma, con la valoración a través de ACE,

convergen otros elementos inmersos en el proceso como son los intangibles que aportan valor al negocio.

#### **5.4. Trabajo a futuro y líneas de investigación**

La mejora al Proceso de Software, visto como un proceso de cambio implica conexión con todos los componentes de la empresa. Esta relación ofrece posibilidades de investigación con diferentes enfoques metodológicos de la corriente cualitativa inclusive métodos mixtos, a fin de disminuir la deuda social de la Ingeniería de Software en el entorno empresarial. Las limitaciones que esta tesis confrontó sugieren darle continuidad a este trabajo a fin de mejorarlo, desde las siguientes perspectivas:

- a. Expansión de las áreas geográficas para elaborar estudios comparativos del proceder de la PyME de software frente a las posibilidades de llevar un PdC al PdS. Para ello, el número de participantes es vital para obtener los datos necesarios para el estudio. Los resultados se contrastan con los “históricos” de esta tesis y de esta forma se fortalece el Soporte Metodológico con nuevas prácticas. Para ello se recomienda acercarse a los cluster de PyME a nivel latinoamericano en las que la producción de software es llevada a escalas mundiales.
- b. Realizar estudios con métodos mixtos de tal manera que surjan nuevas variables de la relación tripartita: proceso-interesados-organización sujetas a estudio de mejora al Proceso de Software. De igual forma, los métodos de contraste y validación que ejerzan presión para el cumplimiento de ideas nuevas (insights) al Soporte Metodológico de esta tesis.
- c. Iniciar el estudio de un Soporte Empresarial como modelo de actuación profesional para las empresas, cuya diferencia con el Soporte Metodológico es su uso, aplicación y validación con resultados útiles para la organización.

Para llevar a cabo esta continuidad se necesita la creación de líneas de investigación en las cuales se diversifique el uso y la instrumentación de métodos de investigación.

- Ingeniería de Software Experimental. Una línea de investigación que no siendo nueva, crece en importancia por la necesidad de evidencias. Para un entorno académico en el que se necesita enlaces con la empresa, la Ingeniería de software Experimental facilita ese acercamiento.

- La Ingeniería de Software Global. Esta línea de investigación, guardando las diferencias, tiene escenarios de actuación con características que motivan a estudios con enfoques filosóficos cualitativos.

Como resumen de las conclusiones, conviene mencionar lo siguiente:

- Con el Soporte Metodológico, las PyME de software tienen a su alcance métodos, técnicas y herramientas como base para llevar adelante la formalización, evaluación y valorización de la Propuestas de SPI, gestionándola desde una perspectiva de cambio organizacional.
- El Analisis Costo Eficiencia constituye un componente que conduce a dar valor a los PdC al PdS, a través de la incorporación de otros factores hasta ahora no tan considerados en las propuestas de PdC al PdS.
- Los enfoques de Investigación cualitativa tienen mucho que aportan a los estudios que involucren la relación proceso-interesado-organización en la PyME de software. La experimentación de los métodos diversos, incorpora más reflexión y posibilidades de nuevos tópicos en el quehacer del investigador.
- La extensión y continuidad de esta tesis, se proyecta no solo a fortalecer el soporte metodológico, sino también a estudios en la creación de un Soporte empresarial para los profesionales que su diferencia con el Soporte Metodológico es su aplicación y campo de acción.

## **REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS**

Aaen, I., Arent, J., Mathiassen, L., & Ngwenyama, O. (2001). A conceptual MAP of software process improvement. *Scandinavian Journal of Information Systems*, 13(1), 8.

Abran, A., Moore, J. W., Bourque, P., Dupuis, R., & Tripp, L. L. (2005). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge: 2004 Edition-SWEBOK*. IEEE Computer Society.

Adams, A., & Cox, A. L. (2008). Questionnaires, in-depth interviews and focus groups.

Agile Methodology. <http://agilemethodology.org/>. Última revisión: septiembre 2015.

Ahmad, A. (2008). Making management commitment happen in SPI. rapport nr.: Report/IT University of Göteborg 2007: 116.

Albert C., Rosemergy S. (2011). A framework for Evaluating Common Operating Environments. Piloting, Lessons Learned and Opportunities special report CMU/SE 2010-SR-025. Disponible en : [ <http://www.sei.cmu.edu/reports/10sr025.pdf>]. Consultado el : [30 de julio de 2011].

Allison I., Merali Y.(2007). Software Process Improvement as Emergent change: A Structural Analysis. Disponible en: [[https://www.opneair.gu.ac.uk/bitstream/10059/22011/Allisson\\*and+Meral\\*ISTJ+paper+final.pdf](https://www.opneair.gu.ac.uk/bitstream/10059/22011/Allisson*and+Meral*ISTJ+paper+final.pdf)]. Consultado el : [22 de marzo de 2011].

Averson P (2009). The Deming Cycle. Recuperado de [ <http://balancedscorecard.org/?TabId=112>] el [23 de agosto de 2012].

Aye S., Ikeda M., Ichimizi K. (2008). Defining Ontology for Complexity Issues in Software Engineering. Disponible en: [ <http://sciencelinks.jp/j-east/article/200523/000020052305A0969996.php>]. Consultado el: [22 de abril de 2010].

Ballantine, J., & Stray, S. (1998). Financial appraisal and the IS/IT investment decision making process. *Journal of Information Technology*, 13(1), 3-14.

Bannister, F., & Remenyi, D. (1999). Value perception in IT investment decisions. *The Electronic Journal of Information Systems Evaluation*, 2(2).

Barney, S., Petersen, K., Svahnberg, M., Aurum, A., & Barney, H. (2012). Software quality trade-offs: A systematic map. *Information and Software Technology*, 54(7), 651-662.

Basili V., Heidrich J., Lindvall M., Münch J., Regardie M., Rombach D., Seaman C., Trendowics A.(2007). Bridging the GAP between Business Strategy and Software Development. *Proceedings. International Conference on Information System (ICIS)*.

Basili V., Zelkowitz M., McGarry F., Page J. Waligora S., Pajerski R. (1995). Special Report: SEL's Software Process Improvement Program", IEEE Software vol.12 (6): 83-87, Nov. 1995.

Beecher J.(1996). Avoided Cost: An essential Concept for integrated Resource Planning. Disponible en : [ [http://www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/V104\\_A7.pdf](http://www.ucowr.siu.edu/updates/pdf/V104_A7.pdf)].

Beecher, J. A, Chesnutt, T. W. , Pekelney, D. (2002). Avoided cost for comparing water sources and resources: concepts, controversies, and guidelines. Water Sources Conference: Reuse, Resources, Conservation; Las Vegas, NV; USA; 27-30 Jan. 2002. pp7 pp.

Bell, L. (2003). What can we learn from consumer studies and qualitative research in the treatment of eating disorders?. Eating and Weight Disorders-Studies on Anorexia, Bulimia and Obesity, 8(3), 181-187.

Berntsson-Svensson, R., & Aurum, A. (2006, September). Successful software project and products: An empirical investigation. In Proceedings of the 2006 ACM/IEEE international symposium on Empirical software engineering (pp. 144-153). ACM.

Berrocal J., García J.M., Murillo J.M. (2007). Hacia una gestión del proceso de software dirigida por el proceso de negocios. Disponible en: [<http://alarcos.inf-cr.uclm.es/pnis/articulos/pnis-07-Berrocal-GPSPDN.pdf>] Consultado el: [15 de julio de 2011].

Birks, M., & Mills, J. (2011). Grounded theory: A practical guide. Sage publications.

Bjørnson F.(2007). Knowledge Management in Software Process Improvement. Doctoral Thesis. Norwegian University Of Science and Technology, Norway.

Boehm B. (1984). Software Engineering Economics. IEEE Transactions on Software Engineering, vol. SE-10, no. 1, pp. 4-21.

Boehm, B. (2015, May). General theories of software engineering (GTSE): key criteria and an example: GTSE 2015 keynote address summary. In Proceedings of the Fourth SEMAT Workshop on General Theory of Software Engineering (pp. 1-2). IEEE Press.

Boonmee, C. (2015, June). COI: A Framework of Software Development to Reduce ICT Investment and Increase Acceptability. In Proceedings of the 15th European Conference on eGovernment 2015: ECEG 2015 (p. 44). Academic Conferences Limited.

Borger B., Kerstens K. (1996). Cost efficiency of Belgian local governments: A comparative analysis of FDH, DEA, and econometric approaches. *Regional Science and Urban Economics*, Volume 26, Issue 2, April 1996, pp. 145-170.

Bourque, P., & Fairley, R. (2004). *Swebok*. Nd: IEEE Computer society.

Boyce, C., & Neale, P. (2006). *Conducting in-depth interviews: A guide for designing and conducting in-depth interviews for evaluation input* (pp. 3-7). Watertown, MA: Pathfinder International.

Brealey R., Myers S., Marcus A. (2007). *Fundamentos de Finanzas Corporativas* McGraw-Hill, España. 5ª ed. 761 págs.

Bru F., Frappin G., Legrand L., Merrer E., Piteau S., Salou G., Saliou P., Ribaud V. (2009). *Building and Observatory of Course-of-Action in Software Engineering: Towards a Link between ISO/IEC Software Engineering Standard and a Reflective Practice*. EuroSPI, 2009, CCIS 42 pp. 185-200, 2009. Springer-Verlag Berlin Heidelberg 2009.

Brynjolfsson, E., & Hitt, L. (1996). Paradox lost? Firm-level evidence on the returns to information systems spending. *Management science*, 42(4), 541-558.

Butter K. (2000). *The Economic Benefits of Software Process Improvement. On Software Process Assessment History for the Test Software Branches Tinker AFB, Ok.USA.*

Cáceres, P. (2008). Análisis cualitativo de contenido: Una alternativa metodológica alcanzable. *Psicoperspectivas. Individuo y Sociedad*, 2(1), 53-82.

Calvo-Manzano J., Cuevas A., San Feliu T., Amescua de A., Perez Cota M.(2002). *Experiences in the Application of Software Process Improvement in SMES*. *Software Quality Journal* 10, 261-273 pp.

Capers, J. (2007). *Estimating software costs*.

Card, D. N. (2004, September). *Research directions in software process improvement*. In null (p. 238). IEEE.

Charmaz, K. (1995). *Between positivism and postmodernism: Implications for methods*. *Studies in symbolic interaction*, 17(2), 43-72.

Charmaz, K. (2000). Constructivist and objectivist grounded theory. *Handbook of qualitative research*, 2, 509-535.

Charmaz, K. (2006). *Constructing grounded theory: A practical guide through qualitative research*. SagePublications Ltd, London.

Clandinin, D. J. (Ed.). (2006). *Handbook of narrative inquiry: Mapping a methodology*. Sage Publications.

Clarke, A. (2005). *Situational analysis: Grounded theory after the postmodern turn*. Sage.

Cleland-Huang, J., Zemont, G., & Lukasik, W. (2004, September). A heterogeneous solution for improving the return on investment of requirements traceability. In *Requirements Engineering Conference, 2004. Proceedings. 12th IEEE International* (pp. 230-239). IEEE.

Coll V., Blasco O. (2006). Evaluación de la eficiencia mediante el Análisis envolvente de datos. Edición electrónica. Disponible en: [[www.eumed.net/libros/2006c/197/](http://www.eumed.net/libros/2006c/197/)]. Consultado el: [20 de enero de 2011].

Conradi R., Fuggetta A. (2002). *Improvement Software Process Improvement*. IEEE Software Journal. Volume 19 Issue 4, July 2002. IEEE Computer Society Press Los Alamitos, CA, USA.

Consultado el: [12 de junio de 2010].

Corbin, J., & Strauss, A. (2015). *Basics of qualitative research: Techniques and procedures for developing grounded theory*. Sage publications.

Cournède, B., & Denk, O. (2015). *Finance and economic growth in OECD and G20 countries*.

Creswell, J. W. (2009). Editorial: Mapping the field of mixed methods research. *Journal of Mixed Methods Research*, 3(2), 95-108.

Creswell, J. W. (2013). *Qualitative inquiry and research design: Choosing among five approaches*. Sage.

Crotty, M. (1998). *The foundations of social research: Meaning and perspective in the research process*. Sage.

Damian D., Zowghi D., Vaidyanathasamy L., Pal Y. (2002). An Industrial Experience in Process Improvement: An early assessment at the Australian Center for Unisys Software Proceeding of the 2002 International Symposium on Empirical Software Engineering (ISESE '2002). IEEE, Nara, Japan.

Dasuki, S., & Abbott, P. (2015). A Socio-Technical Analysis of ICT Investments in Developing Countries: A Capability Perspective. *The Electronic Journal of Information Systems in Developing Countries*, 67.

Davis, F. D., & Venkatesh, V. (2004). Toward preprototype user acceptance testing of new information systems: implications for software project management. *Engineering Management, IEEE Transactions on*, 51(1), 31-46.

De Borger, B., Kerstens, K., & Staat, M. (2008). Transit costs and cost efficiency: Bootstrapping non-parametric frontiers. *Research in Transportation Economics*, 23(1), 53-64.

Denne M., Cleland-Huang J.(2004). The New ROI in Software Engineering. [en línea]. Publicado por Data Quest. Disponible en: [[http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/0131407287/samplechapter/0131407287\\_ch02.pdf](http://ptgmedia.pearsoncmg.com/images/0131407287/samplechapter/0131407287_ch02.pdf)]. Consultado el: [ 16 de febrero de 2011].

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2005). *Qualitative research*. Denzin, NK y Lincoln YS.

Denzin, N. K., & Lincoln, Y. S. (2011). *The SAGE handbook of qualitative research*. Sage.

Denzin, N. L., & Lincoln, Y. Y., 1994. *Handbook of Qualitative Research*.

Dion R.(1993). Process Improvement Program an the Corporate Balance Sheet. *IEEE Software* vol. 10, 28-35 pp.

Disease Control Priorities Project DCP (2008). Uso del análisis de la eficacia en función del costo para establecer prioridades de salud. Disponible en: [<http://www.dcp2.org/file/154/dcpp-costeffectiveness-spanish.pdf>] Consultado el: [5 de agosto de 2010].

Dolado Cosín J., Fernández Sanz L. (2000). *Medición para la gestión en la Ingeniería de Software*. Editorial RA-MA, España.

Dyba T. (2000). "An Instrument for Measuring the Key Factors of Success

Dybå T. (2005). An Empirical Investigation of the Key Factors for Success in Software Process Improvement. IEEE TRANSACTIONS ON SOFTWARE ENGINEERING, vol. 31, no. 5 pp. 410-424.

Dybå, T., & Moe, N. B. (1999, October). Rethinking the concept of software process assessment. In European Software Process Improvement Conference (EuroSPI), Pori, Finland.

Dybå, T., Dingsøy, T., Moe, N.B. (2004). Process Improvement in Practice - a Handbook for IT Companies, The Kluwer International Series in Software Engineering, Boston: Kluwer Academic Publishers.

Easterbrook, S., & Aranda, J. (2006). Case Studies for Software Engineers. ICSE'06.

Easterby-Smith, M., Thorpe, R., & Jackson, P. R. (2012). Management research. Sage.

Eaton D. (2002). Configuration Management Frequently Asked Questions. Disponible en: [<http://www.daveeaton.com/scm/CMFAQ.html>].

Ebert, C. (2005, August). Requirements before the requirements: understanding the upstream impacts. In Requirements Engineering, 2005. Proceedings. 13th IEEE International Conference on (pp. 117-124). IEEE.

Edwards, J. S. (2003). Managing software engineers and their knowledge. In Managing software engineering knowledge (pp. 5-27). Springer Berlin Heidelberg.

Englund R., Bucero A. (2006). Project Sponsorship. Achieving Management Commitment For Project Success. Published by Jossey-Bass a Wiley Imprint, CA, USA.

Englund, R. L., Graham, R. J., & Dinsmore, P. C. (2003). Creating the project office: A manager's guide to leading organizational change. John Wiley & Sons.

Escobar P., B. (1996). La evaluación económica de los sistemas de información: una aproximación empírica. Tesis Doctoral. Universidad de Valladolid, España.

Farbey B., Finkelstein A., (2003). Evaluation in Software Engineering: ROI, but more than ROI. Disponible en : [<http://www.cs.virginia.edu/~sullivan/edser3/finkelstein.pdf>]. Consultado el : [ 3 de mayo de 2010 ].

FEDER, Fondo de Cohesión e ISPA (2003). Guía del análisis costes-beneficios. Fondos de los proyectos de inversión Estructurales. Disponible en: [[http://ec.europa.eu/regional\\_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02\\_es.pdf](http://ec.europa.eu/regional_policy/sources/docgener/guides/cost/guide02_es.pdf)]. Consultado el: [23 de septiembre de 2010].

Fenton N., Pfleeger S.(1997). *Software Metrics. A Rigorous & Practical Approach*.PWS Publishing Company, Boston, USA.

García S, Graenttinger C., Kost K.(2005). *Proceedings of the First International Workshop For Process Improvement in Small Settings*, Carnegie Mellon University, Software Engineering Institute, USA.

García-Mireles, G. A., Moraga, M. Á., García, F., & Piattini, M. (2015). Approaches to promote product quality within software process improvement initiatives: A mapping study. *Journal of Systems and Software*, 103, 150-166.

Genero, M., Cruz-Lemus, J. A., & Piattini, M. (2014). *Métodos de Investigación en Ingeniería del Software*. RaMa. Shull, Forrest.

Genzuk, M. (2003). A synthesis of ethnographic research. Occasional Papers Series. Center for Multilingual, Multicultural Research (Eds.). Center for Multilingual, Multicultural Research, Rossier School of Education, University of Southern California. Los Angeles, 1-10.

Gimenez, V., Prior D. (2007). Long- and Short-Term Cost Efficiency Frontier Evaluation: Evidence from Spanish Local Governments. *Fiscal Studies*. Volume 28, Issue 1, March, 2007, pp. 121-139.

Glaser, B. G. (1978). Theoretical sensitivity: Advances in the methodology of grounded theory. *Sociology Pr*.

Glaser, B. G., & Strauss, A. L. (1989). *The Discovery of Grounded Theory: Strategies for Qualitative Research* (London: Wiedenfield and Nicholson, 1967); KM Eisenhardt, "Building Theories from Case Study Research," *Academy of Management Review*, 14(4), 532-550.

Glaser, B. S., & Strauss, A. (1971). *A. 1967, The discovery of grounded theory*. New york.

Glass, R. L. (1999). Evolving a new theory of project success. *Communications of the ACM*, 42(11), 17-19.

Green P., Menzies T., Williams S., El-Rawas O.(2009). *Understanding the Value of Software Engineering Technologies*. IEEE/ACM International Conference on Automated Software Engineering. DOI 10.1109 ASE-2009.93

Groenewald, T. (2004). *A phenomenological research design illustrated*.

Hall, J. G., & Rapanotti, L. (2015). Towards a Design-Theoretic Characterisation of Software Development Process Models.

Hansen, B., Rose, J., & Tjørnehøj, G. (2004). Prescription, description, reflection: the shape of the software process improvement field. *International Journal of Information Management*, 24(6), 457-472.

Heikkilä M. (2009). Learning and Organizational Change in SPI initiatives. PROFES 2009. Springer –Verlag Berlin Heidelberg. LNBIP 32, pp. 216-230.

Hoyle, D. (2001). ISO 9000: quality systems handbook.

<http://cmmiinstitute.com/>. Última revisión: septiembre 2015

<http://www.iso.org/iso/home.html>. Última revisión: septiembre 2015

<http://www.omg.org/>. Última revisión: septiembre 2015

<http://www.sei.cmu.edu/>. Última revisión: septiembre 2015

Hubbard, D. W. (2010). How to Measure Anything: Finding the Value of" Intangibles. Business, 2nd Edition. Hoboken, New Jersey: John Wiley & Sons, Inc

Humphrey W. (1989). Managing the Software Process. SEI Series in Software Engineering. Addison Wesley Professional. USA.

Humphrey W. (2001). Justifying a Process Improvement. Disponible en: [<http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/news-at-sei/wattsmar00.cfm>]. Consultado el [10 de diciembre de 2010].

Humphrey W. (2002). Winning with Software: An Executive Strategy. SEI Series in Software Engineering. Addison Wesley Professional. USA.

Humphrey W., Snyder T., Willis D.(1991). Software Process Improvement at Hughes Aircraft. IEEE, Software vol. 8, 11-23 pp.

Hunter, R. B., & Thayer, R. H. (2001). Software Process Improvement. IEEE Press.

Hwang, S., & Pham, H. (2009). Quasi-renewal time-delay fault-removal consideration in software reliability modeling. *Systems, Man and Cybernetics, Part A: Systems and Humans*, IEEE Transactions on, 39(1), 200-209.

Ibargüengoitia G. (2013). Plantilla para la administración de proyectos en el desarrollo de software. Recuperado de:[<http://www.kuali-kaans.mx/productos/plantillasapdsms>] el día: [21 de mayo de 2013].

in Software Process Improvement,” Empirical Software Eng., vol. 5, no. 4, pp. 357-390.

Jacob, E. (1987). Qualitative research traditions: A review. Review of educational research, 57(1), 1-50.

Jacobson, I., Meyer, B., & Soley, R. (2009). The SEMAT initiative: A call for action. Dr. Dobb's Journal, 10.

Jacobson, I., Ng, P. W., McMahon, P. E., Spence, I., & Lidman, S. (2014). The essence of software Engineering: applying the SEMAT kernel. Addison-Wesley.

Jani A.(2007). An Experimental Investigation of factors influencing perceived control over a failing IT project. e Proceedings of the 2nd International Research Workshop on Information Technology Project Management. Montreal, Quebec, Canada.

Janicki, T. N., Yaylacicegi, U., Mahar, S., & Logan, R. Anticipated changes to technologies employed by IT departments in 2009.

Jones, C. (1996). Software change management. Computer, (2), 80-82.

Jugdev, K., & Mathur, G. (2006, July). A factor analysis of tangible and intangible project management assets. In 4th Project Management Research Conference.

Kamberelis, G., & Dimitriadis, G. (2013). Focus groups: From structured interviews to collective conversations. Routledge.

Kautz, K. (1998). Software process improvement in very small enterprises: does it pay off?.Software Process: Improvement and Practice, 4(4), 209-226.

Kerzner, H. (2006). Project Management. A System Approach to Planning, Scheduling, and Controlling. 9th Edition. Wiley & Sons, Inc. NJ., USA.

Ketteni, E., Kottaridi, C., & Mamuneas, T. P. (2014). Information and communication technology and foreign direct investment: interactions and contributions to economic growth. Empirical Economics, 48(4), 1525-1539

Khokhar, M. N., Zeshan, K., & Aamir, J. (2010, May). Literature review on the software process improvement factors in the small organizations. In *New Trends in Information Science and Service Science (NISS)*, 2010 4th International Conference on (pp. 592-598). IEEE.

Koller, T., Goedhart, M., & Wessels, D. (2010). *Valuation: measuring and managing the value of companies* (Vol. 499). John Wiley and sons.

Kramer, J. (2000). *The future of software engineering*. Association for Computing Machinery.

Kruchten, P. (2001). *From Waterfall to Iterative Development—A Challenging Transition for Project Managers*. Rational Edge, Rational Software.

Lancy, D. F. (1993). *Qualitative research in education: An introduction to the major traditions*.

Land S.; Hobart W.; Wals J. (2008). *A Practical Metrics and Measurements Guide for Today's Software Project Manager*. IEEE Computer Society ReadyNotes.

Layman, L., Williams, L., Slaten, K., Berenson, S., & Vouk, M. (2008). Addressing diverse needs through a balance of agile and plan-driven software development methodologies in the core software engineering course. *International Journal of Engineering Education*, 24(4), 659.

Lee, J. C., Shiue, Y. C., & Chen, C. Y. (2016). Examining the impacts of organizational culture and top management support of knowledge sharing on the success of software process improvement. *Computers in Human Behavior*, 54, 462-474.

Lehman M.(2001). *Rules and Tools for Software Evolution Planning and Management*. *Annals of Software Engineering* 11, 15-44. Kluwer Academic Publishers, Netherlands

Lincoln, Y. S. & Guba, E. G. (2000). Epistemological and methodological bases of naturalistic inquiry. In *Evaluation models* (pp. 363-381). Springer Netherlands.

Mathiassen, L., Ngwenyama, O. K., & Aaen, I. (2005). Managing change in software process improvement. *Software*, IEEE, 22(6), 84-91.

Maxwell, J. A. (2013). *Qualitative research design: An interactive approach: An interactive approach*. Sage.

McFeeley R. McKeehan D., Temple T. (1995). Software Process Roadmap. Technical Report CMU/SEI-95-u6-001 SEI, Carnegie Mellon University, USA.

McFeeley, B. (1996). IDEAL: A User's Guide for Software Process Improvement (No. CMU/SEI-96-HB-001). CARNEGIE-MELLON UNIV PITTSBURGH PA SOFTWARE ENGINEERING INST.

McGibbon, T. (1999). A business case for software process improvement revised: measuring return on investment from software engineering and management. Contract Number SP0700-98-4000, Data & Analysis Center for Software (DACS), ITT Industries, Advanced Engineering and Sciences Division, Rome, NY.

McLeod, L., & MacDonell, S. G. (2011). Factors that affect software systems development project outcomes: A survey of research. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, 43(4), 24.

McLoughlin, Richardson (2010). The Rosetta Stone Methodology- A benefits Driven Approach to Software Process Improvement. PROFES 2010. LNCS 6156 pp. 366-379, 2010. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.

McLoughlin, F., & Richardson, I. (2010). The Rosetta Stone methodology—a benefits-driven approach to SPI. In *Systems, Software and Services Process Improvement* (pp. 201-212). Springer Berlin Heidelberg.

Mertens, D. M. (2014). *Research and evaluation in education and psychology: Integrating diversity with quantitative, qualitative, and mixed methods*. Sage Publications.

Mesh, E. S., & Hawker, J. S. (2013, May). Scientific software process improvement decisions: A proposed research strategy. In *Software Engineering for Computational Science and Engineering (SE-CSE), 2013 5th International Workshop on* (pp. 32-39). IEEE.

Miles, M. B., & Huberman, A. M. (1994). *Qualitative data analysis: An expanded sourcebook*. 1994. Beverly Hills: Sage Publications.

Mitchell C., Fane S., Willets J., Plant R., Kazaglis A.(2007). *Costing for Sustainable outcomes in Urban Water System. A Guidebook*. Institute for Sustainable Futures. University of Technology Sydney, Australia. Disponible en: <http://www.isf.uts.edu.au/publications/CRCRep35.pdf>. Consultado el: [11 de noviembre de 2010].

Morse, J. M. (1994). *Designing funded qualitative research*.

- Moustakas, C. (1994). Phenomenological research methods. Sage Publications.
- Müller, S. D., Mathiassen, L., & Balshøj, H. H. (2010). Software Process Improvement as organizational change: A metaphorical analysis of the literature. *Journal of Systems and Software*, 83(11), 2128-2146.
- Munhall, P. L., & Oiler, C. J. (1986). Philosophical foundations of qualitative research. *Nursing research: A qualitative perspective*, 47-63.
- Naur, P., & Randell, B. (1969). Software Engineering: Report of a conference sponsored by the NATO Science Committee, Garmisch, Germany, 7-11 Oct. 1968, Brussels, Scientific Affairs Division, NATO.
- Niazi M. (2009). Software Process Improvement Implementation: Avoiding Critical Barriers. Disponible en: [<http://www.crosstalkonline.org/storage/issue-archives/2009/200901/200901-Niazi.pdf>]. Consultado el: [22 de septiembre de 2010].
- Niazi M., Wilson D., Zowghi, D. (2003). A maturity model for the implementation of software process improvement: an empirical study. *The Journal of Systems and Software*, 2003. Published by Elsevier Inc. Disponible en: [<http://www.cse.dmu.ac.uk/~ieb/A%20maturity%20model%20for%20the%20implementat%20of%20software%20process%20improvement.pdf>]. Consultado el: [4 de Abril, 2010].
- Niazi, M., Wilson, D. Zowghi, D. (2006). Implementing Software Process Improvement Initiatives: An Empirical Study. J. Munich and Vierimaa (Eds.): PROFES 2006, LNCS 4034, pp. 222-233.
- Nichols R., Connaughton C.(2005). Software Process Improvement Journey: IBM Australia Application Management Services. A Report from the Winner of the 2004 Software Process Achievement Award. SEI, Carnegie Mellon. Pittsburgh, USA.
- Ojala P. (2008). Experiences of a Value Assessment for Products SOFTWARE PROCESS IMPROVEMENT AND PRACTICE. *Softw. Process Improve. Pract.* 2009; 14: 31–37. Published online 12 June 2008 in Wiley InterScience([www.interscience.wiley.com](http://www.interscience.wiley.com)) p.386. Disponible en: <http://onlinelibrary.wiley.com/doi/10.1002/spip.386/pdf>. Consultado el: [12 de agosto de 2010].
- Oktaba, H. J., Morales, M. E., & Dávila, M. (2012). KUALI-BEH: Software Project Common Concepts.

Oktaba, H., García, F., Piattini, M., Ruiz, F., Pino, F. J., & Alquicira, C. (2007). Software process improvement: The COMPETISOFT project. *Computer*, (10), 21-28.

Oktaba, H., Piattini, M., Pino, F., Garcia, F., Alquicira, C., Ruiz, F., & Martínez, T. (2008). Competisoft: A improvement strategy for small latin-american software organizations. *Software Process Improvement for Small and Medium Enterprises: Techniques and Case Studies*. Idea Group Inc.

Oliveira A., Rocha A. (2010). Defining and Monitoring Strategically Aligned Software Improvement Goals. Springer-Verlag Heidelberg. PROFES 2010. LNCS 6156 pp. 380-394.

Oliveira J., Sturm P.(1998). Efficiency and Distribution in computable models of carbon emission abatement: Economic departament for working paper N0. 192. Disponible en: [<http://www.oecd.org/dataoecd/35/4/1864924.pdf>]. Consultado el: [12 de diciembre de 2010].

Oliver A., Barrick J., Janicki T. (2009). Difficulties in Quantifying IT Projects with intangible Benefits: A Survey of Local IT Professionals. The Proceedings of the Conference on Information Systems Applied Research 2009. Disponible en: <http://proc.conisar.org/2009/1543/CONISAR.2009.Nepal.pdf>. Consultado el: [5 de mayo de 2010].

Oran, A., & Wilson, G. (2011). Making software: What really works, and why we believe it. " O'Reilly Media, Inc."

Pariante JL. (2010). Procesos de cambio y desarrollo en las organizaciones. En: Suárez-Nuñez, Tirso y López Canto, Leonor E. (coords. (2010). *La investigación en gestión y organizaciones en México*. Ediciones del a Universidad de Yucatán, Capítulo IX pág. 245-296.

Parker L. (2010). Acquisition Support program. Technical Report. . CMU/SEI-2010-TR-037. ESC-TR-2010-102. Disponible en: [<http://www.sei.cmu.edu/reports/10tr037.pdf>]. Consultado el:[ 31 de julio de 2011].

Paulk, M. (1993). *Capability maturity model for software*. John Wiley & Sons, Inc.

Paulk, M. C. (1995). *How ISO 9001 compares with the CMM*.

Peixoto, D. C., Batista, V. A., Resende, R. F., & Pádua, C. I. P. (2010). How to welcome software process improvement and avoid resistance to change. In *New Modeling Concepts for Today's Software Processes* (pp. 138-149). Springer Berlin Heidelberg.

Perry, D. E., Sim, S. E., & Easterbrook, S. M. (2004, May). Case studies for software engineers. In *Software Engineering, 2004. ICSE 2004. Proceedings. 26th International Conference on* (pp. 736-738). IEEE.

Piaget, J. (1950). *Introduction à l'épistémologie génétique*.

Pino, F. J., Baldassarre, M. T., Piattini, M., & Visaggio, G. (2010). Harmonizing maturity levels from CMMI-DEV and ISO/IEC 15504. *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, 22(4), 279-296.

Pino, F. J., García, F., & Piattini, M. (2008). Software process improvement in small and medium software enterprises: a systematic review. *Software Quality Journal*, 16(2), 237-261.

Pino, F. J., García, F., Piattini, M., & Oktaba, H. A research framework for building SPI proposals in small organizations: the COMPETISOFT experience. *Software Quality Journal*, 1-30.

Popper, K. (1991). *In search of a better world*. Blackwell.

Pressman R. (2010). *Engineering Software. A Practitioner Approach 7th. Edition*. McGraw-Hill Editorial.

Printzell C., Conradi R.(2002). A Taxonomy to Compare SPI Frameworks. Disponible en :[ [www.idi.ntnu.no/grupper/su/publ/doc/asq-taxonomy-24apr2002.doc](http://www.idi.ntnu.no/grupper/su/publ/doc/asq-taxonomy-24apr2002.doc)]. Consultado el : [12 de abril de 2010].

Project Management Institute. (2013). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK)*.

Project Management Institute's Organizational project management maturity model (OPM3). Third Ed., 2013

Rachlin, R. (1997). *Return on investment manual: Tools and applications for managing financial results*. ME Sharpe.

Raha A. (2008). *We don't need no change management*. Disponible en: [[http://www.qaieleraning.com/knowledge Papers/PM\\_001-arup\\_infosys.pdf](http://www.qaieleraning.com/knowledge%20Papers/PM_001-arup_infosys.pdf)]. Consultado el: [21 de mayo de 2010].

Rainer, A., & Hall, T. (2003). A quantitative and qualitative analysis of factors affecting software processes. *Journal of Systems and Software*, 66(1), 7-21.

Rajlich, V. (2012). *Software Engineering: The Contemporary Practice*.

Remenyi, D. (2012, July). *Field Methods for Academic Research: Interviews*. Academic Conferences Limited.

Remenyi, D., Money, A., & Bannister, F. (2007). *The effective measurement and management of ICT costs and benefits*. Elsevier.

Resti A. (1997). Evaluating the cost-efficiency of the Italian banking system: What can be learned from the joint application of parametric and non-parametric techniques *Journal of Banking & Finance*. Volume 21, Issue 2, February 1997, pp. 221-250.

Richards, L., & Morse, J. M. (2012). *Readme first for a user's guide to qualitative methods*. Sage.

Rico, D. F. (2004). *ROI of software process improvement: Metrics for project managers and software engineers*. J. Ross Publishing.

Rios Briones G. (2010). El rol de la investigación cualitativa en el campo de las TIC: la Mejora de procesos software. Disponible en: [[http://www.gsic.uva.es/wikis/yannis/images/7/7f/MIN\\_G2\\_investigacion\\_cualitativa\\_en\\_TIC\\_Gusriobr.pdf](http://www.gsic.uva.es/wikis/yannis/images/7/7f/MIN_G2_investigacion_cualitativa_en_TIC_Gusriobr.pdf)]. Consultado el : [22 de julio de 2011].

Robson, C. (2011). *Real World Research: A resource for Users of Social Research Methods in applied settings* 3rd Edition.

Rong, K., & Shi, Y. (2014). *Business Ecosystems: Constructs, Configurations, and the Nurturing Process*. Palgrave Macmillan.

Rosacker K., Olson D. (2008). An empirical assessment of IT project selection and evaluation methods in state government. *Project management journal*. Vol. 39, no. 1 (Mar. 2008), pp. 49-58.

Ruiz Olabuénaga, J. I. (2007). *Metodología de la investigación cualitativa*.

Runeson, P., & Höst, M. (2009). Guidelines for conducting and reporting case study research in software engineering. *Empirical software engineering*, 14(2), 131-164.

Sáez A., Fernández A., Gutierrez G.(2004). *Contabilidad de Costes, Contabilidad de Gestión*. McGraw-Hill, España. 2ª ed. 376 págs.

Saunders, M., Lewis, P., & Thornhill, A. (2007). *Research methods for business*

students. Financial Times.

Schmid P. (2010). Lots of effort with little effect, because nothing REALLY changed. PMI Global Congress 2010-EMEA. Proceeding ISSO05.pdf. PMI, Newton Square, Pa.

Shaw, M. (2002). What makes good research in software engineering?. International Journal on Software Tools for Technology Transfer, 4(1), 1-7.

Sheard, S., Ferguson, R. W., Moore, A. P., & Phillips, D. M. (2015). A Dynamic Model of Sustainment Investment.

Siviy, J. M., Penn, M. L., & Harper, E. A. (2005). Relationships between CMMI and six sigma.

Slife, B. D., & Williams, R. N. (1995). What's behind the research?: Discovering hidden assumptions in the behavioral sciences. Sage publications.

Software Quality Assurance (2005). Software Quality Assurance Definition. Disponible en: [ [http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/software/umbrella\\_defs.htm](http://www.hq.nasa.gov/office/codeq/software/umbrella_defs.htm)]. Consultado el : [21 de agosto de 2011].

Solingen R. (2000). Thesis doctoral: Product Focused Software Process Improvement. Eindhoven University of Technology, The Netherlands.

Strauss, A. L. (1987). Qualitative analysis for social scientists. Cambridge University Press.

Strauss, A. L., & Corbin, J. M. (1990). Basics of qualitative research (Vol. 15). Newbury Park, CA: Sage.

Strauss, A., & Corbin, J. (1994). Grounded theory methodology. Handbook of qualitative research, 273-285.

Strauss, A., & Corbin, J. (1998). Basics of qualitative research: Procedures and techniques for developing grounded theory. ed: Thousand Oaks, CA: Sage.

Swanson S. (2011). Moving Beyond ROI in Project Selection. PMI Network, Vol. 25, 2, 36-40.

The Standish Group International, Inc. (2010). Chaos Summary for 2010. The Standish Group, Boston, MA, USA.

- The Standish Group Report (2014). CHAOS Report. Accedido en [<https://www.projectsart.co.uk/white-papers/chaos-report.pdf>] el [9 de octubre de 2015].
- Thomas G., Fernández W.(2007). The Elusive Target of IT Project Success. eProceedings of the 2nd International Research Whorkshop on Information Technology Project Management. Montreal, Quebec, Canada.
- Thomas J., Mullaly D., Mark E. (2009). "Exploration of Value: Perspectives of the Value of Project Management", Project Management Journal, PMI, PA, March.
- Tukiainen, M. (2004) & Saastamoinen, I. Software Process Improvement in small and medium sized software enterprises in eastern Finland: A state-of-the-practice study. In Software Process Improvement (pp. 69-78). Springer Berlin Heidelberg.
- Umarji M., Seaman C.(2005). Predicting Acceptance of Software Process Improvement. Disponible en: [<http://userpages.umbc.edu/~cseaman/papers/HSSE05.pdf>]. Consultado el: [ 2 de abril de 2011].
- Unterkalsteiner M., Gorschek T., Moinul Islam A.K.M., Permadi Bayu, R., Cheng Kian Ch., Feldt R.(2010). Extended material to "Evaluation and Measurement of Software Process Improvement - A Systematic Literature Review". Disponible en: [[http://www.bth.se/com/mun.nsf/attachments/extended\\_material\\_pdf/\\$file/extended\\_material.pdf](http://www.bth.se/com/mun.nsf/attachments/extended_material_pdf/$file/extended_material.pdf)]. Consultado el: [23 de enero de 2011].
- Vallés, A., & Vallés, C. (2003). Psicopedagogía de la inteligencia emocional. Valencia: Promolibro.
- Vasilachis de Gialdino, I. (2006). Estrategias de investigación cualitativa. Barcelona: Gedisa, 280.
- Woolridge R., Hale D.,McManus D., Hale J.(2007). Key Issues in IS Project Management: The Executive Perspective. eProceedings of the 2th International Research Workshop on Information Technology Project Management, Montreal, Quebec, Canada.
- Worthington A. (2000). Cost Efficiency in Australian Local Government: A Comparative Analysis of Mathematical Programming and Econometrical Approaches. Financial Accountability & Management. Volume 16, Issue 3, August 2000, pp. 201-223.
- Wyckoff J.(1997). MEASURING INTANGIBLE BENEFITS -SOME NEEDED RESEARCH. JAWRA, Journal American Water Resource Association. Vol 7, Issue 1, pp 11-16, Feb 1997. Article first published online: 8 JUN 2007.

Yamamura, G., Wigle, G.B., (1997). "SEI CMM Level 5: For the Right Reasons," Crosstalk, Volume 10 #8 (August 1997), pp. 3-6.

Yin, R. K. (2013). Case study research: Design and methods. Sage publications.

## Glosario de Términos

**Activo intangible.** Un activo que no es de naturaleza física. La propiedad intelectual corporativa (artículos tales como patentes, marcas, derechos de autor, las metodologías de negocios), la buena voluntad y reconocimiento de marca son los activos intangibles más comunes en el mercado actual.

Un activo intangible puede ser clasificado en forma indefinida o definida en función de las características específicas de ese activo. Mientras que los activos intangibles no tienen el valor físico, obvio de una fábrica o equipo, pueden resultar muy valiosos para una empresa y pueden ser crítico para su éxito o el fracaso a largo plazo.

**Administración.** Es la disciplina que se encarga del manejo científico de los recursos y de la dirección de trabajo humano enfocada a la satisfacción de un interés. El término administración hace referencia al funcionamiento, la estructura y el rendimiento de las organizaciones.

**Análisis Costo-Beneficio.** Estudio detallado de inversiones en la que se establece una relación entre los beneficios generados por una inversión y el costo correspondiente a dicha inversión.

**Análisis Costo-Eficacia.** Se aplica a las cosas o personas que pueden producir el efecto o prestar el servicio a que están destinadas. Algo es *eficaz* si logra o hace lo que debía hacer. Eficacia se define también como el poder de producir los resultados esperados.

**Análisis Costo-Eficiencia.** Procedimiento a través del cual se busca el camino más económico y expedito para alcanzar un objetivo; se trata de obtener el máximo rendimiento de un volumen determinado de recursos.

**Análisis cualitativo.** Valores de análisis que utiliza el juicio subjetivo sobre la base de la información no cuantificable, tales como experiencia en la gestión, los ciclos de la industria, la fuerza de la investigación y el desarrollo, y las relaciones laborales. Este tipo de técnica de análisis es diferente que el análisis cuantitativo, que se centra en los números. Las dos técnicas, sin embargo, a menudo se utilizan juntas. El uso de los factores cualitativos a menudo dan a los analistas una ventaja ya que los factores clave, tales como la gestión, no aparece en el análisis cuantitativo.

**Análisis Cuantitativo.** Una técnica de análisis de negocio o financiera, que busca entender el comportamiento mediante el uso de complejos modelos matemáticos y estadísticos, medición e investigación. Al asignar un valor numérico a las variables, los analistas cuantitativos tratan de reproducir la realidad matemática. El análisis cuantitativo se puede hacer por una serie de razones tales como la medición, evaluación del desempeño o la valoración de un instrumento financiero.

**Análisis Financiero.** Estudio de la situación financiera de una empresa en un momento determinado, de acuerdo con la interpretación de sus estados financieros y con la elaboración y comparación de algunos ratios financieros. Forma de comprobación de la racionalidad de las decisiones básicas de la empresa, la elección de los medios financieros adecuados y su utilización en las inversiones que permitan alcanzar los objetivos fijados para la empresa. Un área clave del análisis financiero consiste en la extrapolación de los resultados anteriores de la compañía en una estimación del rendimiento futuro de la empresa.

**Análisis Prospectivo.** Metodología que permite visualizar las diferentes situaciones futuras (escenarios) tomando en cuenta los datos históricos, los eventos futuros de ruptura de

tendencias y el comportamiento de los diferentes actores, con el fin de reducir la incertidumbre en el proceso de toma de decisiones.

**Artefacto.** Una pieza física de información que es usada o producida por un proceso de desarrollo de software. Equivale a resultados y productos.

**Beneficio.** Es, de forma general, la ganancia o exceso de los ingresos sobre los gastos, durante un periodo de tiempo o al final de la vida de una empresa. Lo contrario a los beneficios son las pérdidas.

**Costo de ciclo de vida.** El costo del ciclo de vida es simplemente la suma de todos costos de adquisición y propiedad de un producto o sistema sobre su vida completa.

**Costo de oportunidad.** Se refiere a todo aquello a lo que un agente renuncia cuando hace una elección o toma de una decisión. Se refiere también al costo de una inversión no realizada. Rentabilidad o valor que podría haber proporcionado otra alternativa de acción.

**Costo evitado.** En el contexto de financiamiento de proyectos, el capital y los costos que podrían ser gastados si el proyecto no procede. Costo en el cual se incurre si no se toman acciones correctivas para evitar la ocurrencia de una anomalía en el proceso.

El costo evitado es el ahorro neto (o costos adicionales) que resulta de la capacidad de las compras de servicios de una organización de otra fuente en vez de ser suplida por ella misma. Los costos evitados son el punto de referencia contra los cuales es medido el costo efectividad de los recursos alternativos.

**Costos de operación.** Valoración monetaria de la suma de recursos destinados a la administración, operación y funcionamiento de un organismo, empresa o entidad pública

**Costos Directos.** Aquellos cuya incidencia monetaria en un producto o en una orden de trabajo puede establecerse con precisión.

**Costos indirectos.** Aquellos que no pueden asignarse con precisión, por lo tanto se necesita una base de prorrateo.

**Cuerpo de conocimiento(Body of Knowledge).** La comunidad académica lo define como una completa y concisa representación de conceptos, términos y actividades que conforman un dominio profesional.

**Dirección.** Consiste en dirigir las operaciones mediante la cooperación del esfuerzo de los subordinados, para obtener altos niveles de productividad mediante la motivación y la supervisión.

**Dirección de proyectos.** Es la aplicación de conocimientos, habilidades, herramientas y técnicas a las actividades del proyecto para cumplir con los requisitos del mismo. La dirección de proyectos se logra mediante la integración de cinco(5) procesos fundamentales: Inicio, Planificación, Ejecución, Seguimiento y Control y Cierre.

**Eficacia.** Capacidad de lograr el efecto que se desea o espera.

**Eficiencia.** Capacidad de disponer de alguien o algo para conseguir un efecto determinado. Grado de aprovechamiento de los recursos.

**Enfoque descriptivo.** Pretende dar una caracterización detallada y completa de la forma de proceder en un determinado proceso dando cuenta mediante principios teóricos de porqué la

forma es la apropiada. Los criterios de aceptabilidad o no aceptabilidad no están basados en opiniones, tradiciones, promociones o preferencias, sino en razones teóricas profundas y en la investigación científica.

**Enfoque financiero.** Son tradicionalmente prescritos para evaluar y seleccionar de entre todas las propuestas de inversión corporativa.

**Enfoque prescriptivo.** Este enfoque favorece la formalidad de los estándares, juzgados como lo mejor para ciertos propósitos. Es normativo basado en reglas formales.

**Flujos de Caja.** La cantidad de efectivo o caja que fluye hacia dentro y hacia fuera de una empresa durante un período dado. La diferencia entre ambas cantidades es importante. Si fluye más dinero hacia la empresa que hacia fuera se trata de un flujo positivo, y viceversa.

**Gestión.** El término gestión hace referencia a gestionar. Gestionar es realizar diligencias conducentes al logro de un objetivo particular. Gestión implica el conjunto de trámites que se llevan a cabo para resolver un asunto o culminar un proyecto. En un proyecto la Gestión abarca la administración del mismo.

**Gestión de proyectos.** Implica el conjunto de trámites que se llevan a cabo para culminar un proyecto.

**Indicador.** Es una medida de la condición de un proceso o evento en un momento determinado. Los indicadores en conjunto pueden proporcionar un panorama de la situación de un proceso, de un negocio, de la salud de un enfermo o de las ventas de una compañía.

**Indicador de gestión.** Medida utilizada para evaluar los resultados parciales y cumplimiento de objetivos de proyectos y organizaciones.

**Ingeniería del Software.** Es la aplicación de métodos sistemáticos, disciplinados y cuantificables para el desarrollo, operación y mantenimiento de software. Es la rama de la ingeniería que aplica los principios de la ciencia de la computación y las matemáticas para lograr soluciones costo-efectivas (eficaces en costo o económicas) a los problemas de desarrollo de software", es decir, "permite elaborar consistentemente productos correctos, utilizables y costo-efectivos".

**Inversión.** En un sentido estricto, es el gasto dedicado a la adquisición de bienes que no son de consumo final, bienes de capital que sirven para producir otros bienes. En un sentido algo más amplio la inversión es el flujo de dinero que se encamina a la creación o mantenimiento de bienes de capital y a la realización de proyectos que se presumen lucrativos.

**Métrica:** Una métrica es una medición cuantitativa del grado por el cual un sistema, un componente o proceso posee un atributo dado.

**Métrica Software.** Es un término del argot para los indicadores de intangibles para el valor de una compañía de lanzamiento. Evalúan las cosas que no son evidentes, pero que pueden ayudar a predecir el futuro de la empresa: ¿Hay pesos pesados de la junta de directores? ¿Tiene el equipo de gestión logros anteriores?

**Modelo de Proceso de Software.** Corresponde a la descripción de un proceso de software y no sólo las actividades, también las herramientas que van a ser usadas, los tipos de objetos y documentos a crearse o manipularse y los roles de las personas involucradas e el desarrollo de software.

**Periodo de Recuperación.** Es el periodo entre el momento que la inversión es realizada y el momento en que la suma total de la inversión es recuperada a través de flujos de caja.

**Portafolio.** Conjunto de proyectos o programas y otros trabajos que se han agrupado para facilitar la gestión eficiente de ese trabajo, a fin de cumplir con los objetivos estratégicos de negocios.

**Proceso de Software.** Conjunto parcialmente ordenado de los pasos de un proceso, con un conjunto de productos relacionados, recursos humanos y computarizados, restricciones y estructuras organizacionales, intentando producir y mantener un producto software solicitado.

Denota un conjunto de actividades las cuales son llevadas a cabo en el contexto de un determinado proyecto de software. Generalmente cubre aspectos de desarrollo de software, gestión de calidad, gestión de la configuración y gestión del proyecto.

**Programa.** Proyecto ordenado de actividades. Serie ordenada de operaciones necesarias para llevar a cabo un proyecto.

**Programa de Mejora al Proceso de Software.** Es un marco definido de procesos, estándares y procedimientos para definir el proceso de producción de software, los métodos de control de la producción, las mediciones que evidencien la efectividad de la producción de software y para implementar los procedimientos definidos y en consecuencia, observar continuamente las oportunidades de mejorarlos.

**Proyecto.** Esfuerzo temporal que se lleva a cabo para crear un producto, servicio o resultado único. La naturaleza temporal indica un principio y un final definidos. El final se alcanza cuando se logren los objetivos del proyecto o cuando se termina el proyecto porque sus objetivos no se cumplirán.

**Soporte Metodológico.** Un soporte metodológico es aquel que provee el principio de evaluación de las propuestas de procesos de cambio al proceso de software con base a los métodos del ACE, mediante un cuerpo de teorías, métodos de trabajo, prácticas y procedimientos combinados, a fin de asegurar el éxito en el uso y formación del conocimiento para la toma de decisiones en las organizaciones de software.

**Tasa interna de Retorno.** La tasa interna de retorno es el margen en el que, después de descontar los flujos de efectivo de entrada y salida, el valor presente neto es igual a cero. Si este margen supere el coste de oportunidad del capital, vale la pena lanzar el proyecto.

**Valor Actual Neto.** Se trata de la diferencia actual de los flujos de fondos que suministrará una inversión, así como también el desembolso inicial necesario para llevarla a cabo.

**Valor del negocio.** El logro de un conjunto de objetivos estratégicos los cuales pueden ser a largo o a corto término, financiero o no financiero.

**Valoración.** El proceso de determinar el valor actual de un activo o empresa. Hay muchas técnicas que se pueden utilizar para determinar el valor, algunas son subjetivas y otras objetivas. Por ejemplo, un analista de la valoración de una empresa puede ver en la dirección de la compañía la composición de su estructura de capital, perspectivas de ingresos futuros y el valor de mercado de los activos. A juzgar por las contribuciones de la gestión de una empresa sería más de una técnica de valoración subjetiva, mientras que el cálculo del valor intrínseco sobre la base de las ganancias futuras sería una técnica objetiva.

**Valoración de Activos.** El proceso de determinar el valor actual de una cartera, la empresa, la inversión, o partidas del balance. Las herramientas utilizadas para la valoración de activos incluyen los métodos cuantitativos y estadísticos, análisis de estados financieros, análisis de ratios, el análisis fundamental y la economía de valoración.

## **ANEXOS**

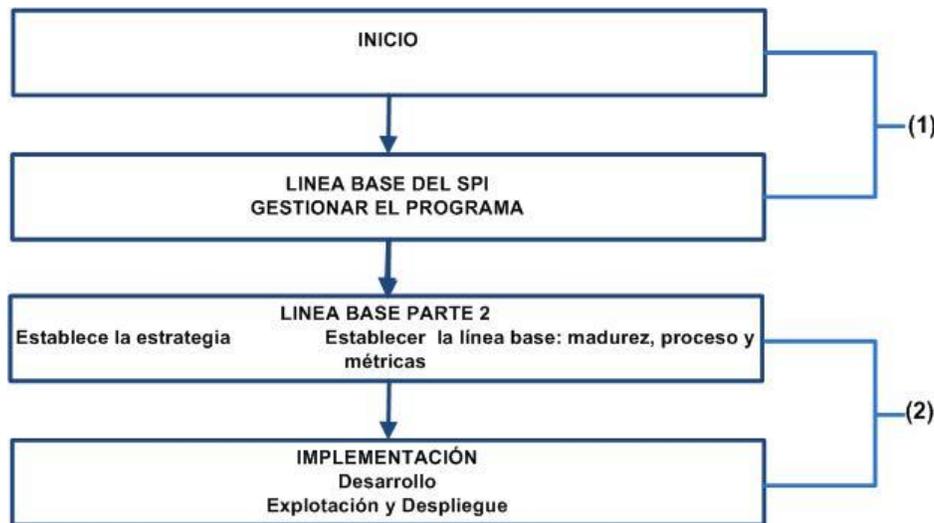
## Anexo 1. El Modelo de Mejora al Proceso de Software del Instituto de Ingeniería de Software

El Modelo de Mejora al Proceso de Software, llamado “*Software Process Improvement Roadmap*” surgió de las experiencias colaborativas entre Universidad Carnegie Mellon, el Instituto de Ingeniería de Software (SEI, Software Engineering Institute) y la empresa Hewlett-Packard. La información contenida en la hoja de ruta se basa en la aplicación de prácticas de mejora del proceso de software y las lecciones aprendidas de estas experiencias. Se trabajó con la base de clientes de SEI en el Departamento de Defensa y los clientes internos de Hewlett-Packard.

El plan de trabajo también se basa en el trabajo de varios proyectos en el SEI. Los proyectos del SEI cuyo trabajo han contribuido directa e indirectamente con el contenido de este plan de trabajo son el Modelo de Madurez de las Capacidades (CMM, Capability Maturity Model), la Evaluación de Procesos de Software, la Evaluación de la Capacidad del Software, la Organización de Desarrollo de Capacidades, y la definición y la medición del Proceso de Software. Son dos los niveles que describen el Plan de Trabajo del SPI:

- Nivel *Estratégico* (1) en el cual hay procesos que son responsabilidad de la alta gerencia
- Nivel *Táctico* (2) en el cual los procesos son ejecutados por los gerentes y los profesionales.

La Figura A1.1 muestra los niveles y las fases en los niveles estratégicos y tácticos.



**Figura A.1.1. Fases y niveles de Trabajo del Modelo SPI**

Fuente: adaptado de (Pfleger, 1995)

En la Figura A1.2 se describen las tareas generales de la Fase Inicio.

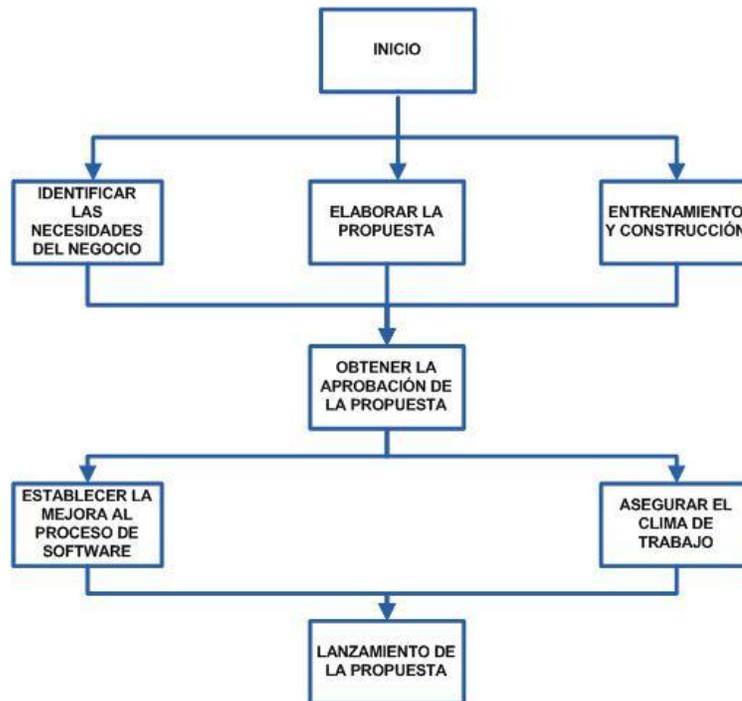


Figura A1.2 . Ciclo de tareas para la Fase INICIAL F1 del Modelo SPI.

Fuente: Adaptada ( Pflieger, 1995)

Para las tareas de Inicio del SPI, se definen el propósito, los objetivos, los criterios de entrada, los criterios de salida y los entregables. La Figura A1.3 muestra las pautas para el inicio.

<b>Propósito</b>	Organizar un equipo de trabajo para gestionar y llevar a cabo el programa SPI
<b>Objetivos</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Identificar a los interesados en un programa SPI dentro de la organización.</li> <li>• Evaluar y seleccionar un enfoque que conduzca al programa SPI</li> </ul>
<b>Criterios de Entrada</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Los asuntos críticos de la organización</li> <li>• Deseo de mejorar la calidad y productividad</li> <li>• La selección de un gestor</li> </ul>
<b>Criterios de Salida</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Equipo formalmente organizado(SEPG)</li> <li>• Lista de documentos, asuntos y regulaciones que afectarán la creación de un programa SPI</li> </ul>
<b>Entregables</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Un enfoque definido para llevar a cabo el SPI</li> <li>• Lista de iniciativas, políticas y regulaciones, análisis preliminar de los efectos en el Programa, alcance, y los acuerdos organizacionlales de apoyo.</li> </ul>

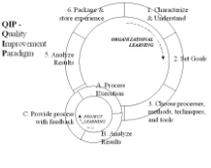
Figura A1.3. . Pautas para el Inicio del SPI.

**Anexo 2. Estándares y marcos de trabajo para programas de Mejora al Proceso de Software.**

Nombre	Descripción
 <p><b>PDCA</b> <b>Plan-Do-Check-Act</b></p> <p><b>Planificar-Hacer-Verificar-Actuar</b></p>	<p>Es una estrategia de mejora continua de la calidad establecida en cuatro pasos: Planificar, Hacer, Verificar y Actuar. El concepto del ciclo PDCA fue desarrollado originalmente por Walter Shewhart, el estadístico pionera que desarrolló el control estadístico de procesos en los Laboratorios Bell en los EE.UU.</p> <p>Planificar Establece los objetivos y procesos necesarios para obtener los resultados de acuerdo con el resultado esperado. Al tomar como foco el resultado esperado, difiere de otras técnicas en las que el logro o la precisión de la especificación es también parte de la mejora.</p> <p>Hacer Implementa los nuevos procesos de ser posible en una pequeña escala.</p> <p>Verificar es volver a recopilar datos de control y analizarlos, comparándolos con los objetivos y especificaciones iniciales, para evaluar si se ha producido la mejora esperada y documentar las conclusiones.</p> <p>Actuar. En base a las conclusiones del paso anterior elegir una opción:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Si se han detectado errores parciales en el paso anterior, realizar un nuevo ciclo PDCA con nuevas mejoras.</li> <li>• Si no se han detectado errores relevantes, aplicar a gran escala las modificaciones de los procesos</li> <li>• Si se han detectado errores insalvables, abandonar las modificaciones de los procesos.</li> </ul> <p>También se utiliza el diagrama del ciclo PDCA en reuniones de equipo para hacer un balance de qué etapa se encuentran en las iniciativas de mejora, y elegir las herramientas adecuadas para ver cada etapa hasta su conclusión efectiva.</p>
 <p><b>IDEAL</b> <b>Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting &amp; Leveraging</b></p>	<p>El modelo IDEAL es un modelo de mejora organizacional que sirve como una guía para iniciar, planificar e implantar acciones de mejora. Está formado por cinco fases: Iniciación, diagnóstico, establecimiento, acción y aprendizaje.</p> <p>La fase de iniciación del modelo IDEAL es el punto de partida punto. La infraestructura de la mejoría inicial se establece, las funciones y responsabilidades para la infraestructura se definen inicialmente, y son recursos iniciales asignados.</p> <p>La fase de diagnóstico del modelo IDEAL inicia la organización en el camino de la mejora continua del proceso software. En esta fase, el plan de acción SPI es una investigación de conformidad con la visión de la</p>

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
	<p>organización, el plan estratégico y las lecciones aprendidas de los esfuerzos de mejoramiento pasado.</p> <p>Durante la fase de establecimiento, se da prioridad a las cuestiones que la organización ha decidido abordar con sus actividades de mejora y se desarrollan las estrategias para conseguirlas.</p> <p>La fase de acción es la que desarrolla la mejora, la pone en práctica y es explotada a lo largo de la organización.</p> <p>La fase de apalancamiento además de preparar a la organización para un nuevo ciclo IDEAL, permite hacer un “tuning” de la mejora, es decir adapta el modelo a las situaciones empresariales específicas.</p>
 <p align="center"><b>QFD</b> <b>Quality Function</b> <b>Deployment</b></p>	<p>QFD es un sistema de calidad integral que de manera sistemática vincula las necesidades del cliente con las funciones de negocio y procesos organizativos diversos, tales como marketing, diseño, calidad, producción, fabricación, ventas, etc., al alinear toda la empresa hacia el logro de un objetivo común.</p> <p>Lo hace mediante la búsqueda de las necesidades, la identificación de la calidad positiva y oportunidades de negocio y traducirlos en acciones y diseños utilizando métodos transparentes de análisis y priorización, facultar a las organizaciones a superar las expectativas normales y proporcionar un nivel de emoción imprevista que genera valor.</p> <p>La metodología QFD puede ser utilizado tanto para productos tangibles y servicios intangibles, incluidos los bienes manufacturados, servicios industriales, productos de software, proyectos de TI, desarrollo de procesos de negocios, gobierno, salud, iniciativas ambientales, y muchas otras aplicaciones.</p>
 <p align="center"><b>TQM</b> <b>Total Quality</b> <b>Management</b></p>	<p>TQM funciona sobre la premisa de que la calidad de los productos y procesos es responsabilidad de toda persona que esté involucrada en la creación o el consumo de los productos o servicios ofrecidos por una organización. En otras palabras, la TQM aprovecha la participación de la dirección, personal, proveedores y clientes, incluso, con el fin de cumplir o superar las expectativas del cliente.</p> <p>Se identificaron nueve(9) prácticas comunes de la TQM como el diseño de productos multifuncionales, gestión de procesos, gestión de calidad del proveedor, la participación del cliente, información y comentarios, un liderazgo comprometido, la planificación estratégica, la formación de funciones cruzadas, y la implicación de los trabajadores.</p>
	<p>El paradigma de la mejora de la calidad (QIP) evolucionó a partir del esfuerzo cooperativo entre la NASA Goddard Space Flight Center / División de Dinámica de Vuelo y la Universidad de Maryland del Departamento de</p>

**Proceso de Cambio: Formalización y valorización con Análisis Costo-Eficiencia en fase inicial para mejora del Proceso de Software**

Nombre	Descripción
 <p align="center"><b>QIP Quality Improvement Paradigm</b></p>	<p>Ciencias de la Computación. El proyecto, denominado Laboratorio de Ingeniería del Software ( SEL), se formó en 1976, con el objetivo de reducir la tasa de defectos, el costo y el tiempo de ciclo de desarrollo de software.</p> <p>Las experiencias de hacer este trabajo han sido resumidos en QIP-modelo diseñado para apoyar la mejora de procesos y tecnología de la infusión. El autor principal del modelo es Victor Basili y fue publicado por primera vez en 1984, pero ha ido evolucionando desde entonces y hasta la actualidad se aplican activamente y desarrollado por el Instituto Fraunhofer, Alemania.</p> <p>El modelo de QIP es una parte de un modelo de sistema más grande, llamada la fábrica de experiencia. El propósito del modelo de QIP es apoyar la mejora de procesos continuos y de la ingeniería de los procesos de desarrollo y para ayudar en la infusión de la tecnología. Una forma de mirar el modelo es también como un modelo para la organización de aprendizaje, donde la organización establece una forma de desarrollar prácticas a través de la experimentación con ellos, y luego captura y los empaqueta en un formulario que puede ser reutilizado en otros lugares dentro de ciertos límites.</p> <p>QIP se basa en los principios que la disciplina del software, por su naturaleza, es evolutiva y experimental. El trabajo para el desarrollo de software es de origen humano y es el trabajo de diseño, no de fabricación. Esto significa que hay muy poca repetición en el desarrollo de software, lo que hace que el uso de control estadístico que se utiliza en las ciencias de fabricación extremadamente difícil y dudosa.</p>
<p align="center"><b>Familia ISO 9000</b></p>	<p>ISO 9000 es una familia de estándares para la calidad de los sistemas de gestión. Es mantenido por ISO y es gestionada a través de la acreditación y los cuerpos de certificación. La familia ISO 9000 representa un consenso internacional de buenas práctica de administración de la calidad. Consiste de estándares y guías relacionadas a lo sistemas de gestión y estandares de apoyo relacionados.</p>
<p align="center"><b>ISO/IEC 12207</b></p>	<p>Esta norma proporciona un marco común para el desarrollo y gestión de software. IEEE/ EIA 12.207, consta de las aclaraciones, adiciones y cambios aceptados por el Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos(IEEE) y la Alianza de Industrias Electrónicas (EIA) tal como fue formuladapor un proyecto conjunto de las dos organizaciones IEEE/ EIA 12.207,0contiene conceptos y directrices para promover una mejor comprensión y aplicación de la norma. Así, esta norma ofrece a la industria una base paralas prácticas de software que pueda utilizarse tanto para los negociosnacionales como internacionales.</p>
	<p>El Modelo de Madurez de la Capacidad de Integración define las prácticas que las empresas utilizan en su camino al éxito. Las prácticas incluyen obtener y gestionar los requisitos, la toma de decisiones, la medición del rendimiento, la planificación del trabajo, manejo de riesgos entre otros.</p>

Nombre	Descripción
<p align="center"><b>CMMI (Capability Maturity Model Integration)</b></p>	<p>Estas prácticas se pueden utilizar en un equipo. Un grupo de trabajo, un proyecto, una división o en una organización.</p> <p>Para el Instituto de Ingeniería de Software (SEI) se pueden esperar beneficios de gran valía con el uso de CMMI entre ellos:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Actividades vinculada a los objetivos del negocio</li> <li>• Aprendizaje de nuevas formas de alcanzar los objetivos del negocio.</li> <li>• La fuerza laboral está más motivada y productiva.</li> </ul> <p>Existen versiones probadas y documentadas de CMMI:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• CMMI-ACQ. Vincula la organización para evitar o eliminar barreras en el proceso de adquisición a través de prácticas y terminologías que trascienden el interés de individuos, grupos o departamentos.</li> <li>• CMMI-DEV. Se utiliza para la mejora de procesos en las organizaciones de desarrollo de software. Es un modelo de desarrollo de las “mejores prácticas” que deben seguirse para mejorar la eficacia, la eficiencia y la calidad de su producto o servicio.</li> <li>• CMMI-SVC. Es utilizada para establecer, administrar y entregar servicios cumplan o excedan las necesidades del cliente.</li> </ul>
<p align="center"><b>TSP (Team Software Process)</b></p>	<p>El Equipo del Proceso de Software. Es una implementación operacional de “how-to” de los principios y mejores prácticas que el SEI ha colocado desde su inicio. Incluye conceptos que no han sido implementados en otros métodos de la ingeniería, como lo es la gestión directa del equipo. Además incluye:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Un marco integrado de medición</li> <li>• Un sistema de gestión de la calidad preprobado.</li> <li>• Un modelo de entrenamiento</li> <li>• Una estrategia enfocada en equipos</li> <li>• Herramientas y soporte.</li> </ul>
<p align="center"><b>SPICE (Software Process Improvement Capability determination)- ISO/IEC-15504</b></p>	<p>Es una iniciativa internacional de apoyo a un estándar para la evaluación del proceso de software.</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• ISO / IEC 15504-1 proporciona una introducción general a los conceptos de evaluación de proceso y un glosario de términos de evaluación.</li> <li>• ISO / IEC 15504-2 establece los requisitos mínimos para la realización de una evaluación que garanticen la coherencia y la repetibilidad de las calificaciones. Los requisitos ayudan a asegurar que los resultados de las evaluaciones es autosuficiente y aporta pruebas para justificar la calificación y para verificar el cumplimiento de los requisitos.</li> <li>• ISO / IEC 15504-3 proporciona una guía para la interpretación de los requisitos para efectuar un aevaluación.</li> <li>• ISO / IEC 15504-4 identifica el proceso de evaluación como una actividad que puede realizarse ya sea como parte de una iniciativa de mejora de procesos o como parte de un enfoque de determinación de la capacidad.</li> </ul>

**Proceso de Cambio: Formalización y valorización con Análisis Costo-Eficiencia en fase inicial para mejora del Proceso de Software**

---

<b>Nombre</b>	<b>Descripción</b>
	<p>El objetivo de la mejora de procesos es mejorar continuamente la eficacia de la organización y la eficiencia. El propósito de la determinación de la capacidad del proceso es identificar las fortalezas, debilidades y riesgos de los procesos seleccionados con respecto a una prescripción especial. a través de los procesos utilizados y su alineamiento con las necesidades del negocio.</p>
<b>SIX-SIGMA</b>	<p>Seis Sigma es otro enfoque SPI de abajo hacia arriba que tiene por objeto reducir las variaciones proceso mediante la aplicación de diversas técnicas de análisis estadístico. Se originó de la industria manufacturera y ha ayudado a empresas de renombre como Motorola y General Electric para lograr una alta rentabilidad y la satisfacción del cliente mediante la mejora de la eliminación de defectos. En términos de una métrica, Seis Sigma significa 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO) y se utiliza como una medida para la calidad del producto.</p> <p>Seis Sigma propone un enfoque llamado DMAIC (Definir, Medir, Analizar, Mejorar y Controlar) que se utiliza para mejorar la calidad del software:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Definir fase tiene como objetivo entender el problema actual y establecer objetivos de mejora. Fase de la Medida documentos del proceso actual cuantitativamente mediante la determinación de qué medir.</li><li>• Analizar fase identifica las posibles causas de variación que ayudan a descubrir áreas de mejora.</li><li>• Mejorar la fase optimiza el proceso actual con el análisis de datos.</li></ul>

**Anexo 3. Factores Críticos de Éxito en la implementación de Programas de Cambio al Proceso de Software.**

No.	Factores Críticos de Éxito	Recopilados por:
1.	Compromiso de la alta gerencia	(Evert, et.al., 2005).
2.	Motivación infundida por la dirección a los colaboradores	
3.	Tratamiento de MPS como un proyecto o un programa de la organización	
4.	Resultados a corto plazo que puedan medirse en los proyectos en ejecución	
5.	Resultados sostenibles incluso si la presión disminuye	
6.	Cambios continuos dentro y a través de los procesos	
7.	Alineación con las metas del negocio	(Müller, et.al., 2010).
8.	Comunicación clara de las metas y expectativas de gestión entre los colaboradores	
9.	Asegurarse que la alta gerencia esté comprometida y apruebe los recursos para el MPS	
10.	Asegurarse que los colaboradores se sientan apoyados y equipados para su participación en el MPS	
11.	Obtener el compromiso en todos los niveles de la organización en cuanto a participación teniendo bien definidos la descripción de los procesos de lo que hay que hacer y cómo hacerlo.	
12.	Medir el avance hasta obtener el avance del programa MPS	
13.	En listar los apoyos necesitados dentro y fuera de la organización.	(Dyba, 2005).
14.	Liderazgo en la conformación de los contextos organizacionales a fin de propiciar el aprendizaje	
15.	Metas y acciones de MPS están alineadas con las metas y estrategias implícitas y explícitas del negocio (orientación del negocio).	
16.	Participación efectiva de los colaboradores	
17.	Disponibilidad de sistemas de medición que provean aprendizaje para hacer interpretaciones y juicios de mejoras para la toma de decisiones.	
18.	Compromiso y balance entre la explotación del conocimiento existente y la explotación de nuevos conocimientos en la organización	

#### Anexo 4. Modelos de Mejora al Proceso de Software.

Id. Modelo	Descripción	Referencias
MoProSoft	Su propósito es proveer a la industria de software mexicana con un modelo basado en las mejores prácticas internacionales que fuera fácil de entender, simple de aplicar, y económico de adaptar. El International Organization for Standards (ISO) ha publicado el perfil básico del estándar 29110 (Ciclos de vida de software para pequeñas organizaciones). Este documento es una guía para la gestión de proyectos de software, diseñado para organizaciones con menos de 25 personas. El estándar ISO 29110 utilizó como referencia principal al MoProSoft creado en México.	Oktaba , (2006.)
SPINI	Un enfoque para la iniciación de un MPS	Mäkinnen, Varkoi y Lepasaar, (2000).
TOPS	Toward Organised Processes in SMEs	Bucci, Campanai y Cignoni, (2001).
MARES	Método de Evaluación del Proceso de Software fue desarrollado en Brasil. Basado en la dimensión de las capacidades de ISO/IEC 15504:2003, parte 5. Es un conjunto de directrices para llevar a cabo la evaluación del proceso de software conforme a la norma 15504.	Anacleto, et. al., (2004).
RAPID	Rapid Assessment for Process Improvement for Software Developed	Rout et. al., (2000).
MSP.BR	Iniciativa brasileña basada en ISO/IEC 12207:2002, CMMI y ISO/ICE 15504:2003. Comprende dos modelos para la mejora al proceso de software: el Modelo Referencial (MR) y el modelo de Negocios (MN).	Weber, et. al., (2005).
SIMEP-SW	Es un sistema integrado para la Mejora del Proceso de Desarrollo de Software. Integra elementos de mejora, capacidades, procesos y modelos de evaluación reconocidos internacionalmente pero a la medida de las características de las PyMEs de Colombia. El principal resultado de este modelo es el Ágil- MPS (Hurtado et.al., 2006).	Hurtado, Pino y Vidal, ( 2006).
COMPETISOFT	Marco de certificación y de mejora la proceso de software para la PyMEs. El método empleado en la definición, refinamiento y aplicación es la investigación-acción. En esta iniciativa iberoamericana se consideraron modelos de referencia conocidos destinados a las PyMEs. Puede ser concebido como una evolución del MoProSoft, EvalProSoft, CMMI, Métrica V3, Ágil MPS, MARES, IMPACT entre otros.	Pino et. al., (2008).

## Anexo 5. Métodos de Evaluación Financiera para propuestas de inversión en Programas de Cambio al Proceso de Software.

### A. Métodos que toman en cuenta el valor del dinero en el tiempo.

Id.	Descripción	Formulación
VPN	Valor Presente Neto	$VPN = -P + \sum_1^n \frac{FNE}{(1+TMAR)^n} + \frac{VS}{(1+TMAR)^n}$
TIR	Tasa Interna de Rendimiento	$TIR = \sum_1^n \frac{FNE_n}{(1+i)^n} + \frac{VS}{(1+i)^n}$

Donde,

P	Inversión inicial.
FNE	Flujo Neto de Efectivo del periodo n, o beneficio neto después de impuesto más depreciación
VS	Valor de Salvamento al final de periodo n.
TMAR	Tasa mínima aceptable de rendimiento o tasa de descuento que se aplica para llevar a valor presente el FNE y el VS.
i	Cuando se calcula la TIR, el VPN se hace cero y se desconoce la tasa de descuento que es el parámetro que se debe calcular. Por eso la TMAR ya no se utiliza en el cálculo de la TIR. Así la (1) en la segunda ecuación viene a ser la TIR.

Al usar estas técnicas los criterios de aceptación o rechazo de los proyectos son:

Técnica	Aceptación	Rechazo
VPN	$\geq 0$	$< 0$
TIR	$\geq TMAR$	$< Tmar$

Los casos especiales se encuentran en algunas empresas del sector privado y público donde los datos posibles son los costos. De allí que se desarrolle una técnica basada en costos.

---

CAUE ó Costo Anual Uniforme Equivalente ó,  
VPC Valor Presente de los Costos

---

### **Método del Valor Presente Neto (VPN)**

Cuando el VPN es menor que cero implica que hay una pérdida a una cierta tasa de interés o por el contrario si el VPN es mayor que cero se presenta una ganancia. Cuando el VPN es igual a cero se dice que el proyecto es indiferente. La condición indispensable para comparar alternativas es que siempre se tome en la comparación igual número de años, pero si el tiempo de cada uno es diferente, se debe tomar como base el mínimo común múltiplo de los años de cada alternativa.

En la aceptación o rechazo de un proyecto depende directamente de la tasa de interés que se utilice. Por lo general el VPN disminuye a medida que aumenta la tasa de interés.

En consecuencia para el mismo proyecto puede presentarse que a una cierta tasa de interés, el VPN puede variar significativamente, hasta el punto de llegar a rechazarlo o aceptarlo según sea el caso.

Al evaluar proyectos con la metodología del VPN se recomienda que se calcule con una tasa de interés superior a la Tasa de Interés de Oportunidad (TIO), a fin de tener un margen de seguridad para cubrir ciertos riesgos, tales como liquidez, efectos inflacionarios o desviaciones que no se tengan previstas.

### **Método de la Tasa Interna de Retorno (TIR)**

Este método consiste en encontrar una tasa de interés en la cual se cumplen las condiciones buscadas en el momento de iniciar o aceptar un proyecto de inversión. Tiene como ventaja frente a otras metodologías como la del Valor Presente Neto (VPN) o el Valor Presente Neto Incremental (VPNI) ya que en este se elimina el cálculo de la Tasa de Interés de Oportunidad (TIO), esto le da una característica favorable en su utilización por parte de los administradores financieros.

La Tasa Interna de Retorno es aquella tasa que está ganando un interés sobre el saldo no recuperado de la inversión en cualquier momento de la duración del proyecto. En la medida de las condiciones y alcance del proyecto estos deben evaluarse de acuerdo a sus características.

### **Costo Anual Uniforme Equivalente (CAUE)**

El método del CAUE consiste en convertir todos los ingresos y egresos, en una serie uniforme de pagos. Obviamente, si el CAUE es positivo, es porque los ingresos son mayores que los egresos y por lo tanto, el proyecto puede realizarse; si el CAUE es negativo, es porque los ingresos son menores que los egresos y en consecuencia el proyecto debe ser rechazado.

### **B. Métodos de evaluación que no toman en cuenta el valor del dinero a través del tiempo.**

Las razones financieras son esenciales en el análisis financiero. Éstas resultan de establecer una relación numérica entre dos cantidades: las cantidades relacionadas corresponden a diferentes cuentas de los estados financieros de una empresa.

El análisis por razones o indicadores permite observar puntos fuertes o débiles de una empresa, indicando también probabilidades y tendencias, pudiendo así determinar qué cuentas de los estados financieros requiere de mayor atención en el análisis. El adecuado análisis de estos indicadores permite encontrar información que no se encuentra en las cifras de los estados financieros.

Las razones financieras por sí mismas no tienen mucho significado, por lo que deben ser comparadas con algo para poder determinar si indican situaciones favorables o desfavorables.

### Razones de liquidez

La liquidez de una organización es juzgada por la capacidad para saldar las obligaciones a corto plazo que se han adquirido a medida que éstas se vencen. Se refieren no solamente a las finanzas totales de la empresa, sino a su habilidad para convertir en efectivo determinados activos y pasivos corrientes.

### Miden la habilidad de la empresa para pagar sus deudas a corto plazo

#### Razón Circulante

$$\text{Razón Circulante} = \frac{\text{activo circulante}}{\text{pasivo circulante}}$$

Lectura: (+) La empresa dispone de \_\_\_\_ de activos circulantes por cada unidad de pasivo circulante. (-) Cada unidad de pasivo circulante está garantizado con  $n$  unidades de de activo circulante.

**Significado:** Representa las veces que el activo circulante podría cubrir al pasivo circulante.

**Aplicación:** Para medir la liquidez de una empresa.

#### Prueba del ácido

Es similar a la razón circulante, excepto por que excluye el inventario, el cual generalmente es el menos líquido de los Activos circulantes, debido a dos factores que son:

- Muchos tipos de inventarios no se venden con facilidad.
- El inventario se vende normalmente al crédito, lo que significa que se transforma en una cta. por cobrar antes de convertirse en dinero.

$$\text{Tasa de la prueba del ácido} = \frac{\text{Activo circulante} - \text{Inventario} - \text{Pagos Anticipados}}{\text{Pasivo circulante}}$$

Lectura: (+) La empresa cuenta con \_\_\_\_\_ de activos disponibles rápidamente por cada peso de pasivo circulante. (-) Por cada peso de pasivo a corto plazo la empresa cuenta con \_\_\_\_\_ de activos líquidos.

**Significado:** Representa las veces que el activo circulante más líquido cubre al pasivo a corto plazo.

**Aplicación:** Mide la liquidez de sus activos más líquidos con los pasivos por vencer en el corto plazo.

**Razón de Cobertura de la Gastos de Operación:**

$$\text{Razón de Cobertura} = \frac{\text{Efectivo} + \text{Inversiones Temporales} + \text{Cuentas por cobrar}}{\text{Gastos de Operación diarios desembolsables}}$$

Lectura: Con las existencias líquidas se cubren los gastos de operación de \_\_\_\_\_ días.

Significado: Representa la capacidad de la empresa para cubrir sus costos básicos de operación.

Aplicación: Establece un factor de seguridad para el inversionista, por lo que respecta a liquidez.

**Razones de Actividad**

Miden la velocidad con que diversas cuentas se convierten en ventas o efectivo. Con respecto a las cuentas corrientes, las medidas de liquidez son generalmente inadecuadas, porque las diferencias en la composición de las cuentas corrientes de una empresa afectan de modo significativo su verdadera liquidez.

**Miden la eficiencia de la empresa en la administración de sus activos**

**Rotación de inventarios**

Mide la actividad, o liquidez, del inventario de una empresa.

$$\text{Rotación de inventario} = \frac{\text{ventas}}{\text{inventario}}$$

Lectura: \_\_\_ veces se han vendido los inventarios medios de mercancías en el periodo a que se refiere el costo de ventas. \_\_\_ veces que el inventario “da la vuelta”, esto es, se vende y es repuesto durante el período contable.

Significado: Rapidez de la empresa en efectuar sus ventas.

Aplicación: Medir eficiencia de ventas

**Rotación de Cuentas por Cobrar: (RCC)**

Mide la liquidez de las cuentas por cobrar por medio de su rotación.

$$\text{RCC} = \frac{\text{Ventas anuales a crédito}}{\text{Promedio de Cuentas por Cobrar}} \text{ o también}$$

$$\text{Rotación de Cuentas por Cobrar} = \frac{\text{Ventas a Crédito} + \text{IVA}}{\text{Cuentas por Cobrar promedio}}$$

Lectura: \_\_\_ veces se crean y cobran las cuentas por cobrar. \_\_\_ veces se han cobrado las Cuentas por Cobrar y Documentos por Cobrar promedios de clientes en el período a que se refieren las ventas netas a crédito.

Significado: Representa el número de veces que se cumple el círculo comercial en el período a que se refieren las ventas netas.

Aplicación: Proporciona el elemento básico para conocer la rapidez y la eficiencia del crédito.

### **Plazo promedio de cuentas por cobrar (PPCC)**

Es una razón que indica la evaluación de la política de créditos y cobros de la empresa.

$$PPCC = \frac{360}{\text{Rotación de Cuentas por Cobrar}}$$

Lectura: La empresa tarda \_\_\_\_\_ días en transformar en efectivo las ventas realizadas. La empresa tarda \_\_\_\_\_ días en cobrar el saldo promedio de cuentas y documentos por cobrar.

Significado: Indica el período promedio de tiempo que se requiere para cobrar las cuentas pendientes.

Aplicación: Mide la eficiencia en la rapidez del cobro.

### **Rotación de los activos totales**

Indica la eficiencia con la que la empresa utiliza sus activos para generar ventas. Por lo general, cuanto mayor sea la rotación de activos totales de una empresa, mayor será la eficiencia de utilización de sus activos. Esta medida es quizá la más importante para la gerencia porque indica si las operaciones de la empresa han sido eficientes en el aspecto financiero.

$$\text{Rotación de activos totales} = \frac{\text{ventas anuales}}{\text{activos totales}}$$

Lectura: \_\_\_\_\_ veces que se han obtenido ingresos equivalentes a la inversión en activos.  
Significado: Número de veces en que la inversión en activos totales a generando ventas.

Aplicación: Es una medida 100% de productividad. Se mide la eficiencia en la administración de los activos de la empresa.

Una advertencia con respecto al uso de esta razón se origina del hecho de que una gran parte de los activos totales incluye los costos históricos de los activos fijos. Puesto que algunas empresas poseen activos más antiguos o más recientes que otras, puede ser engañosa la comparación de la rotación de los activos totales de dicha empresa. Debido a la inflación y a los valores contables de activos históricos, las empresas con activos más recientes tendrán rotaciones menores que las empresas con activos más antiguos. Las diferencias en estas medidas de rotación podrían ser el resultado de activos más costosos y no de eficiencias operativas. Por tanto el gerente de finanzas debe ser cauteloso al usar esta razón de corte transversal.

### **Rotación de activos fijos**

$$\text{Rotación de activos fijos} = \frac{\text{ventas anuales}}{\text{activos fijos}}$$

Lectura: \_\_\_\_\_ veces que se han obtenido ingresos equivalentes a la inversión en activos fijos promedio.

Significado: Número de veces en que se ha vendido la inversión en activos fijos.

Aplicación: Medir la eficiencia del gerente de producción. Medir la eficiencia en la admón. de los activos fijos

### **Rotación de Cuentas por Pagar (RCP)**

Sirve para calcular el número de veces que las cuentas por pagar se convierten en efectivo en el curso del año.

$$RCP = \frac{\text{Compras anuales a crédito}}{\text{Promedio de Cuentas por pagar}}$$

Lectura: \_\_\_\_\_ veces que se han creado las cuentas por pagar promedio en el período al que se refieren las compras a crédito.

Significado: Rapidez con la que se han creado las cuentas por pagar.

Aplicación: Medir eficiencia en la administración de las cuentas por pagar y Determinar período de pago.

### **Razones de Rentabilidad**

Existen muchas medidas de rentabilidad, la cual relaciona los rendimientos de la empresa con sus ventas, activos o capital contable. Estados de resultados de formato común: Son aquellos en los que cada partida se expresa como un porcentaje de las ventas, son útiles especialmente para comparar el rendimiento a través del tiempo.

**Miden el éxito de la empresa en un período determinado, desde el punto de vista financiero.**

### **Margen de utilidad bruta**

Mide el porcentaje de cada dólar de ventas que queda después de que la empresa pagó sus productos.

$$\text{Margen sobre ventas} = \frac{\text{utilidad neta}}{\text{ventas netas}}$$

Lectura: (-) La empresa pierde un \_\_\_\_\_ % sobre sus ventas

(+) La empresa gana un \_\_\_\_\_% sobre sus ventas

Significado: Eficacia de la empresa para generar utilidades de las ventas que realiza.

Aplicación: Mide la proporción de las ventas que se convierten en utilidades ( ó en pérdida ).

### Rendimiento Sobre la Inversión

$$ROI = \frac{\text{Utilidad Neta}}{\text{Inversión}}$$

Lectura: (-) La empresa pierde un \_\_\_\_\_ % sobre su inversión.

(+) La empresa gana un \_\_\_\_\_% sobre su inversión.

Significado: Eficacia de la empresa para generar utilidades con la inversión que posee.

Aplicación: Mide la proporción de la inversión que se convierte en utilidades ( ó en pérdida ).

### Rendimiento sobre Activo Total Promedio

$$ROA = \frac{\text{Utilidad Neta} + \text{Gastos Financieros} * (1 - t)}{\text{Activo Total Promedio}}$$

Lectura: (-) La empresa pierde un \_\_\_\_\_ % sobre sus activos totales promedio.

(+) La empresa gana un \_\_\_\_\_% sobre sus activos totales promedio.

Significado: Eficacia de la empresa para generar utilidades con la inversión que posee en activos totales promedios. Aplicación: Mide el éxito financiero de los activos totales promedios.

### Rendimiento Sobre el Capital Total Promedio:

$$ROE = \frac{\text{Utilidad Neta} - \text{Dividendos Preferentes}}{\text{Capital Contable Promedio} - \text{Capital Preferente}}$$

Lectura: (-) La empresa pierde un \_\_\_\_\_ % sobre su capital contable promedio.

(+) La empresa gana un \_\_\_\_\_% sobre su capital contable promedio.

Significado: Eficacia de la empresa para generar utilidades a los accionistas de la empresa.

Aplicación: Evaluar la capacidad de operación de la empresa para generar utilidades al capital invertido.

### Razones de Cobertura

El nivel de deuda de una empresa indica la cantidad de dinero prestado por otras personas que se utiliza para tratar de obtener utilidades. Cuanto mayor sea la deuda que la empresa utiliza en relación con sus activos totales, mayor será el apalancamiento financiero.

Ayudan a evaluar la solvencia de la empresa

### Razón de deuda

Mide la proporción de los activos totales financiados por los acreedores de la empresa, cuanto más alta sea esta razón, mayor será la cantidad de dinero prestado por terceras personas que se utiliza para tratar de generar utilidades.

$$\text{Razón de deuda} = \frac{\text{Pasivos totales}}{\text{Activos totales}}$$

Lectura: El activo total está financiado un \_\_\_\_\_% con recursos externos.

Significado: Muestra el porcentaje de la inversión total en activos que ha sido financiada por los acreedores.

Aplicación: Para determinar la importancia de los acreedores en la empresa y para determinar la calidad y resistencia de la situación financiera.

### Razón de Estabilidad

$$\text{Razón de estabilidad} = \frac{\text{Pasivos totales}}{\text{Capital Contable}}$$

Lectura: Por cada peso que los inversionistas han invertido en la empresa los acreedores han invertido \_\_\_\_\_

Significado: Mide la relación entre el pasivo total y el capital contable. Si es > 1 indica que la empresa se encuentra apalancada en más del 50%.

Aplicación: Para conocer la proporción que existe en el origen de la inversión en la empresa.

### Cobertura de Interés

$$\text{Razón de estabilidad} = \frac{\text{Utilidad de Operación}}{\text{Gastos por interés}}$$

Lectura: \_\_\_\_\_ veces que la utilidad de operación (UAFIR) cubren el gasto por interés.

Significado: Mide la capacidad de la empresa para cubrir los pagos de intereses por deudas contraídas.

Aplicación: Para evaluar la capacidad (seguridad) de la empresa de cumplir los compromisos financieros adquiridos (pago de intereses).

### Valor Económico Agregado

EVA = Utilidad de Operación – Costos de Capital – Impuestos

### Valor de Mercado Agregado

MVA = Valor de Mercado de la Empresa – Capital invertido a la fecha

### Razón de la capacidad de pago de intereses

Mide la capacidad de la empresa para efectuar pagos de intereses contractuales, es decir, para pagar su deuda. Cuanto menor sea la razón, mayor será el riesgo tanto para los prestamistas como para los propietario.

$$\text{Razón de la capacidad de pago de intereses} = \frac{\text{Utilidad antes de intereses e impuestos}}{\text{Intereses}}$$

Al terminar el análisis de las anteriores razones financieras, se deben tener los criterios y las bases suficientes para tomar las decisiones que mejor le convengan a la empresa, aquellas que ayuden a mantener los recursos obtenidos anteriormente y adquirir nuevos que garanticen el beneficio económico futuro, también verificar y cumplir con las obligaciones con terceros para así llegar al objetivo primordial de la gestión administrativa, posicionarse en el mercado obteniendo amplios márgenes de utilidad con una vigencia permanente y sólida frente a los competidores, otorgando un grado de satisfacción para todos los órganos gestores de esta colectividad.

## Anexo 6. Técnicas para la medición y cuantificación de Activos/ Beneficios Intangibles

---

**Balance Scorecard** El nombre refleja el balance entre objetivos de corto y largo plazo, entre medidas financieras y no financieras, entre indicadores de atraso y de liderazgo y entre perspectivas externas tales como las del cliente e internas tales como las financieras, las de procesos internos de negocio y las de aprendizaje y crecimiento.

---

**VEA** Valor Económico Agregado. Es un indicador de desempeño financiero que mide el valor económico creado para los accionistas por una empresa en un periodo determinado. Surge cuando la empresa genera ingresos superiores a sus costos de operación más el costo del capital utilizado (tanto propio como ajeno), determinando el valor agregado que recibirán los accionistas. Su utilización logra que los responsables de la administración y cada uno de los niveles de la empresa adquiera conciencia de las decisiones para crear y destruir valor, formando una cultura de creación de valor.

---

**VMA** Valor de Mercado Agregado. Es un indicador de desempeño financiero que puede ser utilizado como herramienta administrativa para el mejoramiento de la compañía. Es igual al valor presente de todos los VEA futuros.

---

**SVA** Análisis del Valor de Accionistas. Es un modelo económico para la evaluación estratégica y mide el impacto económico de cada estrategia sobre el valor del negocio. Esta medición combina el flujo de efectivo, el efectivo medido durante un periodo y el costo de capital (riesgo).

---

**Círculo aprendizaje-conocimiento-valor** Basándonos en que el conocimiento es el material fundamental de la construcción de una organización surge la necesidad de convertir este conocimiento en dinero haciendo la liquidación del conocimiento. Para poder medirlo es necesario traducirlo al lenguaje de Bits para que al compararlo con el valor pagado se obtenga el precio por bit.

---

**APN** Auditoría de Procesos de Negocio. Evalúa el retorno que una organización deriva a partir de sus procesos y el conocimiento inserto en ellos, evaluando objetivamente los procesos de manera simultánea al “ongoing” (en marcha).

---