



## **UNIVERSIDAD TECNOLÓGICA DE LA MIXTECA**

**“PROVAL – DESARROLLO DE UNA METODOLOGÍA PARA LA  
AUTOEVALUACIÓN DEL PROCESO SOFTWARE EN LAS  
PEQUEÑAS Y MEDIANAS EMPRESAS”**

**TESIS:**

**PARA OBTENER EL TÍTULO DE  
INGENIERO EN COMPUTACIÓN**

**PRESENTA:**

**LUIS ALBERTO SUÁREZ ZARAGOZA**

**DIRECTOR DE TESIS:**

**DR. IVÁN ANTONIO GARCÍA PACHECO**

**HUAJUAPAN DE LEÓN, OAXACA. FEBRERO DE 2009**



**Tesis presentada el 20 de Febrero de 2009.  
Ante los siguientes sinodales:**

**M.C. Rodolfo Maximiliano Valdés Dorado.  
Ing. Wendy Yaneth García Martínez.  
Ing. Hugo Enrique Martínez Cortéz.**

**Director de Tesis:**

**Dr. Iván Antonio García Pacheco**



## **Dedicatoria**

A mi madre, que siempre ha creído y confiado en mí. Por ser la mejor madre y padre a la vez, le agradezco a dios por haberme puesto en el mundo a tu cuidado, este trabajo es la muestra de lo que ha hecho tu esfuerzo, tus cuidados y tu fe en mí. ***Gracias Mamita tu eres siempre mi luz en la oscuridad.***



## **Agradezco especialmente a:**

Al Dr. Iván Antonio García Pacheco, con respeto, cariño y admiración por su trabajo y trayectoria. Gracias por ser mi maestro y amigo. Lo importante no es llegar primero sino saber llegar.

Luis





## **Agradecimientos**

A mis hermanas, por ser mis compañeras incondicionales en este camino que es la vida.

A mis abuelos que siempre serán mi ejemplo en la vida de personas triunfadoras, trabajadoras y honestas.

A mis tías que siempre me han dado cariño, apoyo y comprensión sin ninguna condición.

A mis primos el Lic. Alberto Cortes Zaragoza y el Ing. Cesar Cortes Zaragoza, por su compañía, sinceridad, amistad y amor casi como de hermanos.

A mi novia, amiga y esposa querida, que con su amor, comprensión y compañía me ha llevado a soñar a lo más alto del mundo.

A mi gran amigo de toda la vida al Ing. Gerardo Leyva Aragón, por su amistad incondicional.

Y a todos mis maestros que durante mi vida han aportado un grano de arena en mi formación.

Luis.



## Índice

Índice .....	xi
Lista de tablas .....	xiii
Lista de figuras .....	xv
Resumen .....	xvii
Abstract.....	xix
1. Introducción.....	1
1.1. Importancia del problema y necesidad de la solución.....	3
1.2. Delimitaciones de la tesis .....	11
1.3. Limitaciones .....	12
1.4. Objetivos del trabajo.....	12
1.4.1. Objetivo general .....	12
1.4.2. Objetivos específicos.....	12
1.5. Solución propuesta .....	14
1.6. Estructura de la tesis .....	16
1.7. Publicaciones generadas .....	16
2. Marco Conceptual.....	17
2.1. Principios de una Metodología Moderna de Evaluación Software .....	17
2.1.1. La creación del SEI.....	17
2.1.2. Auditorías Versus Evaluaciones .....	18
2.1.2.1. La Inconsistencia de los Resultados de SPA.....	18
2.2. El Modelo de Madurez y Capacidad del SEI .....	19
2.2.1. Niveles de Madurez y Capacidad .....	19
2.2.2. La Estructura y Filosofía del CMM.....	19
2.2.3. El Método de Evaluación del CMM: CBA IPI .....	21
2.3. Las Tres Ventajas Principales de una Evaluación Moderna de Software sobre los Procedimientos de Auditoría Tradicionales basados en la Industria.....	22
2.3.1. Un enfoque sobre la confiabilidad de la organización como un todo .....	22
2.3.2. Apoyando la creatividad e iniciativa mediante el énfasis en los objetivos en lugar de en los medios.....	22
2.3.3. Un enfoque orientado a la acción .....	23

---

2.4. Un Segundo paso hacia las Evaluaciones para la Mejora del Proceso Software: la Historia de ISO-9000-3, Bootstrap, SPICE, y el CMMI.....	23
2.4.1. ISO 9000.....	23
2.4.2. Bootstrap.....	24
2.4.3. SPICE .....	24
2.4.4. De SPICE al CMMI: Evaluaciones “continuas” versus “por etapas” .....	25
2.5. El CMMI: la Ampliación de la Estructura y el Alcance.....	25
2.6. Una Aproximación Híbrida de Evaluación: el CMMI SCAMPI.....	27
2.6.1. Diferencias entre el SCAMPI “por etapas” y el Método CBA IPI.....	27
2.6.2. Estudio Comparativo entre los Métodos SCAMPI y CBA IPI.....	28
2.7. Evaluaciones Informales o Reducidas: Evaluaciones Clase B y Clase C .....	30
3. Desarrollo de la Metodología de Evaluación.....	35
3.1. Implementación de un Cuestionario de dos fases para evaluar la Gestión de Proyectos en las Pequeñas y Medianas Empresas .....	35
3.1.1. Nivel de Capacidad 0: Incompleto .....	36
3.1.2. Nivel de Capacidad 1: Realizado.....	36
3.1.3. Nivel de Capacidad 2: Gestionado .....	37
3.1.4. Nivel de Capacidad 3: Definido .....	37
3.1.5. Nivel de Capacidad 4: Gestionado Cuantitativamente .....	37
3.1.6. Nivel de Capacidad 5: Optimizando.....	37
3.2. Diseño de un Instrumento de dos Fases para la Obtención de Datos .....	40
3.2.1. Primera Fase del Cuestionario .....	41
3.2.1.1. Planificación del Proyecto .....	41
3.2.1.2. Seguimiento y Control del Proyecto.....	45
3.2.1.3. Gestión de los Requisitos.....	48
3.2.1.4. Gestión de la Configuración .....	50
3.2.1.5. Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto.....	54
3.2.1.6. Gestión de Acuerdos con el Proveedor.....	57
3.2.1.7. Medición y Análisis.....	61
3.2.2. Segunda Fase del Cuestionario.....	65
3.2.2.1. Institucionalización de un Proceso Gestionado .....	65
4. Resultados Experimentales.....	69
5. Conclusiones.....	83
6. Anexo A.- Acrónimos.....	85
7. Anexo B.- Actas de publicaciones.....	87
8. Bibliografía .....	89
8.1. Sitios de Internet.....	93

## Lista de tablas

Tabla 1. Propuestas de mejora utilizadas con mayor frecuencia.....	4
Tabla 2. Muestra la distribución de empresas existentes en México.....	6
Tabla 3. Despliegue de la distribución económica en México.....	7
Tabla 4. Mapeo entre causas de fracaso y áreas de proceso.....	14
Tabla 5. Áreas claves del proceso del modelo de madurez de la capacidad del SEI.....	20
Tabla 6. Áreas claves del proceso del modelo de madurez y capacidad integrado del SEI.....	26
Tabla 7. Comparación de Características SCAMPI v1.1 y CBA IPI v1.2.....	29
Tabla 8. Requisitos de las Evaluaciones Clase A, B, y C para CMMI (ARC).....	31
Tabla 9. Comparación de capacidad y nivel de madurez.....	36
Tabla 10. Clasificación del nivel de desempeño.....	41
Tabla 11. Características de las empresas evaluadas.....	69
Tabla 12. Media y desviación estándar para los procesos de Nivel 2 del CMMI-DEV.....	79



## Lista de figuras

Figura 1.1. Resultados del estudio CHAOS (1994-200) .....	2
Figura 1.2. Porcentaje de proyectos software terminados, no terminados y que no cumplieron los requisitos del cliente en el año 2004.....	2
Figura 1.3. Tendencia de las publicaciones SPI en MPYME's.....	5
Figura 1.4. Distribución de reportes de mejora por país .....	6
Figura 1.5. Uso de equipo Informático e Internet en algunos procesos en el 2006.....	7
Figura 1.6. Unidades económicas en comercio, que utilizaron equipo informático e Internet en alguno de sus procesos en el 2006.....	8
Figura 1.7. Uso de equipo informático en algún proceso de las empresas.....	8
Figura 1.8. Diagrama general del modelo IDEAL .....	11
Figura 1.9. Descripción general de subobjetivos a alcanzar.....	13
Figura 1.10. Descripción general del Modelo AFIM .....	13
Figura 3.1. Descripción general del Modelo AFIM .....	39
Figura 4.1. Pantalla para agregar empresas que desean realizar la evaluación .....	70
Figura 4.2. Pantalla para agregar jefes de proyecto y personal a evaluarse .....	71
Figura 4.3. Pantalla de acceso a ProVal .....	71
Figura 4.4. Formulario para determinar la experiencia con CMMI-DEV.....	72
Figura 4.5. Pantalla de descripción del área de proceso para iniciar con la evaluación.....	72
Figura 4.6. Pantalla de evaluación de ProVal.....	73
Figura 4.7. Histórico sobre el avance de la evaluación .....	73
Figura 4.8. Orden estricto sobre módulos de la evaluación.....	74
Figura 4.9. Inicio de la segunda fase del cuestionario.....	75
Figura 4.10. Gráfica de resultados por área de proceso .....	75
Figura 4.11. Gráfica de resultados por institucionalización del área de proceso .....	76
Figura 4.12. Comparativa de porcentajes medios y desviaciones estándar de la cobertura alcanzada por cada área de proceso para todas las empresas evaluadas .....	77
Figura 4.13. Niveles de cobertura alcanzados por cada área de proceso en cada empresa evaluada .....	77
Figura 4.14. Medias de porcentaje de madurez por tamaño del personal de software.....	78
Figura 4.15. Medias de porcentaje de madurez por tamaño de empresa.....	79

Figura 4.16. Media y desviación estándar de las subprácticas para la Gestión de Requisitos .....	80
Figura 4.17. Media y desviación estándar de las subprácticas para la Planificación del Proyecto .	80
Figura 4.18. Reporte de Evaluación generado por ProVal .....	81



## Resumen

El desarrollo de la tesis establece la construcción de una herramienta de autoevaluación como una alternativa para aquellas pequeñas y medianas empresas software que deseen mejorar sus procesos internos. La autoevaluación permitirá establecer un *snapshot* de la situación actual y proporcionará un medio de mejora para los procesos a través de la identificación de las fortalezas y debilidades en los mismos.

El objetivo se centrará en apoyar a las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas desarrolladoras de software poniendo a su alcance un recurso al que, debido a su alto costo, sólo tienen acceso las grandes empresas. La herramienta desarrollada podrá ser utilizada por cualquier jefe de proyecto que desee conocer el rendimiento de sus procesos actuales y mejorarlos en caso de que sean deficientes. La herramienta estará basada en las prácticas efectivas del Modelo de Madurez y Capacidad Integrado para el Desarrollo v.1.2 (CMMI-DEV v1.2) y se limita a evaluar los procesos del Nivel 2. Es decir, el mecanismo de evaluación y mejora se asegurará que la empresa institucionalice un proceso gestionado.



## **Abstract**

This Thesis aims to obtain a baseline snapshot of Project Management practices using a two-phase questionnaire to identify both performed and non-performed practices. The proposed questionnaire is based on the Level 2 process areas of the Capability Maturity Model Integration for Development v1.2 (CMMI-DEV v1.2). It is expected that the application of the questionnaire to the processes will help small and medium software enterprises to identify those practices which are performed but not documented, which practices need more attention, and which are not implemented due to bad management or unawareness.



## 1. Introducción

Desde el comienzo del año 2000 la demanda software en el mundo es muy grande y no ha podido ser solventada [Diez, 2001]. A finales de los años 60, la comunidad de profesionales informáticos manifestó que existían graves problemas en los proyectos software, y que con el paso del tiempo esto iba a empeorar aún más. Las primeras conferencias Internacionales sobre Ingeniería de Software, organizadas por la Organización del Tratado del Atlántico Norte (NATO, *North Atlantic Treaty Organization*) [URL-4], que tuvieron lugar en Garmisch y Roma, en los años 1968 y 1969 respectivamente, manifestaron que los grandes proyectos software presentaban los siguientes problemas [Shapiro, 2006]:

- Retraso en la entrega del producto final.
- Los plazos excedían los costos previstos.
- El producto entregado presentaba una gran cantidad de fallos y defectos durante su funcionamiento.

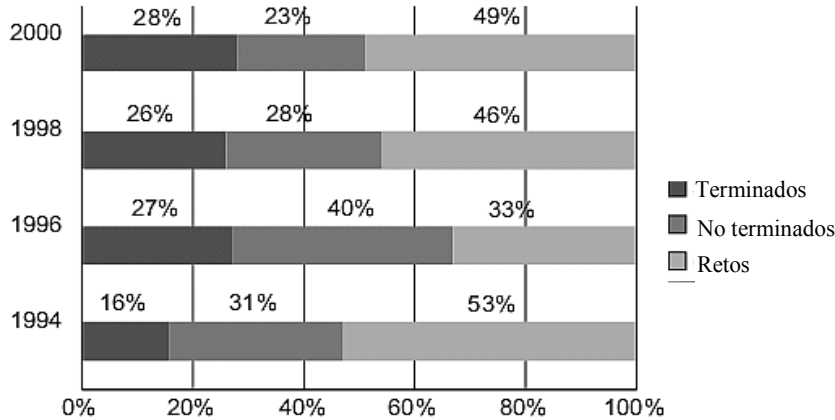
Durante estas conferencias se fijaron los problemas básicos sobre dimensión, complejidad y rendimiento del software. Hoy en día no se ha logrado superar la crisis del software de 1969 y se siguen presentando los mismos viejos problemas [Diez, 2001]:

- Problemas de calidad en el proceso de desarrollo, debido a la falta de guías y estándares para su implementación.
- Problemas de calidad en los productos que se entregan, al no incluir normas y métricas que los respalden.
- Desviaciones de plazos y esfuerzo sobre los valores previstos, es decir, el costo de la elaboración es más grande de lo que se estima.

Uno de los principales problemas en el desarrollo software de hoy en día, es que muchos proyectos empiezan la programación tan pronto son definidos y concentran mucho de su esfuerzo en la escritura de código. La Revista de Información Independiente sobre Nueva Economía y Mercados de las Tecnologías de la Información [Shapiro, 2006], establece a los siguientes como principales indicadores de fracaso en los proyectos software:

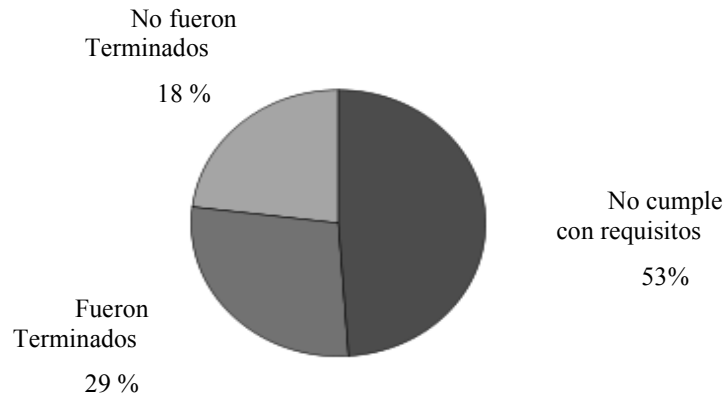
- Baja calidad en los proyectos, debido a la falta de métricas de calidad y utilización de herramientas de control de calidad.
- Tiempo y presupuesto excedido en el desarrollo de proyectos software, debido a la mala planificación, y
- Costos elevados en personal para el desarrollo y el mantenimiento.

Uno de los estudios realizados por el Standish Group [Standish Group, 2001], el informe *Chaos Extreme*<sup>1</sup>, determinó que de 1994 al año 2000 no existía una diferencia significativa entre proyectos software terminados, proyectos software que no cumplen los requisitos del usuario y proyectos software abandonados (véase Figura 1.1).



**Figura 1.1.** Resultados del estudio CHAOS (1994-200)

En este mismo informe, el Standish Group indicó que solo el 29% de los proyectos fueron terminados, mientras que el 18% nunca se concluyó y el 53% no cumplió con los requisitos de los usuarios (véase Figura 1.2).



**Figura 1.2.** Porcentaje de proyectos software terminados, no terminados y que no cumplieron los requisitos del cliente en el año 2004

El Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos (IEEE, *Institute of Electrical and Electronics Engineers*), identifica 9 situaciones que se presentan con mayor frecuencia en cualquier desarrollo software [URL-2]:

<sup>1</sup> Los estudios CHAOS son realizados por el Standish Group en Europa y los Estados Unidos de Norteamérica cada cuatro años. El documento de tesis muestra los resultados obtenidos en las últimas dos revisiones del 2000 y 2004.

- Presión excesiva en el tiempo de ejecución.
- Cambios en las especificaciones del proyecto.
- Ausencia de especificaciones técnicas.
- Ausencia de un proyecto documentado o correctamente documentado.
- Demasiadas innovaciones superficiales.
- Añadir en el desarrollo funcionalidades que no estaban originalmente.
- Ausencia del método científico.
- Ignorar lo obvio.
- Comportamiento poco ético.

A pesar de los diferentes inconvenientes que se presentan en el desarrollo software, el Instituto Tecnológico de Buenos Aires (ITBA) señaló que existen alternativas de solución para los fracasos software: el establecer lineamientos como consecuencia de la experiencia resultante en la aplicación de alguna técnica de desarrollo (Programación Orientada a Objetos (POO, *Object Oriented Programming*), COTS (*Commercial-off-The-Shelf*), Programación Estructurada y demás), el control de incidencias, las pruebas formales del software. Estas propuestas se han derivado por lo siguiente [Diez, 2001]:

- La necesidad de software es cada vez más compleja y crítica.
- La producción de software es una actividad creativa e intelectual, y
- Las técnicas de ingeniería de software deben de estar acompañadas por el sentido común, la competencia y la experiencia.

## 1.1. Importancia del problema y necesidad de la solución

En base a lo anterior podemos decir que, cualquiera que sea la solución que se busque a la crisis del software, ésta no será mágica o única, ni prescindirá de la participación humana. Luisa Morales, consultora principal de la empresa PROFit, señala que los proyectos software han padecido generalmente problemas de calidad, tanto en el propio proceso de desarrollo, como en los productos que se entregan [Morales, 2005]. Para hacer frente a esta situación las comunidades involucradas en el desarrollo software como: IEEE [URL-2], la Organización Internacional para la Estandarización (ISO, *International Organization for Standardization*) [URL-3], el Instituto de Ingeniería de Software (SEI, *Software Engineering Institute*) [URL-7], la Oficina del Comercio de Gobierno (OGC, *Office of Government Commerce*) [URL-5], el Programa para el Desarrollo de la Industria Software (ProSoft) [URL-6], y demás; han reaccionado con diversas iniciativas metodológicas, tales como:

- Definición de modelos de referencia, como: CMMI v1.2 [CMMI, 2006], ITIL [Rudd, 2004], el Proceso Software en Equipo (TSP, *Team Software Process*) [Humphrey, 2000], el Proceso Software Personal (PSP, *Personal Software Process*) [Humphrey, 1997], COBIT (*Control Objectives for Information and related Technology*) [CoBIT, 2000], y demás.
- Establecimiento de normas y guías para el desarrollo de software. Estas han sido promovidas o generadas por entidades de reconocido prestigio como: IEEE [URL-2], ISO [URL-3], SEI [URL-7], OGC [URL-5], ProSoft [URL-6]; y se han orientado a definir el ciclo de vida del software, a normalizar la terminología o a desarrollar aspectos específicos del ciclo de vida, tales como la documentación, la verificación y validación o las pruebas de componentes.

Sin embargo, lo anterior no ha sido suficiente para reducir la crisis del software. Uno de los principales problemas de los estándares o modelos utilizados es que han sido diseñados para las empresas grandes. Otro enfoque por el cual han optado las empresas, ha sido el implementar herramientas de control de incidencias [Frola, 2006], las cuales tienen como objetivo:

- Minimizar los periodos de esfuerzo de servicio.
- Registrar la información relevante de todas las Incidencias.
- Incorporar las mejores prácticas del mercado de forma sistemática.

Una alternativa de solución ha expresado un interés especial en la Mejora del Proceso Software (SPI, *Software Process Improvement*). Los enfoques de mejora pueden darse a nivel organizacional y/o a nivel técnico. A nivel organizacional son más económicos pero las mejoras no se ven a corto plazo. A nivel técnico son más costosos pero las mejoras se ven a corto plazo [Calvo-Manzano, 2006]. A continuación se muestran las propuestas de mejora de acuerdo a un estudio [Pino, 2006] sobre la mejora de procesos en pequeñas y medianas empresas (Véase Tabla 1).

**Tabla 1.** Propuestas de mejora utilizadas con mayor frecuencia.

<b>Propuesta de Mejora Implementadas en Empresas de TI.</b>	<b>Utilizado (%)</b>
Establecimiento de procesos software, utilización de una guía electrónica de proceso (ERP, Sistemas de Planificación de Recursos empresariales) y Repositorio de Experiencias (ER), adaptación y utilización de prácticas como: Proceso Unificado Rational (RUP, <i>Rational Unified Process</i> ), Gestión ágil de proyectos Software (SCRUM, <i>Agile Method for Software Development</i> ), entre otras. Autovaloración de procesos por los empleados (herramienta WEB).	18 %
Priorización de los esfuerzos de SPI.	9 %
Evaluación de un programa SPI (poco rigurosa, ó definir y usar un programa de métricas).	4 %
Conducción de los esfuerzos de SPI (usando patrones de mejora, siguiendo un proceso de valoración, redes neuronales).	13 %
<b>Adaptación y utilización de estándares SPI (PSP, TSP, CMM, CMMI, IDEAL, ISO 15504:2004, SPICE, ISO 9001).</b>	<b>45 %</b>
Definición y utilización de <i>frameworks</i> para pruebas. Conducción de un experimento de SPI. Usar gestión de conocimiento para SPI. Adquirir infraestructura técnica lista para usar. Mejorar la relación y cooperación con el cliente.	11%

El programa de SPI involucra diferentes tipos de modelos y métodos [Pino, 2006]:

- El modelo que conduce la mejora describe la infraestructura, las actividades, el ciclo de vida y consideraciones prácticas para la evolución de los procesos.
- El método para la evaluación de los procesos especifica la ejecución de la evaluación para producir un resultado cuantitativo que caracterice la capacidad del proceso o la madurez de la organización.



- El modelo de procesos a seguir, describe cuáles son las mejores prácticas que una organización debe implementar para el desarrollo software.

Las acciones de SPI que proponen suministrar infraestructura que apoye las actividades relacionadas con los procesos, son denominadas infraestructura técnica, como las plantillas de documentos, los modelos de proceso, las técnicas y herramientas [Pino, 2006]. La mejora de procesos software se centra en el modelo de proceso que se este utilizando e incurre en dos categorías [Lonn, 2004]:

- Factores que indican el funcionamiento del proceso. Los más comunes son: tiempo y costo monetario.
- Factores que indican su capacidad. Como: el volumen de tareas, el tamaño que abarca.

Los paradigmas de mejora son aquellos que aparte de ser eficientes, generen resultados tangibles rápidamente, y que puedan llevarse a cabo de manera incremental y además puedan utilizar la mayoría de tecnologías de mejora de procesos existentes [Pino, 2006]. Para poder determinar en dónde se puede mejorar algún proceso, es necesario pensar primero en su evaluación. Un modelo de evaluación debe documentar el funcionamiento y la capacidad del proceso, de tal manera que permita un juicio basado en evidencia objetiva. Los indicadores de la evaluación deben representar los diferentes tipos de evidencia objetiva que se puedan encontrar cuando se utiliza el proceso, y por lo tanto, de esta manera proporcionar una base de juicio [Lonn, 2004].

Sin embargo, actualmente en la industria en general existe una creencia generalizada de que los programas de SPI exitosos sólo son posibles para empresas grandes, que cuentan con los recursos suficientes, y una infraestructura sólida; la principal causa es el costo que implican tales programas y los modelos y estándares de mejora del SEI e ISO, los cuales han sido creados para cubrir las necesidades de las empresas grandes. Pero el interés también ha crecido en las Micro, Pequeñas y Medianas empresas (MPYME's). Las MPYME's están prestando un interés especial en el enfoque SPI (véase Figuras 1.3 y 1.4). El número de MPYME's mexicanas que desarrollan software interesadas en la mejora de sus procesos está creciendo. De acuerdo al mismo estudio de Pino, los ocho primeros países en orden ascendente que reportan más esfuerzos de mejora en MPYME's son Australia, Irlanda, Finlandia, Dinamarca, Brasil, USA, México y Suecia.

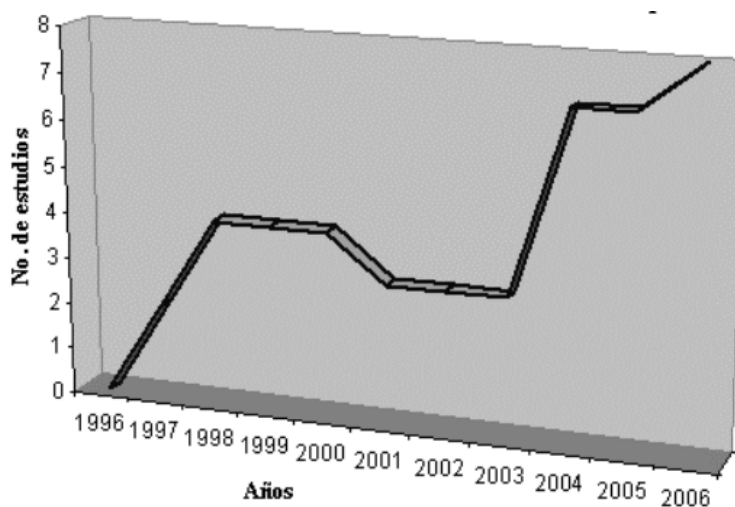
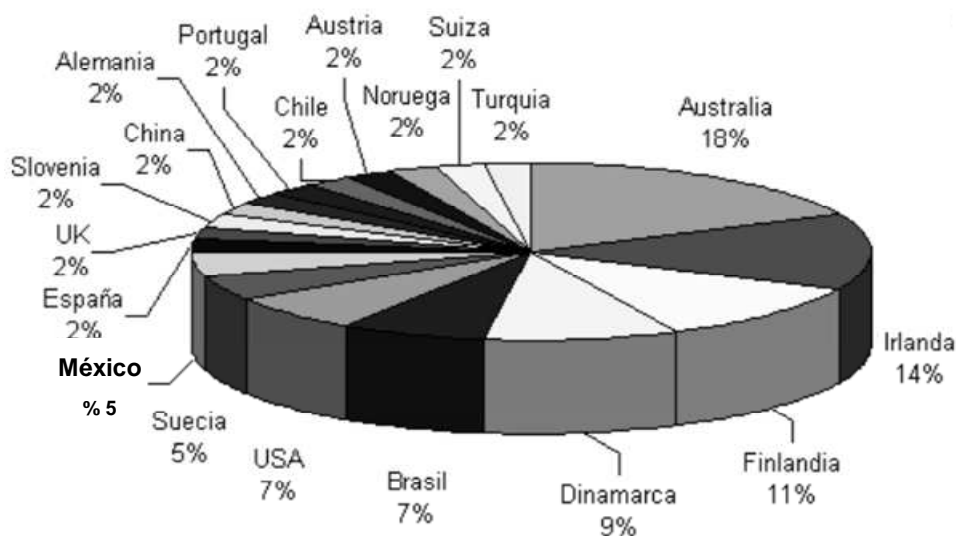


Figura 1.3. Tendencia de las publicaciones SPI en MPYME's



**Figura 1.4.** Distribución de reportes de mejora por país

Un dato importante para esta tesis es que en México la demanda software se enfoca en las MPYME's, según información del último censo económico del INEGI del 2004 [Rodrigues, 2006]. Este informe muestra que en nuestro país en el 2003 había 3 millones 5 mil 157 entidades económicas (con una variación del 7.1% con respecto al censo de 1999) [INEGI, 2007]. Lo que significa, que solo el 0.2% de las empresas son capaces de asumir los costos de los proyectos software (véase Tabla 2).

**Tabla 2.** Muestra la distribución de empresas existentes en México.

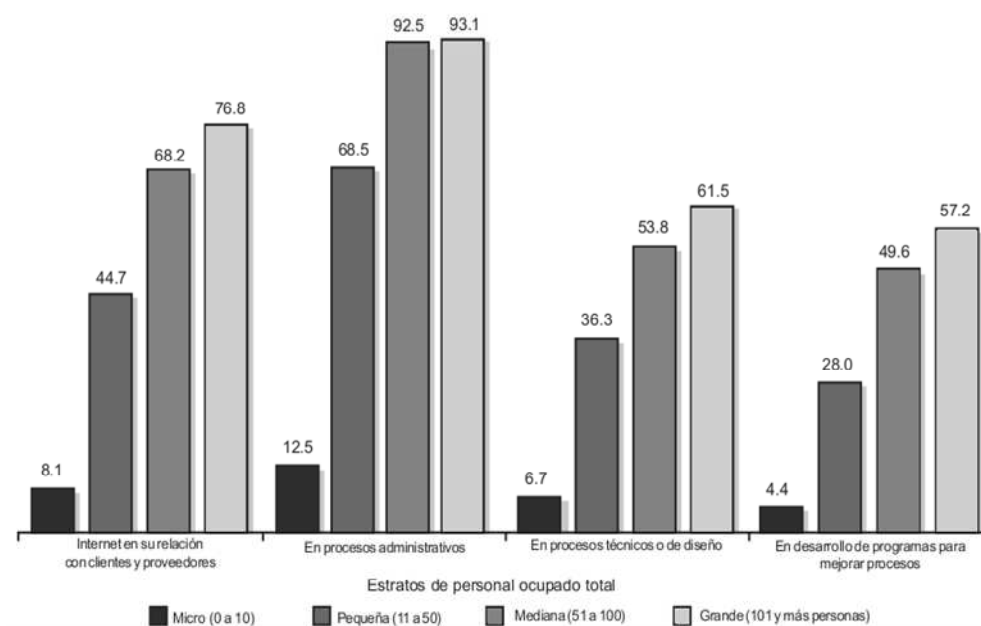
Entidades Económicas	Porcentaje	Totales
Micro	95 %	2, 854, 899.15
Pequeñas	3.9 %	117, 201.123
Medianas	0.9 %	27, 046.413
Grandes	0.2 %	6, 010.314
Totales	100 %	3, 005, 157

Por otro lado, en México la actividad económica se enfoca principalmente en 3 sectores según datos proporcionados por el mismo INEGI [Rodrigues, 2006] (véase Tabla 3).

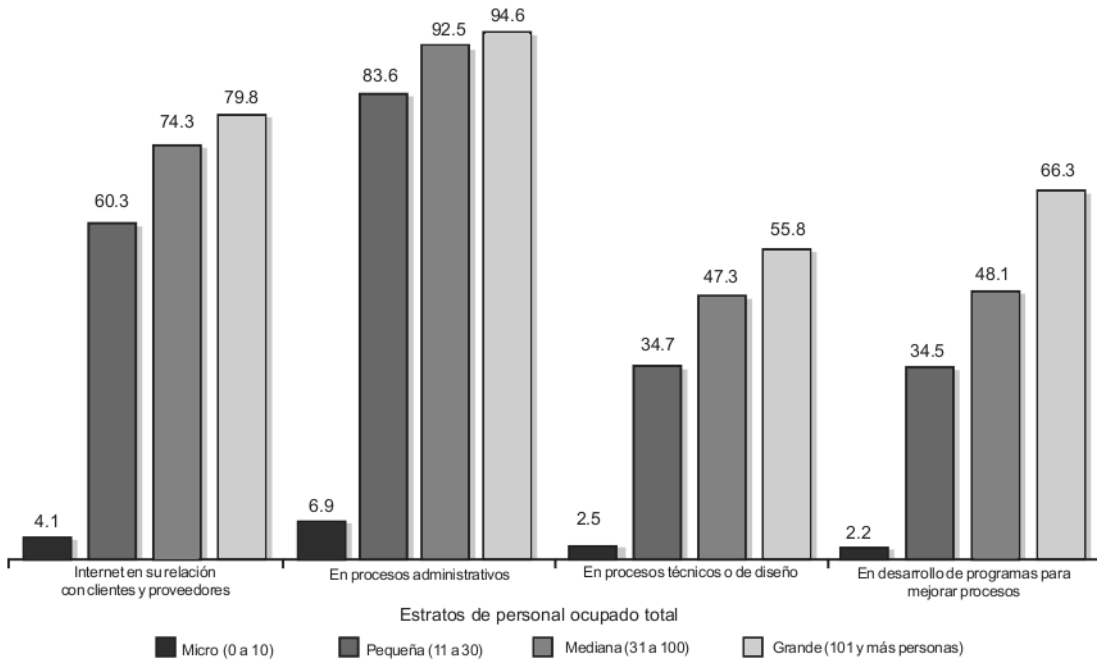
**Tabla 3.** Despliegue de la distribución económica en México.

Actividad económica	Unidades económicas	
	Absoluto	%
<b>Total nacional**</b>	<b>3 005 157</b>	<b>100.0</b>
Servicios	1 013 743	33.7
Comercio	1 580 587	52.6
Industrias manufactureras	328 718	10.9
Construcción	13 444	0.4
Transportes correos y almacenamiento	41 899	1.4
Electricidad agua y gas	2 437	0.1
Pesca y acuicultura animal	21 252	0.7
Minería	3 077	0.1

En el caso de las industrias de Servicios y Comercio, el uso de equipo Informático e Internet ha impulsado su desarrollo y competitividad en los mercados del mismo ramo. A continuación se muestran las estadísticas proporcionadas por INEGI [INEGI, 2007] (Véase Figuras 1.5 y 1.6):

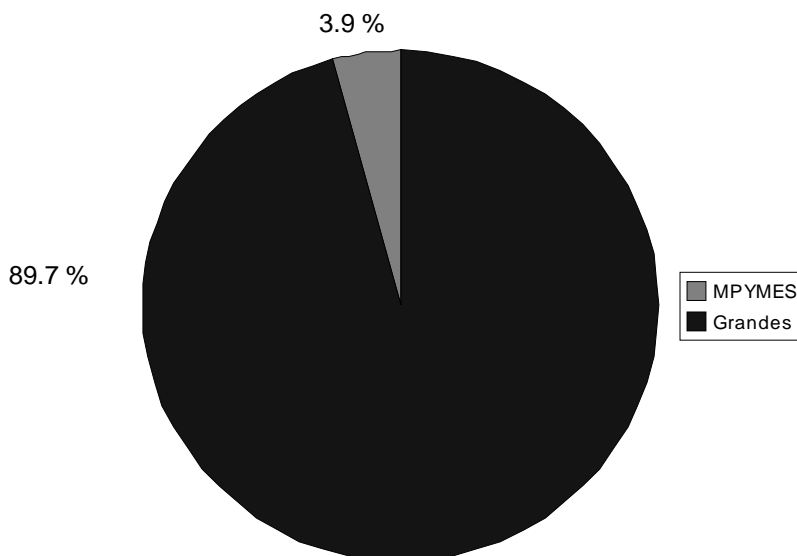
**Figura 1.5.** Uso de equipo Informático e Internet en algunos procesos en el 2006

Sin embargo las MPYME's no son ajenas a la mejora de sus procesos, las Figuras 1.5 y 1.6 demuestran que aproximadamente un 84% de estas empresas están interesadas en este campo a diferencia de las empresas grandes que solamente representan el 66.3%.



**Figura 1.6.** Unidades económicas en comercio, que utilizaron equipo informático e Internet en alguno de sus procesos en el 2006

Por otro lado, el INEGI también nos muestra que sólo las grandes empresas han sabido aprovechar mejor el uso de la tecnología informática (véase Figura 1.7):



**Figura 1.7.** Uso de equipo informático en algún proceso de las empresas

De acuerdo a las estadísticas mostradas anteriormente, la demanda software en las MPYME's se debe a la necesidad de incorporar tecnologías en sus estrategias de negocio, con el fin de poder ser más productivas y aumentar su grado de eficiencia. Éstas constituyen cerca del 99.8% de las entidades económicas de México, lo que las sitúa en una posición de considerable trascendencia.

Sin embargo, existen diversos factores por los cuales aun no se ha podido lograr, de forma eficiente, la mejora de procesos. Jim Grant, vicepresidente y director general de BMC Software, afirma que las MPYME's están apenas aprendiendo cómo implementar las Tecnologías de Información (TI), y además, para muchas, sigue siendo una inversión multimillonaria imposible de solventar. Sin embargo, también establece que este sector empieza a depender de este tipo de soluciones, pero en muchas ocasiones no cuentan con un software adecuado a sus necesidades [Rodrigues, 2006]. Otras barreras que existen para la utilización de TI dentro de las MPYMEs son [Valenzuela, 2004]:

- La resistencia al cambio, esto se refiere al temor de usar alguna tecnología por parte de los trabajadores, los errores en el uso de la nueva tecnología, el cambio de cultura y comportamiento (dejar viejas prácticas para incorporar nuevas), y la escasa participación de los usuarios finales en el levantamiento de requisitos, diseño y desarrollo de las aplicaciones.
- La mala definición de los requisitos de la aplicación que se quiere implementar, ya sea específica o estándar. Esta barrera incluye: la falta de compromiso de los involucrados (gerencia, clientes y/o proveedores), la escasa coordinación entre los niveles jerárquicos de la empresa, y la falta de experiencia en el desarrollo e implementación de proyectos de esta índole.
- El obstáculo del hardware y el software, donde muchas de las veces, las empresas no cuentan con un soporte técnico eficiente, el equipo computacional existente en las compañías es insuficiente para el desempeño de las actividades básicas.

A pesar de los obstáculos citados anteriormente, las MPYME's empiezan a darse cuenta que el uso de tecnología ya no es un lujo, y han pasado a formar parte integral del modelo de negocio de las empresas. Ante ello surgen necesidades que para satisfacerlas necesitan el desarrollo e implantación de proyectos que involucran a las TI. Algunas de estas necesidades son [Valenzuela, 2004]:

- Mejorar la producción y administración productiva.
- Mejorar la administración de la empresa.
- Mejorar integración funcional de la empresa.
- Mejorar relación con clientes.

El común denominador de estas necesidades es el mejoramiento de sus procesos, lo que implica la automatización y eficiencia de estos, ya sean internos o externos. Observando el orden en que se presentan las necesidades, podemos afirmar que las empresas primero buscan la mejora de los procesos internos, partiendo desde los niveles operativos hacia los niveles estratégicos, y posteriormente se busca la mejora de los procesos externos, que involucran tanto a clientes como proveedores.

Por otro lado, las empresas de TI que proveen las soluciones tecnológicas a las MPYME's, se han dado cuenta, en los últimos años, del potencial que éstas representan y se enfocan en ellas para incrementar sus ganancias. Las empresas software comienzan a darse cuenta que pueden crear

economías de escala que se verían reflejadas en importantes ganancias dentro de la industria de la informática [Valenzuela, 2004].

Dada la dimensión de las MPYME's en México, y a la gran tarea que deben solventar las empresas de TI, es momento de pensar en fundamentos y métodos que las respalden. Es decir, proporcionar ayuda que indique cuáles son las acciones inmediatas que solucionen mejor los problemas del proceso software y que no representen un costo elevado tanto para las empresas como para el cliente. Adicionalmente, el establecimiento de estándares de calidad brinda una ayuda al proporcionar antecedentes y permitir la mejora incremental del proceso de desarrollo software. Con la adaptación de un modelo SPI y con el enfoque de los esfuerzos hacia las necesidades específicas de las MPYME's es posible proporcionar a las empresas de TI información importante, la cual les permita mejorar su proceso de desarrollo, establecer métricas en el mismo, y de esta manera, mejorar la calidad de los productos que estén otorgando; mejorar el tiempo de entrega y la estimación de costos. La idea clave consiste en seleccionar las áreas de mejora donde los cambios puedan producir los máximos beneficios posibles a mediano y largo plazo.

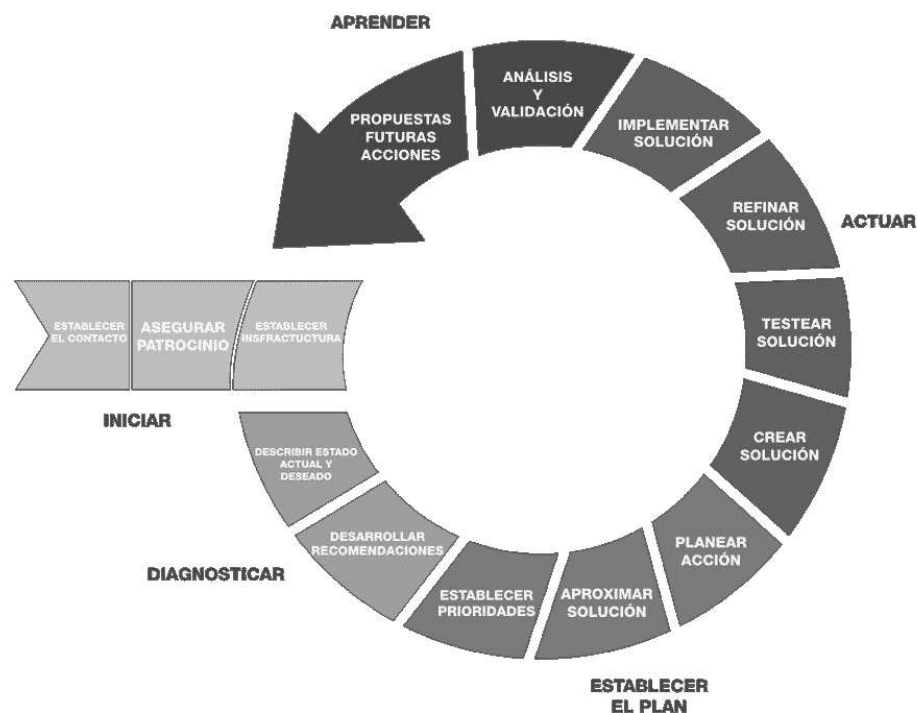
Los modelos de SPI buscan establecer fases de diagnóstico que contemplan evaluaciones, cuyo objetivo es caracterizar el estado actual de la organización, identificando las oportunidades de mejora, y el estado futuro, tomando como base algún modelo de referencia (por ejemplo, el CMMI-DEV). Un diagnóstico es: “dime qué haces, cómo lo haces, y verificaré lo que haces, cómo dices que lo haces”. Para realizar un diagnóstico existen diferentes tipos de evaluación [Pérez, 2006]:

- **Externas.** Impuestas por algún interesado externo (por ejemplo: cliente, gobierno, contratistas, y demás). El alcance de éstas, es determinado por el interesado externo, y él, es el único dueño de los resultados de la evaluación.
- **Internas.** Estas se realizan por un equipo de personas conformado por personas externas e internas, para satisfacer el interés propio de la empresa. La empresa es quien determina el alcance de la evaluación, así mismo, es la única dueña de los resultados de la evaluación. Esta evaluación le sirve como una medida, y en base a ésta poder tomar decisiones con respecto a su programa de mejoras.

Mariana Pérez Vargas socia fundadora y Directora General de AVANTERE, propone establecer el modelo IDEAL (*Initiating, Diagnosing, Establishing, Acting, Learning*) [URL-7]. Este modelo fue desarrollado por el SEI y la descripción completa del modelo fue publicada en febrero de 1996. El modelo se creó inicialmente como un modelo de ciclo de vida para la mejora de procesos, posteriormente se convirtió en si mismo una guía para gestionar el programa de mejora. El modelo también permite soportar la mejora continua del proceso (véase Figura 1.8).

Sin embargo, el Centro de Calidad en Tecnologías de la Información (CCTI) en su estudio [URL-1], muestra que los problemas que existen al llevar a la práctica el modelo IDEAL son los siguientes:

- Falta de compromiso.
- Expectativas no realistas.
- Falta de tiempo de los participantes.
- Baja prioridad.
- No hay conocimiento o entrenamiento adecuado.
- El modelo no es bien adaptado.
- La mejora se vuelve una carga.



**Figura 1.8.** Diagrama general del modelo IDEAL

Estos problemas se centran principalmente en el costo que el modelo IDEAL genera durante su implantación; de igual forma, la documentación que este modelo genera es, en muchos casos, excesiva e innecesaria; por otra parte la capacitación que requiere es costosa en tiempo y dinero.

Por todo lo anterior, se concluye que resulta conveniente realizar una herramienta de evaluación para las MPYME's desarrolladoras de software; la cual, genere el impulso de competitividad en la industria de TI. De esta forma se proporcionarán directrices de mejora en los procesos de desarrollo, y como consecuencia se incrementará la calidad y confiabilidad de los productos/servicios que estas empresas ofrezcan.

## 1.2. Delimitaciones de la tesis

El desarrollo de esta tesis se enfoca en proporcionar un marco teórico de evaluación delimitado a las MPYME's desarrolladoras de software, con el propósito de que estas sean capaces de determinar la situación actual de sus procesos de desarrollo y motivar el impulso de una iniciativa de mejora.

La experimentación se centrará en validar el cuestionario desarrollado a través de la construcción de un portal Web de evaluación (ProVal) y cuyos resultados estarán delimitados a:

- La propuesta de tesis se basa en impulsar una iniciativa de mejora del proceso software y se centra principalmente en la fase de diagnóstico del modelo AFIM.
- Las empresas que serán evaluadas deberán ser MPYME's desarrolladoras de software.

- La función de ProVal será únicamente la evaluación de las empresas, mediante la determinación de las fortalezas y debilidades de su entorno.
- La propuesta de solución se delimita a proporcionar un marco teórico de evaluación basado en las prácticas del Nivel 2 del modelo CMMI-DEV v1.2.
- La herramienta producto de esta tesis tiene el fin de demostrar la aplicabilidad de la metodología de evaluación desarrollada. No realizaremos pruebas de usabilidad a nivel usuario puesto que consideramos más importante probar el contenido metodológico.

### 1.3. Limitaciones

- No existe un mecanismo de evaluación del proceso software basado en las prácticas del CMMI-DEV v1.2.
- La investigación de esta tesis se limita a diseñar un mecanismo para la obtención y análisis de datos.
- El mecanismo desarrollado será probado en pequeñas empresas de desarrollo software de los estados de Oaxaca, Monterrey y Distrito Federal, las cuales no tienen implementada alguna versión de los modelos CMMI y desconocen su estructura.
- Para contrastar los resultados, será evaluada una empresa desarrolladora de software del Distrito Federal la cual conoce el modelo CMMI a pesar de tener implantado el modelo ITIL (*Information Technology Infrastructure Library*).

### 1.4. Objetivos del trabajo

Los objetivos del trabajo están compuestos de un objetivo general y varios objetivos secundarios, los cuales son descritos a continuación:

#### 1.4.1. Objetivo general

***Diseñar y construir una herramienta de autoevaluación del proceso software, la cual permita conocer la situación actual de cualquier MPYME desarrolladora. Esta herramienta permitirá mejorar su proceso software y le proporcionará información para convertir los procesos inmaduros en maduros mediante la identificación e implantación de prácticas efectivas.***

#### 1.4.2. Objetivos específicos

Sin embargo, para alcanzar el objetivo principal será necesario conseguir ciertos objetivos secundarios. Estos establecerán las aportaciones esperadas al final de la tesis. Los subobjetivos a cubrir son (véase Figura 1.9). A continuación se da una breve descripción de cada objetivo particular presentado en la figura anterior:

1. Desarrollar un estudio comparativo de los principales modelos de mejora que incorporan a la fase de evaluación de procesos.
2. Desarrollar un estudio comparativo de los principales modelos de referencia.
3. Diseñar un mecanismo de evaluación enfocado a las necesidades específicas de las MPYME's.



4. Diseñar mecanismos de guía para la obtención de información para la mejora de los procesos y el establecimiento de un proceso gestionado de acuerdo a las necesidades específicas de las MPYME's.
5. Establecer un Modelo de Mejora de Procesos. Se implementará el modelo AFIM [Cuevas, 2005] (exclusivamente en su etapa de evaluación). AFIM tiene como referencia el modelo IDEAL pero hace más simple su implementación y reduce las fases a cuatro (véase Figura 1.10).

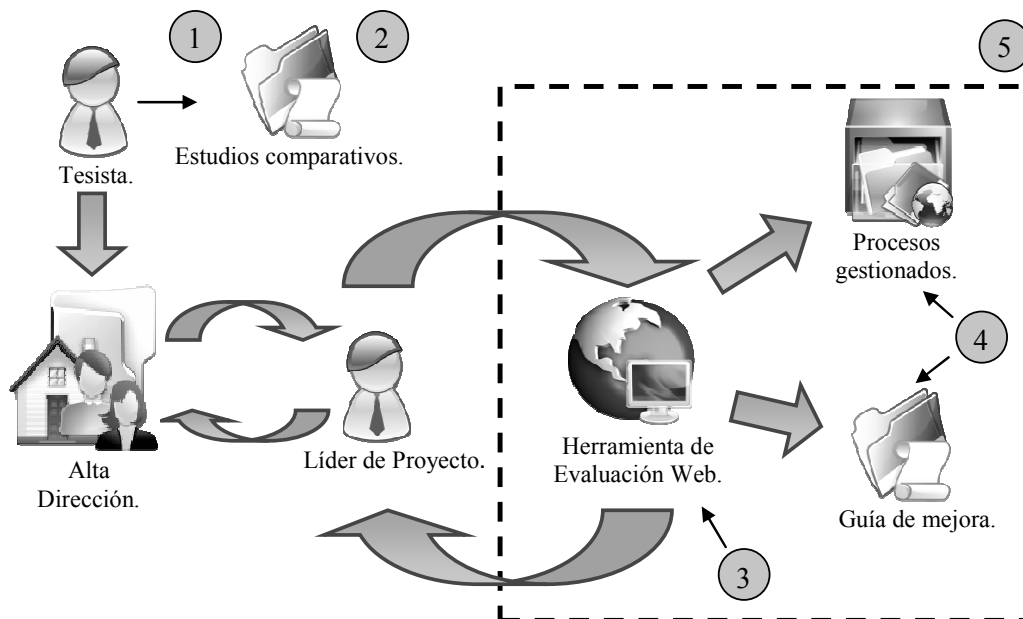


Figura 1.9. Descripción general de subobjetivos a alcanzar



Figura 1.10. Descripción general del Modelo AFIM

El Modelo AFIM dará la pauta para propiciar la mejora en la MPYME. En un inicio, la empresa debe comprometerse a aportar tantas personas, tiempo y recursos como sean

necesarios para tener éxito en la ejecución del proyecto de mejora. Posteriormente se determina cuál es el estado actual del proceso software, es decir, se realiza una evaluación de la situación actual de los procesos de la MPYME.

Después se crea la infraestructura necesaria para la mejora del proceso. Y por último se implementan los planes de acción, experimentando los procesos en proyectos piloto.

Resumiendo, las aportaciones establecidas de acuerdo a los objetivos marcados anteriormente son las siguientes:

- *Aportaciones teóricas y de investigación de base:*  
Estudio comparativo sobre los modelos de evaluación actuales.  
Estudio comparativo de herramientas de evaluación similares (si existieran).
- *Aportaciones metodológicas:*  
Diseño y construcción de un cuestionario de evaluación centrado en las necesidades y recursos de las MPYME's enfocado en las áreas de proceso del Nivel 2 de Capacidad del CMMI-DEV.
- *Aportaciones prácticas:*  
La construcción del Portal de evaluación para MPYME's.

## 1.5. Solución propuesta

Se propone utilizar las fases del CMMI-DEV Nivel 2 para iniciar un programa de mejora. Agrupando las causas de fracasos identificadas, mostradas a lo largo de la *Introducción* y la *Importancia del Problema*, se propone realizar un mapeo entre cada una de las causas detectadas con las áreas de proceso del Nivel 2 del CMMI-DEV (véase Tabla 1.4), es decir, realizar una adaptación específica para cada MPYME evaluada y recomendar las acciones de mejora que mejor le convengan.

**Tabla 4.** Mapeo entre causas de fracaso y áreas de proceso.

Descripción del Problema	Nombre del área de proceso
El producto entregado presentaba una gran cantidad de fallos y defectos durante su funcionamiento.	<i>Gestión de Requisitos (REQM, Requirements Management).</i>
Desviaciones de plazos y esfuerzo sobre los valores previstos, es decir, el costo de la elaboración era más grande de lo que se estimaba, y por ende el retraso en la entrega del producto final.	<i>Planificación del Proyecto (PP, Project Planning).</i>
Los plazos, excedían los costos previstos.	<i>Supervisión y Control del Proyecto (PMC, Project Monitoring and Control)</i>
Pérdida del control del proyecto subcontratado.	<i>Gestión de Acuerdos con el Proveedor (SAM, Supplier Agreement Management).</i>
Baja calidad en los proyectos, debido a la falta de métricas de calidad y en la utilización de herramientas de control de calidad.	<i>Medición y Análisis (MA, Measurement and Analysis).</i>

**Tabla 4 (continuación).** Mapeo entre causas de fracaso y áreas de proceso.

Descripción del Problema	Nombre del área de proceso
Problemas de calidad en el proceso de desarrollo, debido a la falta en ese entonces de guías y estándares para el desarrollo.	<i>Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA, Process and Product Quality Assurance)</i>
El producto entregado presentaba una gran cantidad de fallos y defectos durante su funcionamiento.	<i>Gestión de la Configuración (CM, Configuration Management)</i>

De acuerdo a la Tabla 1.4, las áreas de proceso que serán tratadas para la evaluación de la empresa corresponden a las áreas de proceso del Nivel 2 del CMMI-DEV [CMMI, 2006], es decir, se buscará evaluar los procesos y recomendar acciones para establecer un proceso gestionado. El Nivel 2 del CMMI-DEV se caracteriza por la gestión de los procesos. La gestión de los procesos consiste en llevar a cabo, planificadamente, un proceso y ejecutarlo de acuerdo a una política, empleando gente experta que cuenta con los recursos adecuados para producir salidas controladas. La diferencia que existe entre un proceso realizado (Nivel 1) y un proceso gestionado (Nivel 2), es el grado al cual se gestiona el proceso. Al planificar un proceso gestionado, lo que se pretende es percibir si su funcionamiento está de acuerdo con lo planificado, y si el proceso se desvía perceptiblemente se tomen acciones correctivas según sea apropiado.

Hasta el momento existen innumerables investigaciones y estudios [Laporte, 2006] [Kelly, 2006] [Calvo-Manzano, 2006] [Serrano, 2006] que permiten demostrar la aplicabilidad de un modelo CMMI a las medianas y pequeñas empresas o “*small settings*”. Un estudio realizado de GAITS (*Global Analytic Information Technology Services Inc.*) muestra que la adaptación del CMMI Nivel 2, puede tomar en promedio seis meses hasta su implementación. Cabe resaltar que estos resultados se deben a que el modelo analiza y corrige, mejorando continuamente la manera en como se van realizando los procesos software [Jackelen, 2007]. La idea de la tesis plantea desarrollar un mecanismo, en su primera fase, que permita realizar dicha mejora dentro del menor tiempo registrado hasta ahora pero con la nueva versión, el CMMI-DEV.

Las áreas que serán tratadas, de acuerdo al mapeo propuesto, se definen a continuación:

- **REQM.** El propósito de la *Gestión de Requisitos* es gestionar los requisitos del proyecto y los productos, identificar inconsistencias entre esos requisitos, los planes y el proyecto.
- **PP.** El propósito de la *Planificación del Proyecto* es establecer y mantener los planes que definen las actividades del proyecto.
- **PMC.** El propósito del *Seguimiento y Control del Proyecto* es proporcionar una comprensión del progreso del proyecto para poder tomar acciones correctivas y apropiadas cuando el funcionamiento del proyecto se desvía significativamente del plan.
- **SAM.** El propósito de la *Gestión de Acuerdos con el Proveedor* es que gestionar los acuerdos con el proveedor (si existiera desarrollo externo), de esta manera se controla la adquisición de productos con los proveedores.
- **MA.** El propósito de la *Medición y el Análisis* es desarrollar y sostener la capacidad de medición que es utilizada para apoyar la gestión de las necesidades de información.
- **PPQA.** El propósito del *Aseguramiento de la Calidad del Producto y Proceso* es proveer al personal y a la gestión con objetivos enfocados en los procesos y productos asociados.

- **CM.** El propósito de la *Gestión de Configuración* es establecer y mantener la integridad de los productos, usando la identificación de la configuración, el control de configuración, el reporte del estado de la configuración y auditorías de la configuración.

## 1.6. Estructura de la tesis

La estructura del documento de tesis se detalla a continuación:

El capítulo 2 presenta el marco teórico, planteando la solución al problema identificado, fundamentada en los antecedentes históricos, demostrando mediante estudios comparativos por qué la solución planteada es factible.

El capítulo 3 expone el diseño y la implementación de ProVal, utilizando la plataforma y el lenguaje establecido.

El capítulo 4 presenta los resultados de la puesta en marcha de ProVal en ambientes pequeños de desarrollo o *small settings*.

Finalmente el capítulo 5 resume las conclusiones y el trabajo a futuro que representa la explotación de esta herramienta.

## 1.7. Publicaciones generadas

A continuación se enlistan algunas de las publicaciones que se generaron durante el desarrollo del presente trabajo.

Autores:	Garcia, I. & Suarez, L.
Título:	Determining Practice Achievement in Project Management using a Two-Phase Questionnaire on Small and Medium Enterprises
Congreso:	The Second International Conference on Systems and Networks Communications, ICSNC 2007
Publicación:	ICSEA, International Conference on Software Engineering Advances 2007 Proceedings IEEE Computer Society Number: 0-7695-2937-2/07
Lugar:	Cap Esterel, French Riviera, France.
Año:	August 25-31, 2007

---

## 2. Marco Conceptual

### 2.1. Principios de una Metodología Moderna de Evaluación Software

Las evaluaciones modernas de software evolucionaron a auditorías. Las auditorías de calidad por años han servido para asegurar que los elementos del proceso de fabricación se conformen en estándares documentados. Antes de finales de los años 1970, existía la creencia de que revisar la existencia de procesos individuales no era suficiente, sobre todo en caso de sistemas de software.

Phil Crosby, en varias publicaciones basadas en su experiencia en TI incluso en uno de sus trabajos más significativos, *Quality is Free* [Crosby, 1979], argumentó que las auditorías de calidad estaban pasadas de moda, y que ninguna medida era suficientemente fiable para determinar las capacidades de desarrollo de una organización. En cambio, Crosby propuso que las evaluaciones de calidad debían cambiar su enfoque de procesos individuales a una red de madurez de una organización y evaluar el grado al cual los procesos individuales eran integrados con éxito en la red institucionalizada de una organización. El resultado, argumentó, “proporcionaría un sentido de la verdadera capacidad de la organización entera” [Kasse, 2002]. Su perspicacia evolucionó en la noción de niveles de madurez de capacidad de mejora de proceso. Después de Crosby, J. M. Juran [Juran, 1988], en los años 1970 y 1980 trabajó en IBM comenzando a experimentar con sus propios estándares de capacidad de madurez para pronosticar esfuerzos en el desarrollo de software, y durante varios años el personal de IBM, incluyendo a Watts Humphrey, Al Pietrasanta, Ron Radice, Maribeth Carpenter, y Harvey Hallman, estuvieron a la vanguardia en el campo de la evaluación de software.

#### 2.1.1. La creación del SEI

Por el año de 1980, el Departamento de defensa (DoD) de los Estados Unidos de Norteamérica estaba bastante alarmado por la informalidad general de los sistemas de software producidos para crear un “cuerpo de conocimiento” que podría transferir los métodos más avanzados del desarrollo de software por todo el mundo como una práctica norteamericana. En 1984, el DoD estableció los estatutos del SEI, cuyo primer intento propuso emplear a las personas claves del esfuerzo de IBM y desarrollar procedimientos analíticos para medir la capacidad global de los procesos de software de las organizaciones que se licitaban por contratos. El trabajo del SEI consistió en utilizar el concepto de “marco de madurez” para mejorar el proceso de adquisiciones del DoD.

Después de estas iniciativas, hacia 1987, Watts Humphrey había caracterizado ya el proceso de desarrollo de software dentro de un marco de madurez y luego había usado aquel marco como la base para un cuestionario de diseño para analizar las fortalezas y debilidades de un proceso de software por toda la organización [Humphrey, 1987]. El cuestionario debía ser distribuido y

completado por representantes de varios proyectos de la organización antes de llegar al equipo de asesores, que usarían la información proporcionada por el cuestionario como el principio de discusiones con el personal clave de la compañía. La idea no era evaluar a la compañía en base al cuestionario, sino utilizar la información generada para determinar qué áreas explorar durante la evaluación apropiada, lo cual sería resumido finalmente en un método explicado detalladamente en una publicación del SEI en 1989 llamada “*Conducting SEI-Assisted Software Process Assessments*” [Olson, 1989].

### 2.1.2. Auditorías Versus Evaluaciones

Originalmente, el DoD y el SEI dividieron sus esfuerzos en la valoración de software en dos clases de evaluaciones. La primera fue el Método de Evaluación del Proceso de Software (SPA), que fue usado por las organizaciones para comprender mejor su propia capacidad para desarrollar software y priorizar las acciones para la mejora del proceso. El segundo fue el Método de Evaluación de la Capacidad de Software (SCE), que fue usado en evaluaciones exteriores sobre el proceso de software en organizaciones que competían por un contrato del DoD.

Las evaluaciones como SCE constituyeron investigaciones de una organización realizadas por una entidad de negocios exterior. Las SCEs a menudo son realizadas como parte del DoD u otro gobierno o programa de adquisición de software comercial y son utilizadas para ayudar a valorar el nivel madurez de los procesos de un contratista particular.

Las SCEs también son realizadas comúnmente como parte de la supervisión de una adquisición después de que el contrato ha sido otorgado [Averill, 1993].

El desarrollo subsecuente de estos métodos, tal y como argumenta este trabajo de tesis, sugirió que el segundo de estos avances probaría estar cargado con muchos de los problemas de las auditorías anteriores, mientras que la primera propuesta emergería como una alternativa superior. Pero para entender el por qué, es necesario entender las diferencias entre ambas alternativas. De acuerdo a Besselman, “*las SPAS y SCEs se diferencian en muchos aspectos que incluyen la motivación para el método, el objetivo, la propiedad de los resultados, y las salidas*”<sup>2</sup> [Besselman, 1992]. Pero la diferencia básica es que el enfoque colaborativo de la SPA motiva una atmósfera para promover la mejora continua de los procesos. Por lo tanto, mientras que las evaluaciones SCE siguieron siendo necesarias para la toma de decisiones en el proceso de adquisición, el método SPA adquirió mayor importancia en los esfuerzos de mejora de proceso patrocinados por el SEI.

#### 2.1.2.1. La Inconsistencia de los Resultados de SPA

Sin embargo, las pruebas iniciales indicaron que el método SPA original produjo serias ambigüedades para el evaluador y el evaluado sobre qué categorías se utilizaron y qué tan serios fueron los problemas identificados. Por ejemplo, un estudio realizado por Joe Besselman titulado “*A Collection of Software Capability Evaluation Findings: Many Lessons Learned*” [Besselman, 1992] (presentado en NSIA en marzo de 1992) mostró que a veces había una diferencia de dos niveles de madurez entre la evaluación y la puntuación de la evaluación en la misma organización cuando se utilizaban los métodos SPA y SCE. Algunas de estas discrepancias se produjeron por el hecho de que los equipos de evaluación internos de SPA no estaban familiarizados con las categorías que controlaban el proceso, y otras surgieron porque las evaluaciones tempranas de SPA no requerían la presencia de un asesor en jefe certificado y externo que pudiera dirigir al equipo de evaluación del

---

<sup>2</sup> Por ejemplo, los equipos SCE escogen proyectos para evaluar en base en sus semejanzas con el contrato que está siendo considerado; los equipos SPA seleccionan los proyectos que son representativos en una organización.

mismo que en una evaluación externa de SCE. El estudio de Besselman concluyó, sin embargo, que los beneficios del método SPA fueron tales que el método no debería ser cambiado para parecerse más a una auditoría porque perdería entonces los beneficios organizativos del proceso de evaluación [Besselman, 1992]. En cambio, el reporte recomendó dos alteraciones significativas para SPA: el desarrollo de una descripción articulada (o modelo) de la capacidad del proceso de desarrollo de software de tal forma que los evaluadores internos tuvieran categorías claras para trabajar, y la introducción de evaluadores autorizados por el SEI quienes pudieran mantener a los evaluadores internos dentro de las mismas guías críticas como las que usaban en las SCE.

En cuanto a la primera de estas recomendaciones, el SEI comenzó a trabajar en la explicación detallada de una estructura relacionada con el cuestionario original de modo que el objetivo y el criterio para cada elemento fueran claros para todos. Simultáneamente, Watts Humphrey elaboró los principios subyacentes tanto del concepto de madurez de capacidad como del método de evaluación en su trabajo en 1989 titulado *Managing the Software Process* [Humphrey, 1989], el cual resultó ser una señal tanto en la teoría de la mejora del proceso software como en la teoría de la evaluación de software (véase también [Humphrey, 1992]).

## 2.2. El Modelo de Madurez y Capacidad del SEI

En base al trabajo de Humphrey, el SEI desarrolló un modelo de madurez y capacidad para articular explícitamente las relaciones entre las prácticas específicas del proceso software y la mejora continua de la calidad. Con el informe escrito por Mark Paulk et. al. en 1993, titulado *The Capability Maturity Model for Software Version 1.1* [Paulk, 1993a] y *Key Practices of the Capability Maturity Model, Version 1.1* [Paulk, 1993b] y después en 1995 con su libro titulado *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process* [Paulk, 1995], el CMM emergió tanto como un plan organizado para el proceso de mejora del desarrollo de software, así como una plantilla implícita para la evaluación rigurosa.<sup>3</sup>

### 2.2.1. Niveles de Madurez y Capacidad

El Modelo de Madurez y Capacidad para software (CMM) del SEI define cinco niveles de madurez de capacidad distintos, y asigna ciertas áreas claves de proceso (KPAs) que deben implementarse antes de que las prácticas de “contingencia” puedan ser puestas bajo el control de uno de los niveles de madurez de la capacidad. Sin embargo, el CMM completo también identifica (bajo la rúbrica de características comunes) las actividades de la institución que estabilizan todas las áreas claves de proceso. Éstas últimas incluyen elementos como la medición, la formación, los procedimientos documentados, las políticas ejecutivas, el patrocinio de alta dirección, las herramientas apropiadas, la verificación de la práctica, y la mejora continua del proceso.

### 2.2.2. La Estructura y Filosofía del CMM

Los cinco niveles de madurez del proceso software del CMM son identificados como *inicial*, *repetible*, *definido*, *gestionado*, y *optimizando*. Las 18 KPAs distribuidas en los Niveles 2 al 5 son: 6 KPAs para el Nivel 2, 7 KPAs para el Nivel 3, 2 para el Nivel 4, y 3 para el Nivel 5. Para conseguir una posición de madurez más alta, una organización debe satisfacer primero todas las KPAs del

---

<sup>3</sup> Una fase interna en esta historia fue representada por el cuestionario de madurez revisado [Zubrow 94] publicado en 1994 y relacionado con el modelo de madurez y capacidad del SEI (CMM) v1.1. El nuevo cuestionario fue otra vez destinado principalmente para identificar problemas durante la evaluación y posteriormente se convirtió en una ayuda asociada con una metodología de evaluación de SPA recién refinada y desarrollada por el SEI.

nivel de madurez precedente. La filosofía del CMM requiere que en el Nivel 2, una organización se concentre en los proyectos individuales y su gestión. Cada proyecto debería escoger los métodos, estándares, procedimientos, y formación que requiera.

En el Nivel 3, el enfoque cambia hacia la organización en sí misma. La organización ahora articula y apoya aquellos estándares, métodos, y procedimientos que han funcionado en proyectos anteriores para reunirlos en una base de datos de métricas que pueda consultarse cuando necesiten analizar los proyectos pasados. Así, los proyectos pueden referirse a métodos, procedimientos, definiciones, y documentos apoyados en la organización y adaptarlos para necesidades particulares, en vez de definir cosas desde el principio. En el Nivel 3, la organización también proporciona un soporte más centralizado para la formación, que había sido anteriormente la principal responsabilidad de los proyectos individuales.

El enfoque del Nivel 4 se centra de nuevo en el nivel del proyecto y proporciona metas para la gestión cuantitativa. El nivel 4 requiere que los proyectos establezcan (y luego alcancen) las metas de calidad del producto y que utilicen los datos anteriores para analizar el rendimiento actual y determinar si se encuentra dentro de los límites establecidos.

El enfoque del Nivel 5 se centra en mejorar los límites cuantitativos, tanto del punto de vista del producto como del proceso. Otro nombre para esto es la “mejora continua del proceso”.

La Tabla 5 resume una descripción más específica de los niveles de madurez 2, 3, 4, y 5 en una organización:

**Tabla 5.** Áreas claves del proceso del modelo de madurez de la capacidad del SEI.

Nivel	Enfoque	Áreas claves de proceso
5 Optimizando	<i>Mejora Continua del Proceso</i>	Prevención de Defectos Gestión del Cambio de Tecnología Gestión del Cambio de Proceso
4 Gestionado	<i>Calidad del Producto y del Proceso</i>	Gestión Cuantitativa del Proceso Gestión de Calidad del Software
3 Definido	<i>Procesos de Ingeniería y Soporte Organizacional</i>	Enfoque en el Proceso de la Organización Definición del Proceso de la Organización Programa de Formación Gestión Integrada del Software Ingeniería del Producto de Software Coordinación Integrada Revisiones en Grupo
2 Repetible	<i>Procesos de la Gestión del Proyecto</i>	Gestión de Requisitos Planificación del Proyecto de Software Seguimiento y Control del Proyecto de Software Gestión de la Subcontratación de Software Aseguramiento de la Calidad de Software Gestión de la Configuración de Software
1 Inicial	<i>Personas competentes y heroicas</i>	



El documento del CMM describe las metas y prácticas claves asociadas con cada uno de las KPAs y coordina cada práctica clave con las capacidades institucionales, incluyendo “el Compromiso para Funcionar”, “la Habilidad para Realizar”, “las Actividades Realizadas”, “la Medición y el Análisis”, y la “Verificación de la Implementación” que deben ser institucionalizadas antes de que las actividades de una KPA particular puedan alcanzarse.

### 2.2.3. El Método de Evaluación del CMM: CBA IPI

La propuesta del CMM fue seguida de una articulación paralela de Evaluaciones del Proceso Software, conocidas de manera oficial como Evaluaciones basadas en CMM para la Mejora Interna del Proceso (CBA IPI). En 1996, el SEI publicó un “*Method Description*” [Dunaway, 1996a] y después una “*Lead Assessor Guide*” [Dunaway, 1996b], que explican los procedimientos detallados de CBA IPI.<sup>4</sup>

- **La presencia de un líder calificado:** una evaluación CBA IPI es conducida por un asesor en jefe autorizado, certificado, entrenado como experto en el método de evaluación y en el modelo CMM y capaz no solo de cultivar en una organización las mejores prácticas contenidas en el modelo sino también de asegurar que no se destine esfuerzo alguno en la adhesión estrecha del CMM y del método CBA IPI.
- **La constitución del equipo de evaluación:** una evaluación CBA IPI es implementada por un equipo de evaluación que incluye a representantes de la organización que la conocen mejor que cualquier personal externo y que pueden transferir lecciones aprendidas atrás a la organización cuando la evaluación está completa (y ayudan a seguir el plan de acción).
- **Un enfoque en la organización completa:** una evaluación CBA IPI determina las capacidades de la organización como un todo, seleccionando proyectos representativos que proporcionen una sección transversal del trabajo de la organización. El uso de una sección transversal de los proyectos existentes asegura que la evaluación mida el apoyo y los conocimientos disponibles en todos los proyectos y no únicamente en un proyecto bien o mal dirigido.
- **Una concentración sobre una jerarquía de niveles de madurez:** una evaluación CBA IPI procede en relación a una escalera de niveles de madurez y sus correspondientes KPAs que “identifican los problemas que deben ser tratados para conseguir dominar el nivel de madurez” [Paultk, 1995]. Colectivamente, el conjunto completo de KPAs mide cómo la organización implementa la gestión necesaria y las partes técnicas de cualquier proyecto software.
- **La importancia de las entrevistas personales:** una evaluación CBA IPI no confía simplemente en la verificación de las prácticas organizacionales a través de un conjunto de documentos en papel (que pueden o no ser seguidos por la organización), mejor aún utiliza intensivamente las entrevistas a jefes de proyectos y profesionales para averiguar si las prácticas recomendadas por proyectos y la organización en conjunto son correctamente entendidas e implementadas. Cada práctica involucrada en cada KPA en cada nivel de madurez debe ser verificada de esta manera.
- **La confidencialidad:** una evaluación CBA IPI examina el proceso y no elogia o culpa el éxito y el fracaso individuales. A fin de asegurar esto, una evaluación CBA IPI se adhiere

---

<sup>4</sup> Para saber más sobre el cuestionario de madurez adaptado para el nuevo procedimiento CBA IPI, véase [Zubrow, 1994].

rigurosamente a unas reglas necesarias relacionadas a la confidencialidad y el respeto de todos los participantes. Esta incluye el requisito de que los resultados de la evaluación sean guardados confidencialmente por los miembros del equipo de evaluación [Humphrey, 1989].

- **Información confirmada:** los resultados de la evaluación provienen directamente de declaraciones confirmadas proporcionadas por los participantes de la organización e incluso son confirmados en las reuniones de modo que no pueda existir ninguna pregunta sobre los resultados siendo así un producto del equipo de evaluación y no de la organización.
- **Posiciones de nivel de madurez:** el nivel de madurez de la capacidad es asignado al final; este representa un resumen de todas las declaraciones de la organización y un consenso claro tanto del equipo de evaluación como de las declaraciones de la organización sobre las cuales se basa el dictamen del equipo de evaluación.
- **Recomendaciones:** los resultados existen en el contexto de recomendaciones para la mejora. No son una clasificación abstracta o general, sino un conjunto específico de propuestas para llevar los procedimientos de desarrollo software a una siguiente etapa alcanzable.
- **Los resultados presentados:** los resultados, incluso el nivel de madurez de la capacidad, son anunciados en una reunión general final de los participantes y son dirigidos al gerente de alto rango. Por lo tanto, representan necesariamente la voz de la organización la cual no puede ser desatendida.

### 2.3. Las Tres Ventajas Principales de una Evaluación Moderna de Software sobre los Procedimientos de Auditoría Tradicionales basados en la Industria

Las ventajas del método de evaluación para la mejora del proceso software descrito por Watts Humphrey en *Managing the Software Process* [Humphrey, 1989] involucran lo siguiente:

#### 2.3.1. Un enfoque sobre la confiabilidad de la organización como un todo

Una evaluación no mide qué tan bien son ejecutados los proyectos individuales en una organización, quizás debido a la perspicacia especial de un jefe de proyecto o a una combinación ideal de circunstancias. Al contrario de esto, mide la capacidad de la organización como un todo para producir procesos y productos en un alto nivel. Las evaluaciones por lo tanto no miden qué tan bien están siendo implementados los proyectos individuales, sino la capacidad global de la organización para reproducir el “buen trabajo”. El resultado de una evaluación de madurez de la capacidad no es un grado (como una auditoría en la industria) de qué tan bien se realiza un conjunto particular de procedimientos, sino se enfoca en la capacidad o el potencial de la organización entera (en base a su implementación sistemática de procedimientos centrales) para iniciar y completar proyectos de un modo medible y confiable. Una evaluación de la madurez de la capacidad selecciona cuidadosamente proyectos representativos a través de la anchura y la profundidad de una organización. En las palabras de Humphrey “*los objetivos de la gestión del proceso software son producir productos según el plan mientras que simultáneamente se mejora la capacidad de la organización para producir mejores productos*” [Humphrey, 1989].

#### 2.3.2. Apoyando la creatividad e iniciativa mediante el énfasis en los objetivos en lugar de en los medios

Una evaluación calcula el funcionamiento de las prácticas organizacionales con respecto a las metas, no a los medios; esto es crucial. Haciendo esto, se motiva la clase de creatividad e iniciativa que no sólo es importante para el éxito del buen trabajo sino también es una clave en la habilidad de

una organización para cambiar. La función principal de las auditorías pasadas de moda, afirma Humphrey, era *“asegurar que los profesionales siguieran el proceso oficialmente aprobado”*. Pero, *“las desviaciones típicas del proceso no eran motivadas por la avaricia, pero sí por un deseo de hacer el trabajo tan rápida y eficazmente como fuera posible. Los profesionales encuentran a menudo que algunos aspectos del proceso oficial son anticuados e ineficaces. Tratan correctamente de hacer el trabajo a pesar de estos obstáculos burocráticos, y sus atajos oportunos a menudo resultan ser muy eficaces. Así a menos que sea realizada sumamente bien, una auditoría realmente puede hacer más daño que bien, particularmente si el proceso oficial no está definido o no puede ser implementado como se indicó”* [Humphrey, 1989]. Las evaluaciones permiten que los profesionales defiendan y consigan el crédito por su iniciativa y los motiven a imaginar el cambio en términos no solo de las condiciones locales sino también de sus propias perspectivas en cómo el trabajo podría ser mejor realizado. Es por tal flexibilidad que una evaluación se convierte en una verdadera palanca para el cambio.

### **2.3.3. Un enfoque orientado a la acción**

Una evaluación no es sólo un análisis sino también un incentivo para un plan de acción diseñado para obtener el efecto inmediato. En las palabras de Humphrey, su *“orientación a la acción mantiene las preguntas enfocadas en los problemas actuales y en la necesidad de resolverlos”*. Y su organización asegura que cualquier impulso hacia el cambio positivo sea reconocido y empleado: *“Antes de una evaluación los profesionales generalmente son conscientes de sus peores problemas y a menudo asumen la dirección... no entienden los problemas y no puede esperarse que los resuelvan. Después de una evaluación, este ya no es el caso. Un estudio experto ha escuchado sus preocupaciones y sugerencias sobre lo que se debería haber hecho sobre estas ... Después de todo esto, cualquier jefe de proyecto que no toma medidas será visto por la gente como incompetente o indiferente a los problemas.. En red, la dirección debe concentrarse en tomar la acción o no realizar una evaluación”* [Humphrey, 1989].

El nombre de Humphrey para lo que el SEI ahora llama CBA IPI y SCAMPI fue originalmente “Evaluación del Proceso Software”. De acuerdo a Humphrey “la evaluación del proceso ayuda a las organizaciones software a mejorar mediante la identificación de sus problemas críticos y el establecimiento de prioridades de mejora” Humphrey sostiene que los principios de la evaluación del proceso deben incluir: 1. La necesidad de un modelo de proceso como una base para la evaluación. 2. La exigencia de confidencialidad. 3. La participación de la alta dirección, y 4. Una actitud de respeto para los puntos de vista de las personas en la organización [Humphrey, 1989].

## **2.4. Un Segundo paso hacia las Evaluaciones para la Mejora del Proceso Software: la Historia de ISO-9000-3, Bootstrap, SPICE, y el CMMI**

Al mismo tiempo que el SEI desarrollaba la estructura del CMM y la metodología de evaluación CBA IPI en Norteamérica, los grupos europeos comenzaron a mejorar a su manera las auditorías de la industria. La diferencia más importante entre los dos esfuerzos era que en Europa, la atención fue enfocada más en pequeñas organizaciones comerciales que en empresas grandes relacionadas con la defensa. El énfasis europeo produjo las primeras auditorías de software y luego las evaluaciones software que discreparon del modelo del SEI.

### **2.4.1. ISO 9000**

En 1987, la ISO aumentó sus estándares de fabricación para incluir, entre otras cosas, un estándar de componentes software para productos comercializados a través de las fronteras

internacionales y específicamente dentro de la Comunidad Económica Europea. Los estándares ISO 9000 recién ampliados eran descendientes, vía NATO y la Institución Británica de Estándares, de los programas de estándares para la gestión de la calidad del DoD de los Estados Unidos de Norteamérica, derivados de la experiencia de pre-software [Bamford, 1993]. Estos estaban formados por “cinco estándares relacionados, que cuando se combinan constituyen un sistema de calidad” [ISO, 1987]. El estándar de software fue llamado ISO 9000-3. Su filosofía era que el ciclo de vida de desarrollo de software tenía que ser documentado cuidadosamente tal y como un proceso de fabricación. La certificación según la ISO 9000-3 no implicaba el progreso en una escalera de niveles de madurez, tampoco había incentivos para la mejora del proceso. Aunque la mejora continua del proceso no estaba prohibida, no se requería o describía por el estándar, el cual se enfocaba en el control de un producto y recomendaba acciones correctivas y preventivas. (La ISO 9000-3 y las revisiones siguientes aumentaron la certificación de software con una técnica de auditoría llamada TickIT que intentó copiar algo de la sofisticación de la Evaluación del Proceso Software del SEI).

#### **2.4.2. Bootstrap**

Posteriormente, a comienzos de 1990, el Programa Estratégico Europeo para la Tecnología de la Información, ESPRIT, adoptó las investigaciones de Humphrey y Sweets de 1987 y toma la delantera al desarrollar la metodología Bootstrap. Los colaboradores originales de Bootstrap eran de Alemania, Italia, Finlandia, Austria, y Bélgica. El objetivo del proyecto era introducir la tecnología software moderna en la industria europea [Kubaja, 1994]. Mientras que el SEI en Norteamérica se había concentrado en las aplicaciones a gran escala y extremadamente complejas y relacionadas con la defensa, Bootstrap fue diseñado para ayudar a las aplicaciones comerciales europeas, y se concentró en software de pequeño y mediano tamaño y puso más énfasis en las prácticas software individuales (especialmente prácticas técnicas) en vez de los procesos globales técnicos y de gestión. Bootstrap combinó su metodología analítica con un cuestionario destinado a desarrollar un plan de acción para la mejora del proceso.

Intentando combinar el cuestionario del SEI de 1987, el modelo de ciclo de vida de la Agencia Espacial Europea ESA-PS-005 y la ISO 9000-3, el cuestionario de Bootstrap incluyó más preguntas (y fue más específico) que el cuestionario del SEI de 1987. Los problemas permanecieron, sin embargo, se incluyó una versión limitada de un paradigma básico de desarrollo de mejora del proceso software.

#### **2.4.3. SPICE**

Cuando los grupos europeos intentaron refinar su metodología de evaluación combinándola con el CMM del SEI, estos siguieron enfatizando en las organizaciones comerciales más pequeñas y en las prácticas individuales de software. En 1991, un esfuerzo internacional fue emprendido para refinar partes claves de la ISO 9000-3, Trillium de Bell Canada y Bootstrap mediante la incorporación de perspectivas del CMM. Este esfuerzo comenzó oficialmente en junio de 1991 en la asamblea plenaria del comité de la ISO y el Comité Electrotécnico Internacional. En enero de 1993, la Organización Internacional para la Estandarización formalmente creó el proyecto para la Mejora del Proceso Software y Determinación de la Capacidad (SPICE) para desarrollar estándares sobre el proceso software. En 1998, SPICE fue convertida en el modelo y las partes de evaluación del proceso de los estándares ISO/IEC 15504.

Podemos describir fácilmente el esfuerzo de SPICE diciendo que tuvo la intención de modificar el enfoque primario del CMM sobre la capacidad organizativa total incorporando el énfasis de Bootstrap en los elementos particulares del proceso. En el CMM, el control sobre el

proceso de la organización es conseguido por una progresión gradual en la cual el enfoque cambia de acuerdo a cómo una organización sube en la escala de madurez para controlar desde el proceso software de un proyecto individual hasta los procesos software de toda la organización. SPICE, sin embargo, intentó evaluar el nivel “de capacidad” de los procesos individuales en vez del “nivel de madurez” de la organización en conjunto. El CMM afirma que *“un nivel de madurez es una meseta evolutiva bien definida para conseguir un proceso software maduro”* [Paulk, 1995]. El documento central de SPICE (la Guía de Prácticas Base o BPG), sin embargo, argumenta que *“un nivel de capacidad es un conjunto de características comunes... que trabajan juntas para proporcionar una mejora importante en la capacidad de ejecutar un proceso”* [SPICE, 1995]. SPICE llamó a esta clasificación de los procesos de una organización un “Acercamiento a la Evaluación del Proceso” [SPICE, 1995], la cual enfatizó un marco de trabajo “continuo” para evaluar procesos individuales (a diferencia de la evaluación “por etapas” del CMM sobre áreas clave de proceso localizadas en niveles específicos de madurez del proceso en una organización).

#### **2.4.4. De SPICE al CMMI: Evaluaciones “continuas” versus “por etapas”**

De vuelta en Norteamérica, la introducción del CMM para Software condujo los esfuerzos para articular metodologías de evaluación para varias áreas no relacionadas con el software, comenzando con los sistemas. Haciendo frente a esta plétora de nuevos esfuerzos, el Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica formó un proyecto de Integración CMM para constituir tres modelos analíticos importantes en un marco de mejora –el CMM para Software, el Modelo de Capacidad de Ingeniería de Sistemas (SECM, también conocido como la Alianza de Industrias Electrónicas 731), y el Modelo de Madurez de la Capacidad para el Desarrollo del Producto Integrado (IPD-CMM).

Dado que el SECM siguió el enfoque “continuo” de SPICE para la mejora del proceso, sin embargo, el patrocinador de CMMI decidió que el nuevo marco de trabajo, llamado el Modelo de Madurez y Capacidad Integrado (CMMI), debía ser capaz de implementarse en los enfoques “por etapas” del CMM, y “continuo” del SECM para la mejora y evaluación del proceso. Es decir, el CMMI permitiría que las organizaciones ejecutaran evaluaciones “por etapas” o “continuas” en organizaciones software o basadas en sistemas.

Para los propósitos de las evaluaciones por etapas, la metodología del CMMI es muy similar a la del CMM. (Las prácticas clave, por ejemplo, ahora llamadas *prácticas específicas*, siguen ocupando los niveles de madurez asociados con los niveles de la capacidad organizativa integrada.) En la versión “continua” del CMMI, sin embargo, se sustituyó el enfoque en esta última capacidad por una articulación de factores múltiples relacionados con la realización de las prácticas específicas. Estos factores, que toman el lugar de lo que el CMM había llamado “características comunes”, son llamados “prácticas genéricas” en el CMMI –prácticas que se relacionan con la forma en que un proceso es institucionalizado. El resultado es un sistema de matriz en el cual las prácticas específicas individuales pueden ser evaluadas según la fuerza de su apoyo organizativo [CMMI Product Team, 2002].

### **2.5. El CMMI: la Ampliación de la Estructura y el Alcance**

Otra diferencia muy importante entre las versiones “por etapas” del CMMI y el CMM reside en el alcance aumentado y el conjunto (más grande) de discriminaciones del CMMI. El CMMI consiste de 25 áreas de proceso y 510-628 prácticas (510 en el modelo por etapas y 628 en el modelo continuo), mientras que el CMM para Software consiste de 18 áreas clave de proceso y 316 prácticas [Chrissis, 2003]. Existen siete áreas más de proceso en el modelo por etapas del CMMI a

diferencia del modelo CMM dado que el CMMI provee “una cobertura más detallada del ciclo de vida del producto” e incorpora nuevas áreas de aplicación incluyendo la ingeniería de software, la ingeniería de sistemas, el desarrollo del producto y proceso integrado, la gestión de proveedores, y la adquisición [Chrissis, 2003].

La Tabla 6 muestra las áreas de proceso y los niveles de madurez del CMMI; esta puede compararse con la tabla de las áreas clave de proceso y los niveles de madurez del CMM mostrados en la Tabla 5.

**Tabla 6.** Áreas claves del proceso del modelo de madurez y capacidad integrado del SEI.

Nivel	Enfoque	Áreas de Proceso
5 Optimizando	<i>Mejora continua del proceso</i>	Innovación y Despliegue Organizacional Análisis causal y resolución
4 Gestionado cuantitativamente	<i>Gestión cuantitativa</i>	Rendimiento del Proceso de la Organización Gestión Cuantitativa del Proceso
3 Definido	<i>Estandarización del Proceso</i>	Desarrollo de los Requisitos Solución Técnica Integración del Producto Verificación Validación Enfoque en el Proceso de la Organización Definición del Proceso de la Organización Formación Organizacional Gestión Integrada del Proyecto para IPPD Gestión de Riesgos Integración del Equipo Gestión Integrada del Proveedor Análisis de Decisión y Resolución Entorno Organizacional para la integración
2 Gestionado	<i>Gestión básica del proyecto</i>	Gestión de los Requisitos Planificación del Proyecto Seguimiento y Control del Proyecto Gestión de Acuerdos con el Proveedor Medición y Análisis Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto Gestión de Configuración
1 Inicial		

## 2.6. Una Aproximación Híbrida de Evaluación: el CMMI SCAMPI

El método de evaluación del CMMI, conocido como el Método Estándar de Evaluación del CMMI para la Mejora del Proceso, o SCAMPI (por sus siglas en inglés), fue descrito en un inicio por el CMMI Product Team en el año 2000 [CMMI Product Team, 2000] y refinado después en *SCAMPI Handbook and Method Definition Document* [Members of AMIT, 2006].

Esta tesis se enfocó en revisar primero las evaluaciones CBA IPI y después las evaluaciones “por etapas” de SCAMPI. Ambas usan terminología ligeramente diferente pero estrechamente relacionada en la práctica, con muy pocas diferencias. De acuerdo al SEI, al momento de terminar esta tesis, más de 2,000 organizaciones han completado con éxito una evaluación CMM o CMMI. (Estos resultados fueron publicados en [Zubrow, 2003] y fueron continuamente actualizados en la Web [SEMA, 2003].)

### 2.6.1. Diferencias entre el SCAMPI “por etapas” y el Método CBA IPI

La diferencia práctica más importante entre CBA IPI y SCAMPI “por etapas” tiene que ver con el efecto del alcance ampliado del CMMI. De forma positiva, este alcance ampliado permite que los equipos de evaluación no sólo evalúen múltiples funciones a través de una organización entera (p. e., software y sistemas) sino que también les proporciona una aproximación más sofisticada para el desarrollo y gestión de los requisitos en el área de software y provee un panorama más exacto del funcionamiento en los Niveles de Madurez de la Capacidad 4 y 5 [Chrissis, 2003].

Sin embargo, dado que el modelo CMMI (en su representación por etapas) contiene más del 60% de prácticas que el CMM para Software, SCAMPI podría requerir bastante más tiempo que CBA IPI.

Para tratar este problema sin disminuir la calidad de SCAMPI, el grupo de desarrollo del CMMI formó un Equipo Integrado para la Metodología de Evaluación (AMIT) para modificar la definición de SCAMPI V1.0 y V1.1 a SCAMPI V1.2 [Members of AMIT, 2006] y [GEIA, 2001]. Las modificaciones resultantes prescribieron la realización de los documentos en menos tiempo que en CBA IPI y menos actividades durante el período de la evaluación.

Por ejemplo, los requisitos para justificar la existencia de un proceso necesario fueron cambiados de modo que el nuevo método de *verificación*, en vez de requerir dos entrevistas o una entrevista y un documento para justificar una práctica, requiriera sólo dos documentos para justificar el 50% de todas las prácticas examinadas. El otro 50% debía justificarse por una entrevista y un documento. La verificación, sin embargo, exige la responsabilidad adicional sobre la organización evaluada; los requisitos de documentación para SCAMPI son más rigurosos que para CBA IPI, y muchas organizaciones (especialmente las menos maduras) necesitan ayuda para reunir los documentos e información necesarios. La obtención y revisión de la documentación siempre requieren de gente preparada, y las organizaciones deberán contemplar la necesidad de proveer un incremento en el esfuerzo.

SCAMPI fue calificada también por una investigación objetiva en la cual las prácticas a ser justificadas por las entrevistas podían determinarse mediante una especie de **clasificación** en la cual una revisión inicial de la evidencia recogida (p.ej, documentos, cuestionarios, presentaciones) era usada para determinar qué preguntas utilizar en las entrevistas. Esta revisión de clasificación o de preparación tiene el objetivo de producir un conjunto de preguntas y obtener el acuerdo del equipo sobre que algunas prácticas son claramente practicadas (o no). Esto no significa que no se preste atención adicional a estas prácticas, sólo que las preguntas sobre estas no tienen que realizarse durante la entrevista [Armstrong, 2002].

Mediante el establecimiento del enfoque reforzado en la documentación y mediante la reducción de la interacción de persona a persona en las entrevistas, ambas modificaciones crearon verdaderas dificultades para las evaluaciones. Primero, estas aumentan el riesgo de que no se recoja suficiente información de los profesionales sobre una organización, lo cual disminuye el nivel de confianza de una evaluación. Segundo, en manos inexpertas, SCAMPI puede parecerse a las auditorías en vez de ser verdaderas evaluaciones. Esto es verdadero no sólo por el énfasis reducido de SCAMPI en las entrevistas sino también porque uno de los requisitos originales para SCAMPI es que fue diseñado para ser aplicado en la modalidad de evaluación o auditoría.<sup>5</sup> El resultado fue que ciertas características clave de CBA IPI fueron cambiados. Por ejemplo, uno de los requisitos principales de CBA IPI es que al menos una persona de la organización evaluada participe como un miembro del equipo de evaluación. Este requisito asegura que los resultados de la evaluación sean transferidos de vuelta a la iniciativa de mejora del proceso de la organización. SCAMPI, sin embargo, ha cambiado esto de modo que una evaluación SCE pueda ser realizada por un equipo exterior si es necesario.

Cabe mencionar en defensa de SCAMPI, que a pesar de que los cambios descritos puedan producir evaluaciones menos satisfactorias que CBA IPI, este no tiene que ser necesariamente el caso general. En SCAMPI, los asesores son permitidos pero no requeridos, por ejemplo, para reducir la extensión de la entrevista los asesores experimentados se asegurarán de arreglar tantas entrevistas como sea posible y tomar medidas adicionales para incluir una sección representativa de la organización en el proceso evaluado de modo que las ventajas internas se acerquen a las de CBA IPI.

Dado que SCAMPI es una herramienta de evaluación técnicamente más rigurosa que CBA IPI, además de que SCAMPI es llevado a cabo con la precaución de motivar la mejora del proceso es potencialmente igual o más eficaz que sus precursores. El requisito, por ejemplo, para considerar que una meta ha sido satisfecha, es que cada una de sus prácticas debe ser observada en todos o la mayor parte de los proyectos de una organización, esto significa que el espacio para ajustar una evaluación de SCAMPI ha sido reducido significativamente.

### **2.6.2. Estudio Comparativo entre los Métodos SCAMPI y CBA IPI**

Una diferencia adicional entre los métodos SCAMPI y CBA IPI involucra al procedimiento para calificar las prácticas. En una evaluación SCAMPI “por etapas”, se requiere que un documento justifique cada práctica evaluada, mientras que las entrevistas son requeridas para verificar sólo el 50 % de estas (versus el requisito de CBA IPI, que requiere de entrevistas para todas las prácticas y recomienda documentos como una segunda fuente de verificación según sea posible). SCAMPI también requiere que las prácticas contenidas en las áreas de proceso evaluadas sean calificadas

---

<sup>5</sup> Cuando el método CBA IPI estaba siendo escrito en 1994, existía la discusión sobre la viabilidad de tener un método tanto para auditorías como para evaluaciones. Aquellos que eran experimentados en ambos métodos concluyeron que las motivaciones para las dos valoraciones eran bastante diferentes para mantener a los métodos separados. Así, CBA IPI fue el método de auditoría [Dunaway, 1996a], y SCE V3.0 fue el método de evaluación [Byrnes, 1996] para el CMM para Software, ambos fueron publicados en 1996. Al considerar los beneficios que una organización puede experimentar durante una auditoría, los atributos que están en situación de riesgo para la mejora del proceso son obvios. Una auditoría no es considerada como una actividad no amenazante. Algunos riesgos importantes de negocio están “en la línea” para que la organización sea evaluada. Una auditoría es un vehículo muy importante para que las organizaciones tomen decisiones sobre los negocios en base a los resultados específicos que buscan durante una auditoría. Es importante entender que los objetivos de los dos tipos de métodos son diferentes y podrían producir resultados diferentes para la organización evaluada.



como *fully*, *largely*, *partially*, o *not implemented* en vez de implementadas o no implementadas (como en CBA IPI).

Como parte de la tesis que aquí se presenta, proponemos el uso de características comunes que nos permitan comparar de forma directa ambos métodos y escoger cual de los dos enfoques será probado en un entorno pequeño de trabajo (véase Tabla 7).

**Tabla 7.** Comparación de Características SCAMPI v1.1 y CBA IPI v1.2.

Características propuestas	SCAMPI v1.1	CBA IPI v1.2
<i>Equipo de evaluación</i>	Requiere que cada miembro del equipo reciba la certificación del SEI con el Curso de Introducción al CMMI.	Requiere que cada miembro del equipo reciba la certificación del SEI con el Curso de Introducción al CMM o un curso equivalente definido por guías específicas.
	No existe algún requisito para que cualquier miembro de la organización esté en el equipo.	Requiere que al menos un miembro del equipo sea de la organización evaluada.
<i>Planificación</i>	Requiere un registro de entrada a la evaluación firmado por el patrocinador.	Requiere que esta información esté contenida en el plan de la evaluación que es firmado por el patrocinador.
	Requiere un plan para la obtención de datos para ser documentado incluyendo las pruebas objetivas que serán verificadas en cada proyecto.	Requiere el plan para la obtención de datos incluyendo a los entrevistados que serán contenidos en el plan de evaluación.
	Requiere de elementos que son contenidos en el plan de la evaluación: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Registro de entrada a la evaluación.</li> <li>• Estimaciones de costo y calendario para la realización de la evaluación.</li> <li>• Riesgos y planes de mitigación.</li> <li>• Criterios para verificar que los requisitos de la ISO/IEC 15504 han sido cumplidos (si son solicitados por el patrocinador).</li> </ul>	Los riesgos que serán identificados como parte del plan de evaluación, junto con otros elementos especificados en la plantilla del plan de evaluación.
	Requiere de al menos una revisión de preparación antes de reunir al equipo en el sitio para la obtención de los datos.	Proporciona un método menos formal para la revisión del documento que se realiza durante las actividades previas a la evaluación.
	Requiere que el patrocinador: <ul style="list-style-type: none"> <li>• Verifique las cualidades del líder del equipo.</li> <li>• Tenga al menos comunicación con el líder de equipo para asegurar que los criterios mínimos para los miembros del equipo y el equipo en conjunto hayan sido cubiertos.</li> </ul>	Proporciona orientación para la interfaz entre el evaluador líder y el patrocinador de la evaluación; el evaluador líder tiene la responsabilidad de satisfacer los criterios para los miembros del equipo de evaluación.

**Tabla 7 (continuación).** Comparación de Características SCAMPI v1.1 y CBA IPI v1.2.

Características propuestas	SCAMPI v1.1	CBA IPI v1.2
<i>Obtención de datos</i>	Requiere que la documentación (al menos un artefacto directo) sea obtenida para todas las prácticas (específicas y genéricas) para cada proyecto.	Requiere datos de los documentos para cada una de las metas de las KPA en el nivel organizacional
<i>Calificaciones</i>	Calificar las metas considerando el conjunto de debilidades asociadas con estas; adicionalmente requiere que todas las prácticas asociadas con la meta sean caracterizadas en el nivel organizacional así como implementadas totalmente o en una gran parte para una calificación de satisfacción.	Calificar las metas considerando el conjunto de debilidades asociadas con estas.
	Requiere que para un Nivel de Madurez 3 o más alto, la meta genérica 3 debe ser calificada como satisfactoria para que sea aplicable a todas las áreas de proceso del Nivel de Madurez 2.	No se agregan metas adicionales para las áreas de proceso del Nivel de Madurez 2.
	Requisitos adicionales para la representación continua en la determinación de calificación del nivel de capacidad de las áreas de proceso así como la determinación de la calificación del nivel de madurez usando la escala equivalente.	Solo la representación por etapas.
<i>Reportes</i>	Requiere que una Declaración de Acceso a la Evaluación y un registro de evaluación sean entregados al patrocinador.	Se recomienda, pero no es un requisito, entregar a la organización evaluada la carta de Reconocimiento de la Evaluación y los datos de la misma.
	Nada requerido.	Requiere que un informe de confidencialidad sea entregado de forma verbal o escrita para proteger información que podría afectar la confidencialidad de los resultados.

## 2.7. Evaluaciones Informales o Reducidas: Evaluaciones Clase B y Clase C

Las organizaciones utilizan a las evaluaciones para objetivos diferentes. Para organizaciones que comienzan con una iniciativa de mejora del proceso, o para aquellas que desean un análisis rápido de una área de proceso (algunas veces llamada “análisis de huecos” o “control de salud”) para supervisar acciones correctivas que han sido tomadas como consecuencia de una evaluación anterior, una evaluación a gran escala puede representar una inversión onerosa e innecesaria de tiempo y dinero.

Muchas organizaciones han decidido definir sus propios estándares para estas clases de evaluaciones más limitadas, consiguiendo flexibilidad, pero quizás contribuyendo a la proliferación de comparaciones y reclamos erróneos [Wiegerts, 2000].

Esta necesidad de métodos de evaluación menos arrebataores y costosos ha conducido al SEI a introducir métodos de evaluación de escala más pequeños o SCAMPI “Clase A” -una evaluación formal y rigurosa capaz de culminar en una posición de un nivel de madurez. Estas metodologías más pequeñas “Clase B” y “Clase C” permiten procedimientos menos costosos incluyendo equipos más pequeños, requisitos menos rigurosos de documentación, y periodos de evaluación más cortos.

Sin embargo, es importante mencionar que debido a su alcance más pequeño y acercamiento menos riguroso, no son realmente comparables con una evaluación “Clase A” a gran escala.

Creemos que una alternativa para las organizaciones que son capaces de gastar tiempo y esfuerzo, pero no desean someterse a la tensión de una evaluación que conduce a una calificación oficial de su Nivel de Madurez de la capacidad, es programar una evaluación SCAMPI Clase A completa aclarando desde el principio a todos los implicados que la evaluación no derivará en una posición de un Nivel de Madurez de Capacidad y que el ejercicio puede ser considerado como un “control de salud organizativa”. Aunque satisfaga todos los requisitos de una evaluación de Clase A certificada ya que el nivel de madurez es opcional, el ejercicio producirá sólo calificaciones para las prácticas y metas de las áreas de proceso. Esto establece una atmósfera más relajada mientras proporciona tanto una oportunidad para la introspección genuina y una fotografía rigurosamente exacta del progreso interno de la organización. En este caso, se califica cada una de las prácticas relevantes para las áreas de proceso apropiadas, y se compila una lista de fortalezas y debilidades, junto con una serie de recomendaciones. Esto cuenta como una evaluación SCAMPI Clase A que se enfoca a la mejora de la organización en vez de obtener una calificación del Nivel de Madurez.

Como parte de esta tesis, se establecen también las diferencias entre los métodos para la Clase A, B, y C de SCAMPI (véase Tabla 8):

**Tabla 8.** Requisitos de las Evaluaciones Clase A, B, y C para CMMI (ARC).

Requisitos	Clase A (conforme con 15504)	Clase A (no conforme con 15504)	Clase B	Clase C
<b>Responsabilidades:</b>				
8.1.1 - Patrocinador de la Evaluación	Si	Si	Si	Si
8.1.2 – Líder del Equipo de Evaluación	Si	Si	Si	Si
<b>Documentación del Método de Evaluación</b>				
8.2.1- Documentación del Método	Si	Si	Parcial	Parcial
8.2.2- Orientación para identificar el propósito y los objetivos de la evaluación	Si	Si	Si	Si
8.2.3- Orientación para el alcance de modelo CMMI	Si	Si	Si	Si
8.2.4- Orientación para identificar la unidad organizativa	Si	Si	Si	Si
8.2.5- Orientación para seleccionar a los miembros del equipo	Si	Si	Si	Si
8.2.6- Orientación para los criterios de calificación del líder del equipo	Si	Si	Si	Si
8.2.7- Orientación para el tamaño del equipo	Si	Si	Si	Si
8.2.8- Orientación para los roles y responsabilidades de los miembros del equipo	Si	Si	Si	Si
8.2.9- Orientación sobre las responsabilidades del patrocinador de la evaluación	Si	Si	Si	Si
8.2.10- Orientación sobre las responsabilidades del líder del equipo	Si	Si	Si	Si

**Tabla 8 (continuación).** Requisitos de las Evaluaciones Clase A, B, y C para CMMI (ARC).

<b>Documentación del Método de Evaluación</b>				
8.2.11- Orientación para estimar los recursos de la evaluación	Si	Si	Si	Si
8.2.12- Orientación para la logística	Si	Si	Si	Si
8.2.13- Orientación para obtener y mapear los datos al modelo de referencia para la evaluación	Si	Si	Si	Si
8.2.14- Orientación para la creación de los hallazgos	Si	Si	Si	Si
8.2.15- La orientación para garantizar la confidencialidad y la no atribución	Si	Si	Si	Si
8.2.16- Orientación para el registro de la evaluación	Si	Parcial	Parcial	Parcial
<b>Planeación y Preparación para la Evaluación</b>				
8.3.1- Preparación de los participantes	Si	Si	Si	Si
8.3.2- Desarrollo de las entradas de la evaluación	Si	Si	Si	Si
8.3.3- Contenido de la entrada de la evaluación	Si	Parcial	Parcial	Parcial
8.3.4- Aprobación del patrocinador sobre la entrada de la evaluación	Si	Si	Si	Si
8.3.5- Desarrollo del plan de la evaluación	--	Parcial	Parcial	Parcial
<b>Obtención de los Datos de la Evaluación</b>				
8.4.1- Datos de los instrumentos	Si	Si	Al menos dos fuentes de datos, una de las cuales deben ser las entrevistas	Al menos una fuente de datos
8.4.2- Datos de las entrevistas	Si	Si		
8.4.3- Datos de los documentos	Si	Si		
<b>Consolidación y Validación de los datos</b>				
8.5.1- Consenso de los miembros del equipo	Si	Si	Si	Opcional
8.5.2- Exactitud de las observaciones	Si	Si	Si	Si
8.5.3- Validación de las observaciones	Si	Si	Si	Opcional
8.5.4- Corroboración de las observaciones	Si	Si	Si	Opcional
8.5.5- Suficiencia de los datos	Si	Si	Opcional	Opcional
8.5.6- Preparación del bosquejo de hallazgos	Si	Si	Opcional	Opcional
8.5.7- Presentación del bosquejo de hallazgos	Si	Si	Opcional	Opcional

**Tabla 8 (continuación).** Requisitos de las Evaluaciones Clase A, B, y C para CMMI (ARC).

<b>Calificación</b>				
8.6.1- Definir un proceso de calificación	Si	N/A	N/A	N/A
8.6.2- Bases para la calificación del nivel de madurez y nivel de capacidad	Si	Si	N/A	N/A
8.6.3- Reglas para la calificación de las metas	Si	Si	N/A	N/A
8.6.4- Reglas para la calificación del área de proceso	Si	Si	N/A	N/A
8.6.5- Reglas para la calificación del nivel de madurez	Si	Si	N/A	N/A
<b>Informe de Resultados</b>				
8.7.1- Informe de resultados al patrocinador y organización evaluada	Si	Si	Si	Si
8.7.2-Traducción para la 15504	Si	N/A	N/A	N/A
8.7.3- Resultados de la evaluación para CMMI	Si	Si	Opcional	Opcional
8.7.4- Retención del registro de evaluación	Si	Si	Si	Si



### **3. Desarrollo de la Metodología de Evaluación**

#### **3.1. Implementación de un Cuestionario de dos fases para evaluar la Gestión de Proyectos en las Pequeñas y Medianas Empresas**

Esta investigación intenta defender la idea de que, a pesar de que la gestión de los proyectos no se realiza en muchas organizaciones, existen miembros ó grupos aislados que realizan sus propias prácticas para gestionar un proyecto. Estas prácticas, además, usualmente no son documentadas y por ende no se propagan a través de la organización.

El objetivo de este capítulo es proporcionar una fotografía más precisa de las prácticas relacionadas con la Gestión de los Proyectos de una organización mediante la aplicación de un cuestionario. Tal y como se explicó en el Capítulo 1, la Gestión de Proyectos fue seleccionada porque la consideramos la “piedra angular” del ciclo de vida del software. Existe evidencia que sugiere que la Gestión deficiente de los Proyectos puede ser una de las principales causas de los muchos problemas relacionados con las etapas posteriores en el proceso de desarrollo de software.

El cuestionario propuesto es utilizado como un instrumento de obtención de datos para la evaluación de la Gestión de los Proyectos. Este mecanismo de evaluación fue elegido porque provee una rápida solución en una investigación metodológica y porque la investigación puede determinar las preguntas a solicitar y el rango de respuestas que pueden ser otorgadas. Esto lo hace mas preciso y fácil de analizar desde el punto de vista de la investigación. Además que la aplicación de cuestionarios consume menos tiempo, esfuerzo y recursos financieros que otros métodos de obtención de datos como las entrevistas y la revisión de documentos [Brodman, 1999]. El cuestionario que se propone está basado en el Modelo de Madurez y Capacidad Integrado para el Desarrollo v1.2 (CMMI-DEV) [CMMI, 2006]. El modelo CMMI-DEV fue seleccionado porque es probablemente uno de los mejores modelos para el desarrollo de software [Beach, 1995] y porque su representación en los procesos software ofrece flexibilidad cuando es aplicado en un programa de mejora del proceso.

Se espera que la aplicación del cuestionario a un equipo de la organización pueda proveer información útil relacionada con la situación actual de los procesos e indique cuáles prácticas de la Gestión de Proyectos requieren atención inmediata. Los datos derivados de los cuestionarios pueden ayudar a identificar al personal que implementa algunas prácticas de la Gestión de Proyectos con el objetivo de incorporarlas en una iniciativa SPI. Finalmente, el cuestionario podría ser utilizado como un instrumento de recolección de datos para un método más extenso de evaluación, como SCAMPI.

Se ha dicho que CMMI es un modelo de madurez para la mejora del proceso de mejora aplicado al desarrollo de productos y servicios. Consiste de las mejores prácticas que abordan las actividades de desarrollo y mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto desde su

concepción hasta su entrega y posterior mantenimiento. Esta última iteración del modelo integra cuerpos de conocimiento que son esenciales para el desarrollo y mantenimiento de software. Estos, sin embargo, habían sido abordados separadamente en el pasado, tanto para la Ingeniería de Software, la Ingeniería de Sistemas, la Ingeniería y Diseño de Hardware, y la Adquisición [CMMI, 2002]. La designación más importante del CMMI para la Ingeniería de Sistemas e Ingeniería de Software (CMMI-SE/SW) fue reemplazada por el título “CMMI para Desarrollo” para reflejar fielmente la integración comprensiva de estos cuerpos de conocimiento y la aplicación del modelo dentro de una organización. CMMI-DEV suministra una comprensiva solución integrada para el desarrollo y mantenimiento de actividades aplicadas a productos y servicios.

CMMI para el Desarrollo V1.2 es una continuación y actualización de CMMI V1.1 y ha sido entregado en base al concepto de “constelaciones” del CMMI y dentro de un conjunto de componentes centrales puede ser aumentado con material adicional para suministrar modelos de aplicación específica con contenido altamente común. CMMI-DEV es el primero de tales constelaciones y representa el desarrollo del área de interés. En el CMMI-DEV existen seis niveles de capacidad, numerados de 0 hasta 5 (véase Tabla 9). Cada nivel de capacidad corresponde a una meta genérica y a un conjunto de prácticas genéricas y específicas, suministrando así una estructura para organizar los pasos en la mejora del proceso [CMMI, 2006].

**Tabla 9.** Comparación de capacidad y nivel de madurez.

<i>Nivel</i>	<i>Representación continua del nivel de capacidad</i>	<i>Representación específica del nivel de madurez</i>
0	<i>Incompleto</i>	--
1	<i>Realizado</i>	<i>Inicial</i>
2	<i>Gestionado</i>	<i>Gestionado</i>
3	<i>Definido</i>	<i>Definido</i>
4	<i>Gestionado Cuantitativamente</i>	<i>Gestionado Cuantitativamente</i>
5	<i>Optimizando</i>	<i>Optimizando</i>

### 3.1.1. Nivel de Capacidad 0: Incompleto

Un “proceso incompleto” es un proceso que no se está realizando o se realiza ‘a medias’ en la organización. Una, o más, de las metas específicas del área de proceso no están siendo cubiertas, y no existen metas genéricas para este nivel por lo que no hay razón de institucionalizar un proceso que se realiza de esta forma.

### 3.1.2. Nivel de Capacidad 1: Realizado

Un proceso con un Nivel de Capacidad 1 es caracterizado como un “proceso realizado”. Un proceso realizado es un proceso que satisface las metas específicas del área de proceso. Este nivel soporta y permite producir productos de trabajo. Aunque el Nivel 1 da como resultado mejoras importantes, estas mejoras pueden perderse sobre el tiempo si no son institucionalizadas. La institucionalización (las prácticas genéricas del CMMI-DEV en los Niveles de Capacidad 2 hasta el 5) ayuda a asegurar que las mejoras sean mantenidas.



### **3.1.3. Nivel de Capacidad 2: Gestionado**

Un proceso con un Nivel de Capacidad 2 es caracterizado como un “proceso gestionado”. Un proceso gestionado es un proceso realizado (Nivel de Capacidad 1) que tiene la infraestructura básica para apoyar al proceso. Es planeado y ejecutado en concordancia a las políticas; emplea a las personas expertas quienes tienen recursos adecuados para producir salidas controladas; involucra a los participantes relevantes; es supervisado, controlado, y revisado; y es evaluado para comprobar la adherencia a la descripción del proceso. Los procesos en el Nivel de Capacidad 2 reflejan la disciplina necesaria para asegurar que existen prácticas que están inculcadas durante tiempos de estrés.

### **3.1.4. Nivel de Capacidad 3: Definido**

Un proceso con un Nivel de Capacidad 3 es caracterizado como un “proceso definido”. Un proceso definido es un proceso gestionado (Nivel de Capacidad 2) que esta hecho a la medida de las necesidades de la organización; está fundamentado en los procesos estándares mediante líneas de dirección; y contribuye con productos de trabajo, medidas, y otros procesos de información de mejora para los procesos organizativos activos.

Una distinción importante entre los Niveles de Capacidad 2 y 3 es el alcance de los estándares, descripciones de proceso, y métodos. En el Nivel de Capacidad 2; los estándares, las descripciones de procesos, y los métodos pueden realmente ser diferentes en cada instancia específica del proceso. En el Nivel de Capacidad 3; los estándares, las descripciones de procesos y los métodos para un proyecto están hechos a la medida de la organización para satisfacer un proyecto particular o unidad organizativa y por consiguiente son más coherentes.

Otra distinción importante en el Nivel de Capacidad 3, es la descripción más rigurosa de los procesos a diferencia del Nivel de Capacidad 2. Un proceso definido indica claramente el propósito, los aportes, los criterios de entrada, las actividades, los roles, las medidas, la verificación de los pasos, las salidas y los criterios de las salidas.

### **3.1.5. Nivel de Capacidad 4: Gestionado Cuantitativamente**

Un proceso con un Nivel de Capacidad 4 es caracterizado como un “proceso gestionado cuantitativamente”. Un proceso gestionado cuantitativamente es un proceso definido (Nivel de Capacidad 3) que es controlado con técnicas estadísticas y cuantitativas. La cuantificación de los objetivos para la calidad y la mejora de los procesos son establecidas y utilizadas como criterios en la gestión de los procesos. La calidad y la mejora de los procesos se expresan en términos estadísticos y son gestionados a lo largo de toda la vida del proceso.

### **3.1.6. Nivel de Capacidad 5: Optimizando**

Un proceso con un Nivel de Capacidad 5 es caracterizado como un “proceso optimizando”. Un proceso optimizando es un proceso gestionado cuantitativamente (Nivel de Capacidad 4) que es mejorado porque se basa en la comprensión de las causas comunes de variación inherentes en los procesos. Los enfoques de la optimización de procesos regularmente se enfocan en incrementar los rangos de mejora de los procesos a través de mejoras incrementales e innovadoras.

Así, las prácticas para la Gestión de los Proyectos cubren las actividades relacionadas con planificar, verificar y controlar el proyecto software. De acuerdo a nuestra teoría, todas las causas de fracaso en los proyectos software que se analizaron en el Capítulo 1, pueden ser mapeadas a un área de proceso del CMMI-DEV en su Nivel 2 (véase Tabla 5).

La Tabla 5 proporciona una perspectiva general de las áreas de proceso incluidas en el cuestionario propuesto para su evaluación. El propósito principal en la selección de estas áreas de proceso es cubrir todas las causas de fracaso y proporcionar un resultado de evaluación para intentar la mejora de las prácticas deficientes. Las áreas de proceso mostradas en la Tabla corresponden al Nivel de Capacidad 2 del CMMI-DEV y serán resumidas más adelante.

Esta propuesta de solución es definida tomando en cuenta el modelo genérico de SPI definido por el ISPI (*Institute for Software Process Improvement Inc.*) con cuatro etapas (*compromiso para la evaluación, evaluación, infraestructura y plan de acción, e implementación*). Sus objetivos son similares a los del modelo IDEAL del SEI [Marciniak, 2003] (presentando en el Capítulo 1). No se debe de olvidar que esta tesis se enfoca en la fase 2 del modelo AFIM: la *evaluación del proceso software*.

Sin embargo, antes de iniciar el desarrollo de un nuevo mecanismo de evaluación fue necesario analizar el avance en esta línea de investigación. Es verdad que existe un amplio número de instrumentos para la obtención de los datos y que pueden ser utilizados en las evaluaciones: cuestionarios, estudios, entrevistas, y revisión de documentación, cada uno de estos tiene sus propias ventajas y desventajas. Una de las técnicas más utilizadas es el cuestionario. Esto se debe principalmente a que puede ser aplicado a mucha gente, son efectivos en costo, no invasivos, proporcionan datos cuantitativos y los resultados pueden ser analizados de inmediato [Hadden, 2002].

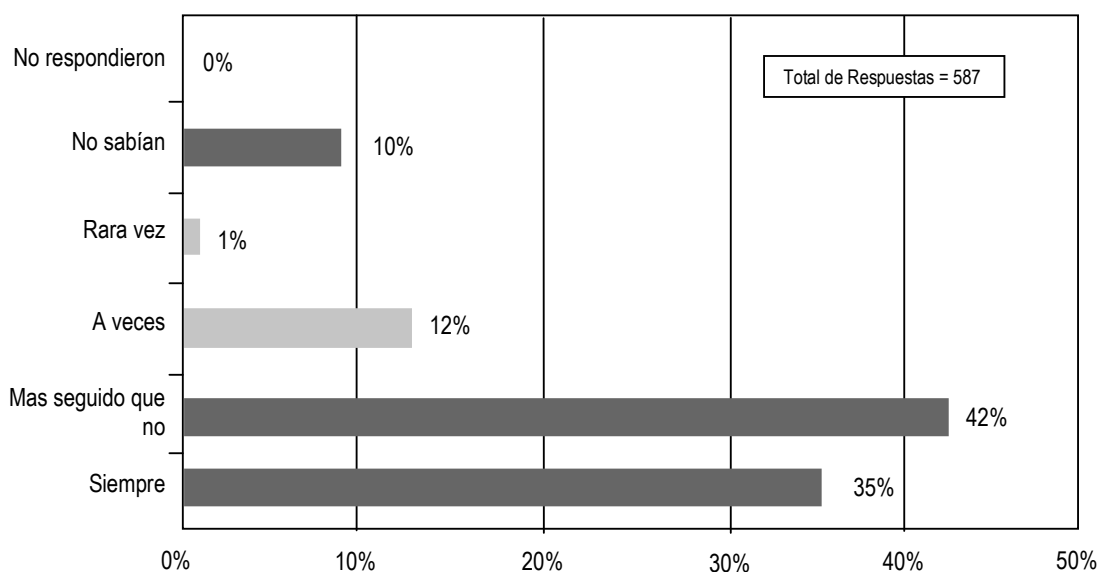
Los cuestionarios pueden ser clasificados de *preguntas abiertas y cerradas*. Una pregunta abierta proporciona más información que una cerrada. Sin embargo, la complejidad de analizar los datos proporcionados por las preguntas abiertas es mayor que en las preguntas cerradas [Zubrow, 1994]. Por otro lado, una pregunta cerrada proporciona menos información pero sus resultados pueden ser analizados más fácilmente y se obtienen más rápido que con las preguntas abiertas. Consecuentemente, la solución de esta tesis propone probar la efectividad de un cuestionario utilizando preguntas cerradas como el principal instrumento para obtener los datos de la evaluación.

Con el objetivo de proponer un nuevo instrumento para la obtención de los datos de la evaluación se realizó una revisión de los cuestionarios disponibles en la literatura. El primer cuestionario revisado fue el *Maturity Questionnaire* del SEI [Zubrow, 1994]. La principal desventaja de este cuestionario es que fue desarrollado específicamente para el modelo SW-CMM y no puede, por lo tanto, ser aplicado para el modelo CMMI-DEV. Además, el cuestionario de madurez proporciona poca información sobre las prácticas para la Gestión de los Proyectos porque se enfoca en la madurez del proceso sin poner atención en determinar la debilidad de las prácticas. Otra desventaja es que este cuestionario está limitado en el número de respuestas a seleccionar: **Yes**, **No**, **Does not Apply** y **Don't know**. De hecho, existen solamente 2 opciones – Yes y No, porque Does not Apply y Don't know son usadas para validar la aplicación del cuestionario. El cuestionario de madurez no da lugar a puntos intermedios limitando la información a dos extremos rígidos: *Yes*, si la práctica es realizada y *No* si la práctica no es realizada. No existen, por ejemplo, opciones para representar casos donde las prácticas son realizadas pero raramente son documentadas o cuando no son documentadas por completo. Este tipo de preguntas no pueden ser abordadas por las opciones suministradas en el cuestionario de madurez.

Los cuestionarios con opciones limitadas de respuesta pueden proporcionar información limitada o incompleta. Por ejemplo, el proyecto patrocinado por el SEI "*CMMI Interpretive Guidance Project*" apoya este argumento [Dove, 2004]. El cuestionario fue aplicado a más de 600 personas y los resultados reportaron lo siguiente:

“En este reporte preliminar no estamos proporcionando los resultados de las Metas y Prácticas Genéricas y de las secciones específicas de las áreas de proceso obtenidas mediante el cuestionario Web. En ambas secciones, no existen opciones para seleccionar y por lo tanto las respuestas se obtuvieron en forma de comentarios específicos. Muchos de estos comentarios contienen poca información. Por ejemplo, respuestas como “ninguna” o “no” son comunes” [Cuevas, 2004].

Sin embargo, en una pregunta del mismo proyecto, el SEI uso cinco posibles respuestas: *Almost always*, *More often than not*, *Sometimes*, *Rarely if ever* y *Don't know*. Como resultado, se obtuvo mas distribución de los tipos de respuestas (véase Figura 3.1). El reporte no explica, sin embargo, las razones del porque esta metodología no fue utilizada en la misma forma para las preguntas sobre las prácticas específicas y genéricas.



**Figura 3.1.** Descripción general del Modelo AFIM

El reporte del Programa para la Mejora del Proceso para *Northrop Grumman Information Technology Company* [Members of AMIT, 2006] propone una Evaluación basada en un Cuestionario con siete posibles respuestas: *Does Not Apply*, *Don't know*, *No*, *about 25% of the time*, *about 50% of the time*, *about 75% of the time*, y *Yes*. Este trabajo propuso mayor granularidad en las respuestas. Sin embargo, no explica cómo aplicar este cuestionario a la Gestión de los Proyectos. Otra desventaja es que este reporte hace referencia al SA-CMM como modelo de referencia y se enfoca en el proceso de Adquisición de Software.

Otro estudio revisado fue el modelo de mejora de software propuesto por el ISPI. Este modelo fue usado por [Calvo-Manzano, 2002] y [Cairó, 2004] en su investigación quienes proponen que, para la etapa de evaluación, se utiliza una estructura formada por cinco tipos de respuesta: *Always* cuando la práctica es documentada y realizada entre el 100% y 75% del tiempo, *More often* cuando la práctica es documentada y realizada entre el 75% y 50% del tiempo, *Sometimes* cuando la práctica no es documentada y es realizada entre el 50% y 25% del tiempo, *Rarely if ever* cuando la practica pudo ser documentada o no y es realizada entre el 25% y 1% del tiempo, y *Never* cuando la práctica no es realizada en la organización.

La granularidad de la respuesta es similar a la propuesta de Marciniak y Sadauskas [Marciniak, 2003] y proporciona más información sobre el estado actual de las prácticas. Este estudio solamente

provee información general sobre los procesos, sin cubrir la Gestión de Proyectos en su totalidad y no propone acciones precisas para la mejora del proceso. Además, este cuestionario fue diseñado específicamente para el SW-CMM.

El último estudio revisado fue el cuestionario propuesto por Cuevas y Serrano [Dove, 2004]. Este estudio propuso una metodología de evaluación basada en un cuestionario que identifica cuáles prácticas del proceso de Gestión de Requisitos son realizadas pero no documentadas, cuáles prácticas requieren ser priorizadas y cuáles prácticas no son realizadas debido a la mala gestión o desconocimiento total. El cuestionario de Cuevas está basado en el CMMI v1.1 y solo cubre el proceso de gestión de requisitos.

En resumen, los cuestionarios revisados son deficientes en su diseño y no obtienen información relevante dado, principalmente, el hecho de que fueron diseñados con un número muy limitado de respuestas. Además, no existe evidencia (hasta la entrega de esta tesis) de un cuestionario que aborde los procesos para la Gestión de los Proyectos a detalle y que cubra ambas prácticas: genéricas y específicas.

### 3.2. Diseño de un Instrumento de dos Fases para la Obtención de Datos

En base a la literatura previamente revisada, se propone el diseño de un cuestionario de dos fases. El cuestionario utiliza preguntas cerradas y limita el número de posibles respuestas a siete. Estas respuestas están organizadas como sigue:

- Cinco respuestas de nivel de desempeño: ***Siempre, Usualmente, A veces, Rara vez y Nunca***. Estas nos permiten conocer la extensión en la cual se realiza cada práctica.
- Dos respuestas de validación: ***No sé*** y ***No aplica***. Estas son usadas para evaluar la validación de las preguntas, para validar la corrección de las preguntas, y para revisar la sintaxis de las mismas.
- Espacios para información adicional (***Comentarios***) para extraer información complementaria de fondo. Es obligatorio escribir algunos comentarios cuando se utilice alguna de las respuestas de validación.

Cada posible respuesta tiene una única interpretación e indica el nivel de desempeño de una práctica para la Gestión de Proyectos, tal y como se describe en la Tabla 4 del Capítulo 1.

Las respuestas de nivel de desempeño (o realización) determinan el porcentaje en el cual cada práctica es ejecutada. Estas varían desde ‘Nunca’ con un valor igual a 0, ‘Rara vez’ con un valor igual a 1, ‘A veces’ con un valor igual a 2, ‘Usualmente’ con un valor igual a 3, y ‘Siempre’ con un valor igual a 4. Las respuestas de validación no tienen valor numérico. El proporcionar un peso específico a cada respuesta nos permite analizar fácilmente los resultados de la evaluación e identificar cuáles prácticas son más comunes dentro de toda la organización y cuáles no son realizadas del todo.



Observaciones:

3. ¿Se identifican los productos que serán adquiridos externamente?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se identifican los productos que serán reutilizados?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## II. Establecer estimaciones de productos y tareas

1. ¿Se determina la aproximación técnica del proyecto?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se utilizan métodos apropiados para estimar los recursos necesarios?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se realiza una estimación de los productos y tareas?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## III. Definir el ciclo de vida del proyecto

1. ¿Se definen las fases del ciclo de vida del proyecto?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## IV. Determinar estimaciones de costo y esfuerzo

1. ¿Se recopilan los modelos o datos históricos que serán utilizados para transformar las características de los productos y tareas en estimaciones de tiempo y costo?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se incluyen las necesidades de infraestructura de soporte al estimar esfuerzo y costo?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se estiman esfuerzo y costo usando modelos y/o datos históricos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## V. Establecer calendario y presupuesto

1. ¿Se identifican los hitos importantes?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
---------	------------	---------------	----------	-------	---------	-----------

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:							
2. ¿Se identifican suposiciones en el calendario?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:							
3. ¿Se identifican las restricciones?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:							
4. ¿Se identifican las dependencias de las tareas?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:							
5. ¿Se definen el calendario y presupuesto del proyecto?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica

	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
Observaciones:							
6. ¿Se establecen los criterios para las acciones correctivas?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

---

VI. Identificar los riesgos del proyecto

1. ¿Se identifican los riesgos del proyecto?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:							
2. ¿Se documentan los riesgos del proyecto?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:							
3. ¿Se revisa y se llega a un acuerdo con los participantes relevantes sobre la completitud y corrección de los riesgos documentados?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:							
4. ¿Se revisan apropiadamente los riesgos?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

---

VII. Planificar la Gestión de Datos

1. ¿Se establecen los requisitos y procedimientos para asegurar la protección y seguridad de los datos del proyecto?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:							
2. ¿Se establece un mecanismo para archivar y acceder a los datos	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica

del proyecto?

			Veces				
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se determinan los datos del proyecto que serán identificados, recopilados y distribuidos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

#### VIII. Planificar los recursos del proyecto

1. ¿Se determinan los requisitos de los procesos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se determinan los requisitos del personal?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se determinan los requisitos de las instalaciones, equipo y componentes?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

#### IX. Obtener el compromiso con el plan

1. ¿Se identifica el apoyo necesario y se negocian los compromisos con todos los participantes relevantes?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Son documentados todos los compromisos de la organización?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se revisan los compromisos internos con la alta dirección?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se revisan los compromisos externos con la alta dirección?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se identifican los compromisos sobre las interfaces del proyecto, y con otros proyectos y unidades organizacionales, de manera que puedan ser supervisados?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:



### 3.2.1.2. Seguimiento y Control del Proyecto

*El propósito del seguimiento y control del proyecto es proveer un entendimiento sobre el progreso del proyecto de tal forma que sea posible tomar acciones correctivas cuando el desempeño del proyecto se desvíe significativamente del plan.*

#### I. Supervisar los valores actuales de la planificación contra el plan del proyecto

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Se vigila el progreso del proyecto con el calendario establecido?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Son vigilados el costo y esfuerzo gastado en el proyecto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
3. ¿Son vigilados los atributos de los productos y tareas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
4. ¿Se vigilan los recursos proporcionados y los usados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
5. ¿Se vigilan las habilidades y el conocimiento del personal que participa en el proyecto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
6. ¿Se documentan las desviaciones significativas de esta revisión?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

#### II. Supervisar los compromisos contra aquellos especificados en el Plan del Proyecto

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Se revisan regularmente los compromisos (tanto internos como externos)?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Se identifican compromisos que no hayan sido satisfechos o aquellos que estén en riesgo de no serlo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
3. ¿Se documentan los resultados de las revisiones sobre los compromisos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### III. Supervisar los compromisos contra aquellos especificados en el Plan del Proyecto

1. ¿Se revisa periódicamente la documentación de los riesgos de acuerdo al estado del proyecto?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se revisa la documentación de los riesgos para incorporar cambios?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se comunica el estado de los riesgos a los implicados relevantes?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### IV. Supervisar la Gestión de los Datos del Proyecto

1. ¿Se revisan periódicamente las actividades de la gestión de los datos con respecto a su descripción en el plan del proyecto?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se identifican y documentan los problemas significativos detectados?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se documentan los resultados de estas revisiones?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### V. Supervisar la colaboración de los participantes relevantes de acuerdo a lo establecido en el Plan del Proyecto

1. ¿Se revisa periódicamente el estado de la participación de los participantes relevantes?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se identifican y documentan los problemas significativos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se documentan los resultados de estas revisiones?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### VI. Revisar periódicamente el progreso, rendimiento y problemas del proyecto

1. ¿Se comunica de forma regular a los participantes relevantes sobre el estado de las actividades y productos asignados?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se incluye en las revisiones a los directivos, miembros del personal, clientes, usuarios, proveedores y otros participantes? relevantes dentro de la organización?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se revisan los resultados de recoger y analizar las medidas para controlar el proyecto?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se identifican y documentan problemas y desviaciones significativas del plan?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se documentan las peticiones de cambios y problemas identificados en cualquiera de los productos y procesos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Se documentan los resultados de las revisiones?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

7. ¿Se da seguimiento a las peticiones de cambio y reportes de problemas hasta su cierre?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

VII. Revisar el cumplimiento y resultados del proyecto en hitos seleccionados

1. ¿Se realizan revisiones en puntos importantes de la planificación del proyecto, como la completitud de etapas seleccionadas, con los participantes relevantes?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se revisan los compromisos, planes, estado y riesgos del proyecto?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se identifican y documentan problemas significativos y su impacto?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se documenta el resultado de la revisión?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se da seguimiento a los elementos hasta su cierre?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## VIII. Analizar los problemas

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Se recogen problemas durante el proyecto para su análisis?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Se analizan los problemas para determinar la necesidad de acciones correctivas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## IX. Tomar Acciones Correctivas

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Se determinan y documentan las acciones apropiadas para tratar los problemas identificados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Se revisan y se acuerda con los participantes relevantes sobre las acciones a tomarse?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
3. ¿Se negocian los cambios en los compromisos externos e internos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## X. Gestionar las Acciones Correctivas

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Son supervisadas las acciones correctivas hasta que sean completadas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Se analizan los resultados de las acciones correctivas para determinar su efectividad?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
3. ¿Se determinan y documentan las acciones apropiadas para corregir las desviaciones de los resultados planeados para las acciones correctivas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

**3.2.1.3. Gestión de los Requisitos**

*El propósito de la gestión de los requisitos es administrar los requisitos de los productos del proyecto y componentes del producto e identificar inconsistencias entre esos requisitos y los planes del proyecto y productos de trabajo.*

## I. Obtener la comprensión de los Requisitos



Observaciones:

#### IV. Mantener la trazabilidad de los Requisitos

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Se mantiene la trazabilidad de los requisitos para asegurar que su fuente está documentada?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Se mantiene la trazabilidad de los requisitos desde estos hacia sus requisitos derivados y de la asignación a las funciones, objetos, personas y productos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
3. ¿Se mantiene la trazabilidad horizontal de función a función y a través de las interfaces?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
4. ¿Se genera la matriz de trazabilidad de los requisitos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

#### V. Identificar inconsistencias entre el Proyecto y los Requisitos

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Son revisados los planes, actividades y productos del proyecto para determinar la consistencia con los requisitos y los cambios hechos a estos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Se identifica la fuente de cada inconsistencia?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
3. ¿Son identificados los cambios necesarios a los planes y productos como resultado de las modificaciones a los requisitos base?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
4. ¿Se inician acciones correctivas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### 3.2.1.4. Gestión de la Configuración

*El propósito de la gestión de la configuración es establecer y mantener la integridad de los productos de trabajo usando la identificación de configuración (un control de versiones en las pequeñas empresas), el control de la configuración, el estado de la configuración, y las auditorías de configuración.*

I. Identificar los elementos que serán colocados bajo una gestión de configuración

1. ¿Se sigue un criterio documentado en la selección de los elementos de configuración y los productos que los componen?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se asigna un identificador único a cada elemento seleccionado?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Son especificadas las características importantes de cada elemento?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se utilizan criterios para determinar cuándo colocar cada elemento bajo gestión de configuración?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se identifica al propietario responsable para cada uno de los elementos de configuración?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

II. Establecer y mantener un Sistema de Gestión de Configuración para controlar los productos

1. ¿Se encuentra establecido un mecanismo para manejar múltiples niveles de gestión de configuración?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Son almacenados y recuperados los elementos de configuración mediante un Sistema de Gestión de Configuración?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se comparten y transfieren los elementos de configuración entre los niveles de control dentro del Sistema de Gestión de Configuración?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se almacenan y recuperan versiones archivadas de los elementos de configuración?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se almacenan, actualizan y recuperan registros de la gestión de configuración?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Se crean reportes de la gestión de la configuración desde el Sistema de Gestión de Configuración?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:







Observaciones:

5. ¿Son revisados el estado e historial de cada elemento de configuración?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

#### VII. Realizar auditorias de configuración para mantener la integridad de las líneas base

1. ¿Se evalúa la integridad de las líneas base?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se confirma que los registros de configuración identifiquen correctamente a los elementos de configuración?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Son revisadas la estructura y la integridad de los elementos (por un comité de la organización) en el Sistema de Gestión de Configuración?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se confirma la completitud y la exactitud de los elementos en el Sistema de Gestión de Configuración?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se confirma la adhesión con procedimientos y/o estándares aplicables a la gestión de configuración?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Se da un seguimiento de los elementos desde la auditoria hasta llevarlos al cierre?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### 3.2.1.5. Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto

*El propósito del aseguramiento de la calidad del proceso y del producto es proveer personal y gestión con un objetivo ideado dentro de los procesos y productos de trabajo asociados.*

#### I. Evaluar objetivamente los procesos

1. ¿Son evaluados objetivamente la adherencia de los procesos realizados, productos de trabajo asociados y descripciones de servicios de procesos aplicables, estándares y procedimientos?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Están evaluados objetivamente las designaciones de procesos realizados en contra de la descripción de procesos aplicables, estándares y procedimientos?

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se promueve un ambiente que aliente a la participación al empleado en identificar y reportar asuntos de calidad?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Son establecidos y mantenidos claramente los criterios para la evaluación?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se usan indicadores de criterios para evaluar los procesos realizados para adherir la descripción de los procesos, estándares y procedimientos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Se identifica cada incumplimiento encontrado durante la evaluación?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

7. ¿Se identifican las lecciones aprendidas que podrán mejorar los productos y servicios en el futuro?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

II. Evaluar objetivamente los productos y servicios

1. ¿Se evalúan objetivamente los productos y servicios en contra de las descripciones aplicables al proceso, estándares y métodos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se seleccionan los productos a ser evaluados, basándose en documentación de criterios de muestreo (si es que se usa un muestreo)?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se establecen y mantienen criterios claramente indicados para la evaluación de los productos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Son usados los criterios indicados durante las evaluaciones de los productos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Son evaluados los productos antes de ser entregados al cliente?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Son evaluados los productos en hitos seleccionados en el desarrollo?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

7. ¿Se realizan evaluaciones en curso o incrementales a los productos y los servicios en contra de descripciones del proceso, estándares, y procedimientos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

8. ¿Se identifica cada caso de incumplimiento encontrado durante la evaluación?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

9. ¿Son identificadas las lecciones aprendidas que podrían mejorar los servicios y productos en el futuro?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### III. Comunique y asegure la resolución del incumplimiento de algún caso

1. ¿Es asegurada la resolución de asuntos incumplidos objetivamente rastreados y comunicados?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se comunican asuntos de calidad y se asegura la resolución de asuntos de incumplimiento con el personal y la directiva?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se resuelve cada incumplimiento con los miembros apropiados de la administración dónde sea posible?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se documentan los incumplimientos cuando estos no pueden ser resueltos dentro del proyecto?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se escalan asuntos de incumplimiento que no pueden resolverse dentro del proyecto para designar un nivel apropiado de gestión para recibir y actuar sobre el incumplimiento?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Son analizados los asuntos de incumplimiento para ver si existe cualquier tendencia de calidad que puede ser identificada?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

7. ¿Se asegura que las personas involucradas en el proyecto estén conscientes de los resultados de las evaluaciones?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

8. ¿Se manifiesta periódicamente de manera retrospectiva el incumplimiento y las tendencias con la dirección?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

9. ¿Se rastrean los asuntos incumplidos para su resolución?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

IV. Establezca registros

1. ¿Se establecen y mantienen registros de las actividades para asegurar la calidad?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se registran procesos y actividades que aseguren la calidad del producto en suficiente detalle tal que su estado y resultado sean conocidos?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Son revisados los estados e historial que aseguren la calidad tantas veces sea necesario?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

**3.2.1.6. Gestión de Acuerdos con el Proveedor**

*El propósito de la gestión de acuerdos con el proveedor es gestionar la adquisición de productos con los proveedores externos.*

I. Determinar el tipo de adquisición

1. ¿Se tiene conocimiento sobre los tipos de adquisición que serán usados para todos los productos externos?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

II. Escoger a los proveedores en base a una evaluación de sus habilidades

1. ¿Se establecen y documentan criterios para la evaluación de los proveedores potenciales?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se identifican proveedores potenciales para entregarles el material y los requisitos solicitados?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se evalúan las propuestas de acuerdo a los criterios de evaluación?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se evalúan los riesgos asociados a cada proveedor propuesto?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se evalúan las habilidades de los proveedores para realizar el trabajo?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Se seleccionan los proveedores en base a estas prácticas?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### III. Establecer y mantener acuerdos formales con el proveedor

1. ¿Son revisados los requisitos que el proveedor debe cumplir para establecer negociaciones cuando sea necesario?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se documenta qué proporcionará la empresa al proveedor?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se documentan los acuerdos con el proveedor?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se revisa periódicamente el acuerdo para asegurar que refleje exactamente la relación entre el proyecto y el proveedor?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se asegura que todos los participantes entiendan y acepten los requisitos antes de implementar el acuerdo o formular cambios sobre este?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Se revisa el acuerdo con el proveedor, según sea necesario, para reflejar los cambios a sus procesos o productos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

7. ¿Se revisan los planes y compromisos del proyecto, incluyendo los cambios a los procesos o productos del proyecto, según sea necesario?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

8. ¿Se revisan los planes del proyecto y los compromisos, incluyendo los cambios a los procesos o productos del proyecto, según sea necesario?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## IV. Realizar las actividades con el proveedor según se especifica en el acuerdo establecido

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Se supervisan el avance y desempeño del proveedor (en relación al calendario, esfuerzo, costo, y rendimiento técnico) según lo especificado en el acuerdo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Se realizan revisiones con el proveedor según lo especificado en el acuerdo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
3. ¿Se realizan revisiones técnicas y de gestión con el proveedor según lo especificado en el acuerdo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
4. ¿Se utilizan los resultados de las revisiones para mejorar el desempeño del proveedor y establecer y fomentar relaciones a largo plazo con los proveedores preferidos?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
6. ¿Se supervisan los riesgos que involucran al proveedor y se toman acciones correctivas cuando es necesario?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## V. Escoger, supervisar, y analizar los procesos usados por el proveedor

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Son identificados los procesos del proveedor que son críticos para el éxito del proyecto?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Son supervisados los procesos seleccionados en conformidad con los requisitos del acuerdo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
3. ¿Se analizan los resultados de la supervisión para detectar problemas, tan anticipadamente como sea posible, que puedan afectar las habilidades de los proveedores para satisfacer los requisitos del acuerdo?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

## VI. Escoger y evaluar algunos productos del proveedor

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
1. ¿Se identifican aquellos productos que son críticos para el éxito del proyecto y que deben ser evaluados para ayudar en la detección temprana de problemas?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
2. ¿Se evalúan los productos seleccionados?	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se determinan y documentan las acciones necesarias para tratar las deficiencias identificadas en las evaluaciones?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

#### VII. Asegurar que el acuerdo con el proveedor haya sido satisfecho antes de la aceptación del producto

1. ¿Se definen los procedimientos de aceptación?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se revisa y obtiene el acuerdo con los participantes relevantes sobre los procedimientos de aceptación antes de la revisión o prueba de aceptación?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se verifica que los productos adquiridos satisfacen los requisitos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se confirma que los compromisos no técnicos asociados con los productos adquiridos sean satisfechos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se documentan los resultados de la revisión o prueba de aceptación?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

6. ¿Se establece y obtiene un acuerdo con el proveedor sobre un plan de acción para cualquier producto adquirido que no pase la revisión o prueba de aceptación?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

7. ¿Se identifican, documentan y rastrean todos los detalles hasta su cierre?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

#### VIII. Trasladar los productos adquiridos a la empresa

1. ¿Se asegura que existan las instalaciones apropiadas para recibir, almacenar, usar y mantener los productos adquiridos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se proporciona la formación apropiada para aquellos encargados de recibir, almacenar, usar y mantener los productos adquiridos?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:



3. ¿Se asegura que el almacenamiento, distribución, y uso de los productos adquiridos se realice de acuerdo a los términos y condiciones especificadas en el acuerdo o licencia del proveedor?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### 3.2.1.7. Medición y Análisis

*El propósito de la medición y análisis es desarrollar y mantener una capacidad de medición para apoyar las necesidades de la gestión de la información. Incluimos esta área de proceso porque suponemos que todo proceso debe ser medido y controlado.*

#### I. Establecer medidas objetivas

1. ¿Se encuentran documentados los objetivos y las necesidades de información?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se priorizan los objetivos y las necesidades de información?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se documentan, revisan y actualizan los objetivos de la medición?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Se utiliza la retro alimentación para refinar y clarificar los objetivos y necesidades de información?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

5. ¿Se mantiene la trazabilidad de los objetivos de la medición para identificar nuevos objetivos y necesidades de información?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

#### II. Especificar medidas para tratar los objetivos de la medición

1. ¿Se identifican medidas candidatas a ser utilizadas que se basen en los objetivos de medición ya documentados?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

2. ¿Se identifican medidas existentes que guíen actualmente los objetivos de la medición?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Existen definiciones específicas para la operación de las medidas?	Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:







Observaciones:

2. ¿Se agrega información contextual o una guía para la interpretación de los resultados del análisis?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

3. ¿Se informan los resultados de la medición a los participantes en un tiempo específico?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

4. ¿Los participantes se involucran en el entendimiento de los resultados?

Siempre	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	Nunca	No Sabe	Siempre
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

### 3.2.2. Segunda Fase del Cuestionario

La segunda fase está destinada al nivel más alto de la dirección de la pequeña empresa, tales como gerentes generales, directores técnicos, jefes de proyectos, o líderes de equipo; y está basada en las prácticas genéricas para la Gestión de Proyectos del CMMI-DEV [SEI, 2006]. La aplicación de esta fase intenta determinar aquellas actividades que están institucionalizados o no en la organización y si pueden apoyar el establecimiento de un proceso gestionado. Un proceso gestionado es un proceso realizado (Nivel 2) que tiene la infraestructura básica para apoyar los procesos. Este proceso es planificado e incorporado en concordancia con una política; emplea gente capacitada quienes poseen los recursos adecuados para producir resultados controlados; involucra a todos los participantes importantes; es supervisado, controlado y revisado; y es evaluado en adherencia a su descripción de proceso. Para determinar si un PMP está institucionalizado en la pequeña organización es necesario llevar a cabo las siguientes actividades:

- Adherirse a las políticas organizacionales.
- Seguir un plan de proyecto documentado.
- Asignar los recursos adecuados.
- Asignar responsabilidad y autoridad.
- Capacitar al personal afectado.
- Ser colocado bajo control de versiones o gestión de configuración.
- Ser revisado por el personal afectado.
- Medir el proceso.
- Asegurar que los procesos cumplan con las especificaciones estándares.
- Revisar el estado con el nivel más alto de la dirección.

#### 3.2.2.1. Institucionalización de un Proceso Gestionado

1. ¿Se establece y mantiene una política organizacional para la planificación de los procesos y para la ejecución de los procesos planificados?

Si	Usualmente	Algunas Veces	Rara Vez	No	No Sabe	No Aplica
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Observaciones:

- |    |   |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 2. | ¿Se establece y mantiene el plan para la ejecución de los procesos planificados en el proyecto? | Si                       | Usualmente               | Algunas<br>Veces         | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|    |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

- |    |  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 3. | ¿Se proveen los recursos adecuados para la ejecución de los procesos planificados, desarrollando los productos y proveyendo los servicios del proceso? | Si                       | Usualmente               | Algunas<br>Veces         | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|    |  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

- |    |  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 4. | ¿Se asignan las responsabilidades y autoridades para la ejecución de los procesos, desarrollando los productos y proveyendo los servicios del proceso planificado? | Si                       | Usualmente               | Algunas<br>Veces         | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|    |  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

- |    |   |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 5. | ¿Se entrena a las personas que van a ejecutar o apoyar los procesos planificados, según es necesario? | Si                       | Usualmente               | Algunas<br>Veces         | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|    |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

- |    |   |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 6. | ¿Se ubican los productos de trabajo designados de los procesos planificados bajo los niveles apropiados de Gestión de la Configuración? | Si                       | Usualmente               | Algunas<br>Veces         | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|    |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

- |    |  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 7. | ¿Se identifican e involucran los participantes relevantes en los procesos planificados, según el plan establecido? | Si                       | Usualmente               | Algunas<br>Veces         | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|    |  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

- |    |  |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 8. | ¿Se monitorean y controlan los procesos planificados contra el plan establecido para la ejecución de los mismos, y se toman las acciones correctivas necesarias? | Si                       | Usualmente               | Algunas<br>Veces         | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|    |  | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

- |    |   |                          |                          |                          |                          |                          |                          |                          |
|----|---|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 9. | ¿Se evalúa objetivamente la adherencia de los procesos planificados del proyecto contra su descripción, estándares y procedimientos, y se ubican sus incumplimientos? | Si                       | Usualmente               | Algunas<br>Veces         | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|    |   | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

- |  | Si                       | Usualmente               | Algunas Veces            | Rara Vez                 | No                       | No Sabe                  | No Aplica                |
|--|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| 10. ¿Se revisan las actividades, estados y resultados de los procesos planificados con la gerencia de más alto nivel y se resuelven las diferentes situaciones relacionadas? | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> | <input type="checkbox"/> |

Observaciones:

Con esta propuesta, se espera que al cruzar el análisis de las respuestas de ambos cuestionarios nos permita determinar aquellas practicas de la Gestión de Proyectos que han sido cubiertas por el equipo software y que han sido propagadas a través de la organización como un proceso institucionalizado. De manera similar, este análisis cruzado nos ayuda a identificar otras salidas relacionadas con la combinación de las dos fases de este cuestionario.





## 4. Resultados Experimentales

De acuerdo con los resultados de las evaluaciones realizadas aplicando los métodos SPA y CBA-IPI [Cuevas, 2004], generados en septiembre del 2007 por el SEI y que corresponden a evaluaciones realizadas en 1342 organizaciones de diversos sectores económicos en todo el mundo desde 1993, se sabe que el 54.5% de estas empresas se ubican en el Nivel 2 de madurez del CMMI; correspondiendo así el 50% a empresas cuyo tamaño es de menos de 100 personas. Por lo tanto, es altamente probable que este tipo de empresas intenten alcanzar el Nivel 2 de madurez del CMMI.

Los resultados experimentales que aquí se presentan se enfocan a la mejora del proceso en la etapa 2 (Evaluación del Proceso) del modelo genérico AFIM [Cuevas, 2005]. Para ello, se utiliza como método de evaluación una versión reducida del método CBA-IPI [Bach, 1995], y que actualmente podría alinearse con el marco de trabajo del estándar ARC-Clase B ó C [Calvo-Manzano, 2002].

El caso de estudio consistió en seleccionar un equipo evaluador (formado por el tesista y el asesor), así como a 5 jefes de proyectos pertenecientes a diferentes empresas de sectores relacionados con el desarrollo software (véase Tabla 11). Cabe mencionar que los nombres de las empresas han sido omitidos para no afectar su desempeño al mostrar los resultados de la evaluación. Los jefes de proyectos son profesionales que conocen la cultura de la empresa y la forma en la que ésta lleva a cabo sus proyectos software. Estos jefes de proyecto recibieron una charla introductoria al CMMI-DEV, y una plática más detallada sobre los procesos definidos para el alcance de su evaluación. Las características de las empresas evaluadas se describen a continuación:

**Tabla 11.** Características de las empresas evaluadas.

Empresa	Actividad	TE	PS
1	Consultora en sistemas de información para empresas	50-100	0-25
2	Distribuidora de Gas L. P. (Programación de bombas)	+500	0-25
3	Desarrolladora de software	0-25	0-25
4	Vender membresías de descuentos para servicios médicos (área de desarrollo software)	50-100	0-25
5	Desarrollo de software para empresas	+500	+500

**TE:** *Tamaño de la Empresa* **PS:** *Personal Software*

En paralelo con este entrenamiento, los jefes de proyectos han contestando según se han explicado los conceptos teóricos del Capítulo 3 un cuestionario de dos fases, estructurado de acuerdo a las diferentes áreas de proceso de Nivel 2 del CMMI. Las respuestas al cuestionario

corresponden a la forma de trabajar de la empresa y determinan el nivel de conocimiento que los jefes de proyecto tienen sobre su propia empresa.

El cuestionario propuesto se implementó en un portal WEB (ProVal), esto con la finalidad de disponer un acceso que sea independiente del lugar en donde el jefe de proyectos se encuentre; reducir el papeleo para registrar las respuestas a los cuestionarios; y guardar el histórico de las evaluaciones que fueron realizándose (posiblemente en distintos periodos de tiempo) para determinar las mejoras que se obtengan con el transcurso del tiempo. Para acceder a la evaluación desde el portal es necesario ingresar los datos generales de las cinco empresas (véase Figura 4.1).



**Figura 4.1.** Pantalla para agregar empresas que desean realizar la evaluación

Es necesario que el evaluador realice la alta del director o persona responsable del área de TI de cada empresa (véase Figura 4.2), esto con la finalidad de que ProVal le proporcione los resultados que se obtengan de esta evaluación (se asegura que la alta dirección asuma el compromiso con una posible iniciativa de mejora). El evaluador es el responsable de realizar la alta de los jefes de proyectos que ingresarán a ProVal para iniciar la evaluación.

Los movimientos anteriores solo podrán hacerlos los evaluadores que realicen la evaluación a través de ProVal. ProVal requiere la introducción del "login" y "contraseña" asignados por el evaluador (véase Figura 4.3).

Evaluación de Procesos de Software

Principal

Inicio

Usuarios

Agregar Usuario

Eliminar Usuario

Modificar Usuario

Listar Usuarios

Empresas

Agregar Empresa

Eliminar Empresas

Modificar Empresas

Listar Empresas

Sesión

Terminar Sesión

Agregando Usuarios

Empresa: MedicallHome Salud Interactiva SA de CV

Nombre: José Luis Mendez García

Login: jose Contraseña: ●●●●●●

Descripción del puesto: Director del Depto de TI

Tipo de usuario:  Administrador  Director  Usuario

Aceptar

Universidad Tecnológica de la Mixteca  
© 2007 Copyright Luis Alberto Suarez Zaragoza, México.

Mejora Continua

Figura 4.2. Pantalla para agregar jefes de proyecto y personal a evaluarse

Evaluación de Procesos de Software

Inicio de Sesión:

Login:

Password:

Ingresar

Universidad Tecnológica de la Mixteca  
© 2007 Copyright Luis Alberto Suarez Zaragoza, México.

Mejora Continua

Figura 4.3. Pantalla de acceso a ProVal

Si el login y la contraseña son correctos, y es la primera vez que el jefe de proyectos ingresa al sistema, ProVal le solicitará algunos datos que le indiquen qué tan familiarizado está con el modelo CMMI-DEV v1.2 (véase Figura 4.4). Esta información es útil para determinar el contexto real de la evaluación.

**Información general**

Describe su puesto actual:

¿Cuál es su familiaridad con el modelo CMMI-DEV?:

Nunca lo había oído    He oído algo    Lo uso ocasionalmente    Lo uso regularmente

¿Ha recibido algún entrenamiento relacionado con CMMI-DEV?    Sí    No

¿Cuál es su experiencia en las áreas de proceso del CMMI-DEV en:

su organización actual?    (meses)

a lo largo de toda su experiencia?    (meses)

¿Ha participado en formas previas de Evaluaciones del Proceso Software y/o Evaluaciones de Capacidad de los Procesos?

Sí    No

**Continuar**

Universidad Tecnológica de la Mixteca  
© 2007 Copyright Luis Alberto Suarez Zaragoza, México.

Mejora Continua

**Figura 4.4.** Formulario para determinar la experiencia con CMMI-DEV

Una vez que la evaluación comienza de manera formal, la parte izquierda de ProVal lista los nombres de cada una de las áreas de proceso a evaluar (véase Figura 4.5). Cuando los jefes de proyectos de cada empresa seleccionen cada una de las áreas, ProVal les proporcionará una breve descripción del objetivo y particularidades de las mismas; inicia la Fase 1 del cuestionario.

**Evaluación de Procesos de Software**

Principal

Introducción

**Gestión de Requisitos**

Planificación del Proyecto

Seguimiento y Control del Proyecto

Acuerdo con Proveedores

Gestión de la Configuración

Calidad del Proceso y del Producto

Medición y Análisis

Ayuda

Ayuda

Sesión

Terminar Sesión

**Gestión de Requisitos**

El propósito de la gestión de los requisitos es administrar correctamente los requisitos de los proyectos y productos, de esta forma es posible identificar incongruencias entre estos requisitos y los planes del proyecto y productos de trabajo. Los procesos de la gestión de requisitos administran todo los requisitos recibidos o generados por el proyecto, incluyendo a los requisitos técnicos y no técnicos, así como aquellos requisitos impuestos en el proyecto por la organización. En particular, si los requisitos son desarrollados por la organización, sus procesos generarán productos y requisitos que deberán ser manejados por la gestión de requisitos.

Los procesos de gestionar requisitos manejan todo lo que los requisitos recibieron o generaron por el proyecto, incluyendo requisitos técnicos o no técnicos, estos requisitos son tomados para el proyecto por parte de la organización. En particular, si el área de proceso de Desarrollo de Requisitos es implementada, sus procesos generarán productos y requisitos que componen al producto y estos deberán ser manejados de la mejor manera posible.

\*PROVAL evalúa 5 módulos\* para esta área de proceso:

\*1) Obtener la comprensión de los requisitos\*.

\*2) Obtener el compromiso con los requisitos\*.

\*3) Gestionar los cambios en los requisitos\*.

\*4) Mantener la trazabilidad de los requisitos\*.

\*5) Identificar inconsistencias entre el proyecto y los requisitos\*.

\*Cada vez que culmine un modulo de evaluación, en la barra izquierda aparecerá el siguiente modulo.

\*Una vez que finalice los 5 modulos aparecera un cuestionario de institucionalización de la evaluación de Gestión de Requisitos.

**Iniciar Evaluación**

Mejora Continua

**Figura 4.5.** Pantalla de descripción del área de proceso para iniciar con la evaluación

Al iniciar la evaluación, el cuestionario de dos fases presentado en el capítulo anterior empieza a trabajar. ProVal considera que la evaluación puede realizarse por área de proceso y no obliga a que se realice en una sola sesión (Figura 4.6 y 4.7).

Figura 4.6. Pantalla de evaluación de ProVal

Figura 4.7. Histórico sobre el avance de la evaluación

Conforme se avance en la evaluación, la columna izquierda de ProVal deberá mostrar el módulo siguiente a responder. Cada módulo representa un conjunto de prácticas específicas del CMMI-DEV adaptadas a las MPYME's (véase Figura 4.8). Es importante resaltar que a manera de restricción al usuario, éste debe seguir el orden que ProVal le indique. Es decir, para poder evaluarse en el área de *Gestión de la Configuración*, los jefes de proyectos de cada empresa tuvieron que haberse evaluado antes en *Gestión de Requisitos*, *Planificación del Proyecto*, *Seguimiento y Control del Proyecto*, y *Acuerdo con Proveedores*.



**Figura 4.8.** Orden estricto sobre módulos de la evaluación

Una vez que se concluye con todos los módulos del área de proceso, en la columna izquierda se despliega la evaluación de la institucionalización del módulo, la fase 2 del cuestionario (véase Figura 4.9).

De acuerdo al tiempo que tomen para evaluarse, los jefes de proyectos podrán ver las graficas de la evaluación en donde se indica su “nivel de desempeño”. Las gráficas y resultados que el personal evaluado puede consultar, difieren de los resultados que se le muestran al evaluador quien genera los reportes para la alta dirección de cada empresa (véase Figuras 4.13 y 4.14).



Figura 4.9. Inicio de la segunda fase del cuestionario

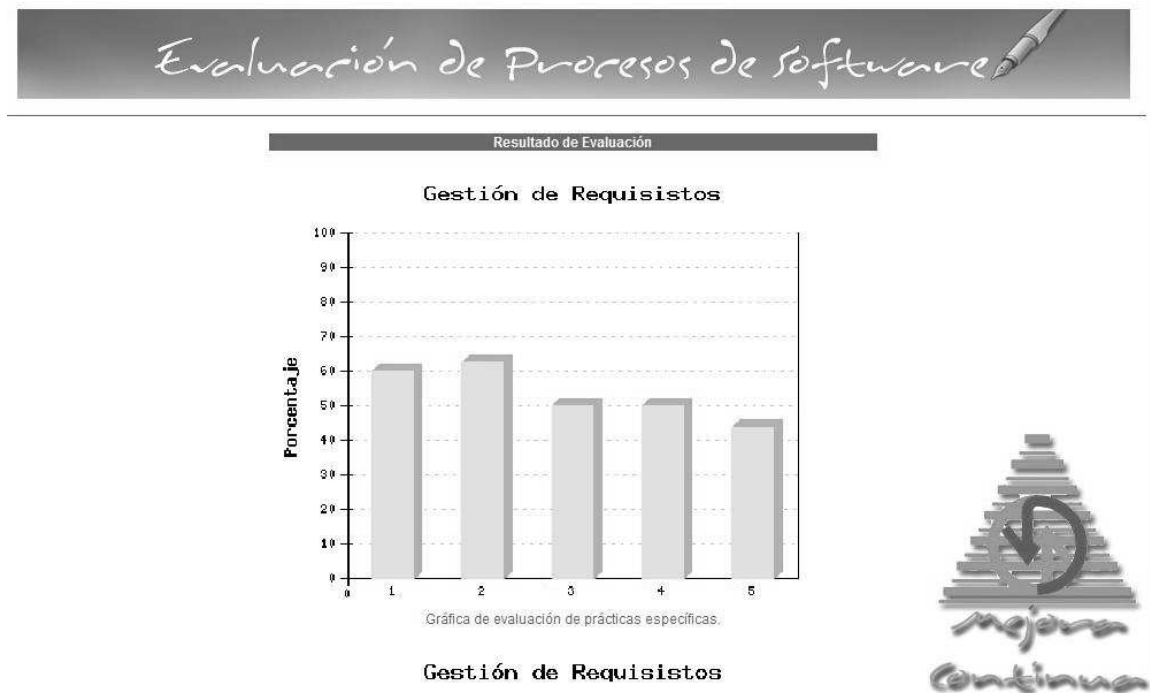
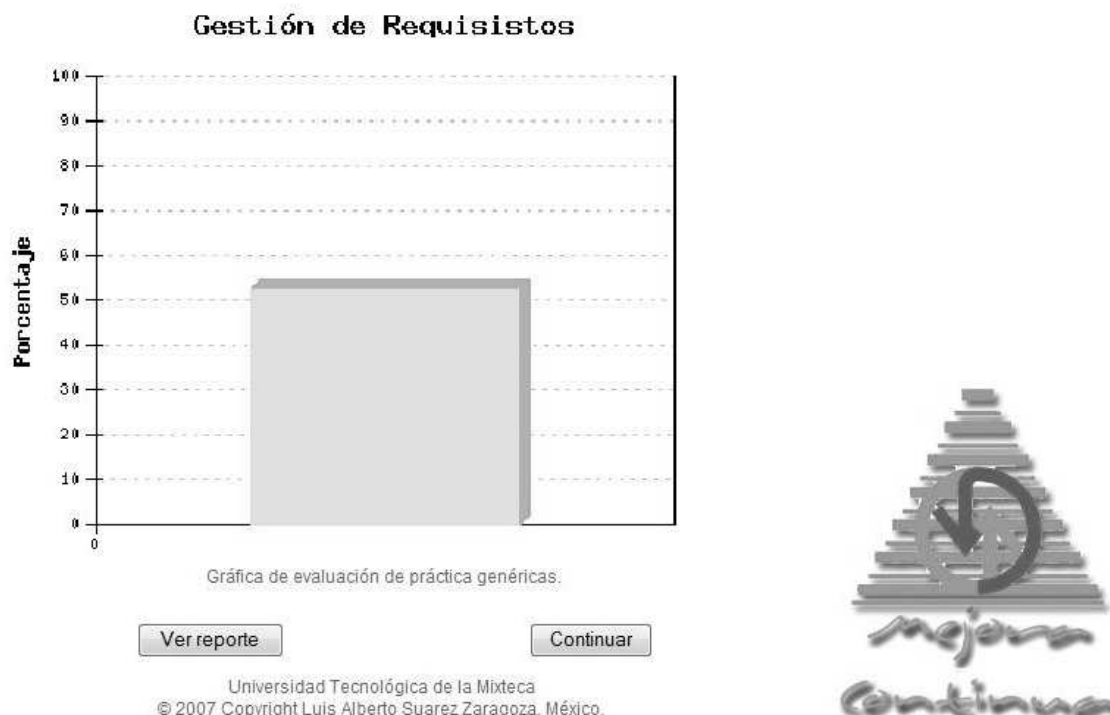


Figura 4.10. Gráfica de resultados por área de proceso



**Figura 4.11.** Gráfica de resultados por institucionalización del área de proceso

Una vez que los cuestionarios fueron completados, ProVal procedió a identificar los puntos fuertes y débiles con el objeto de evidenciar la situación actual de las empresas de acuerdo a los diferentes procesos del Nivel 2 del CMMI-DEV, de forma que sea posible determinar en dónde deben concentrar sus esfuerzos para mejorar la calidad del software que desarrollan y mantienen.

En las figuras siguientes se presentan los gráficos obtenidos a partir de las respuestas dadas al cuestionario de evaluación contestado por los cinco jefes de proyecto a través de ProVal.

La Figura 4.12 muestra la media de los porcentajes de cobertura de cada área de proceso, junto con su desviación producida. En la Figura 4.13 se muestran los porcentajes de cobertura en cada área clave de proceso para las diferentes empresas, incluyendo -representada como una línea horizontal- la media de la cobertura por proceso. Es decir, para el área clave de procesos de *Gestión de los Requisitos* (por ejemplo), la media correspondiente a todas las empresas fue del 55%, mientras que las diferentes empresas presentan -respectivamente- una cobertura de 48%, 55%, 33%, 46% y 94%.

Cabe señalar que los resultados de la empresa número 5 difieren de los demás por mucho, dado que no es una empresa MPYME, pero se incluyó para contrastar los resultados entre empresas que desconocen los modelos de proceso o mejora (como las cuatro anteriores), y una empresa que está certificada en algún modelo (en este caso específico ITIL), por lo que los valores varían mucho en relación a esta última. Se aclara que se decidió incluir esta empresa con el objetivo de demostrar que ProVal no sólo evalúa a las empresas que cuentan con un proceso *ad hoc* de desarrollo, sino que también corrobora las buenas prácticas de aquellas empresas que tienen establecidos procesos eficientes de desarrollo.



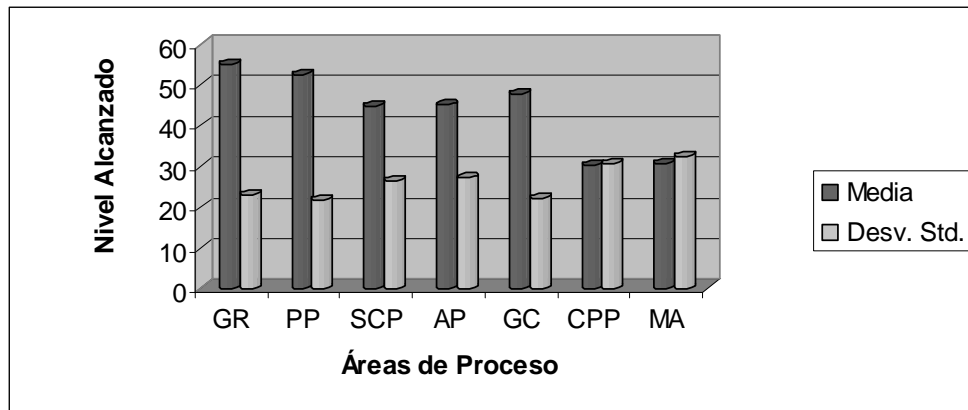


Figura 4.12. Comparativa de porcentajes medios y desviaciones estándar de la cobertura alcanzada por cada área de proceso para todas las empresas evaluadas

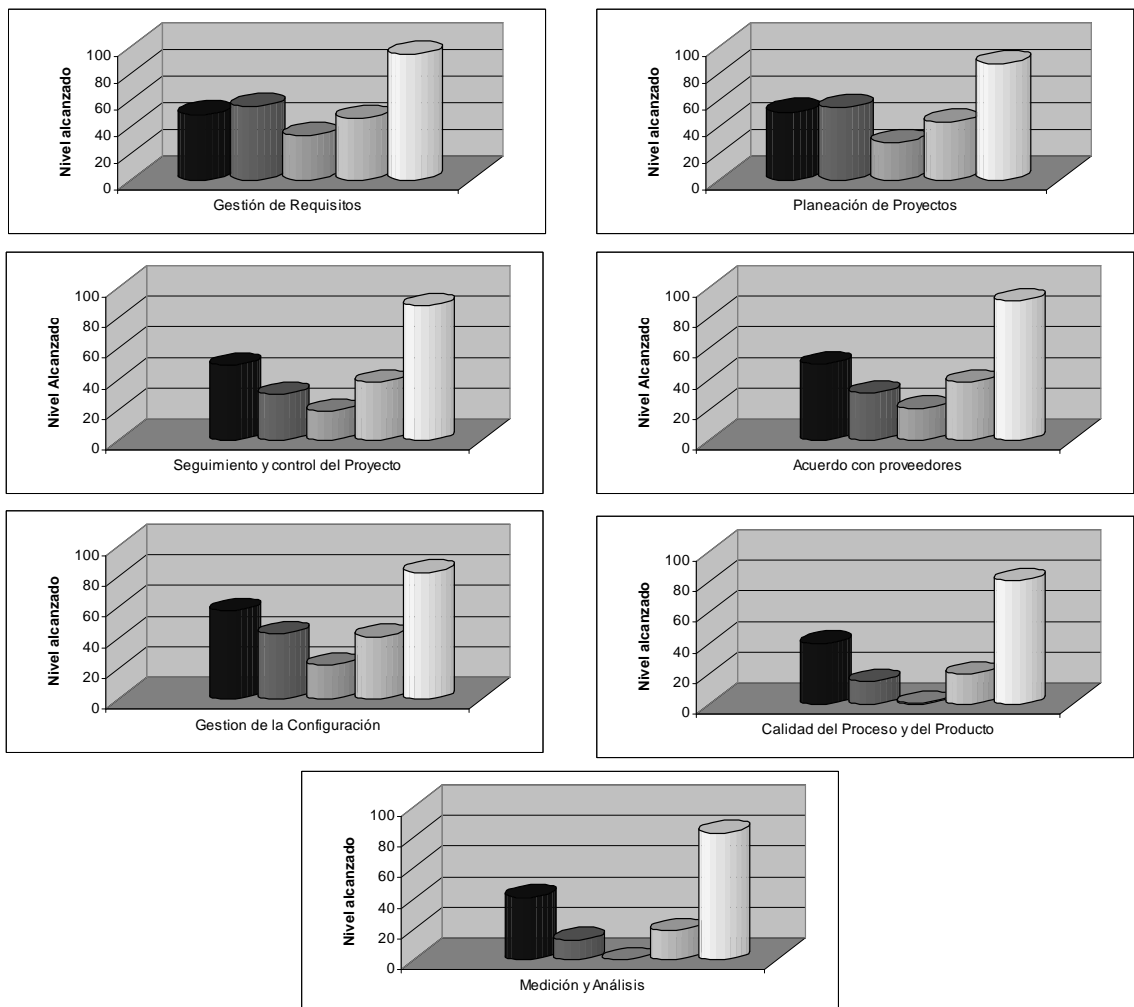


Figura 4.13. Niveles de cobertura alcanzados por cada área de proceso en cada empresa evaluada

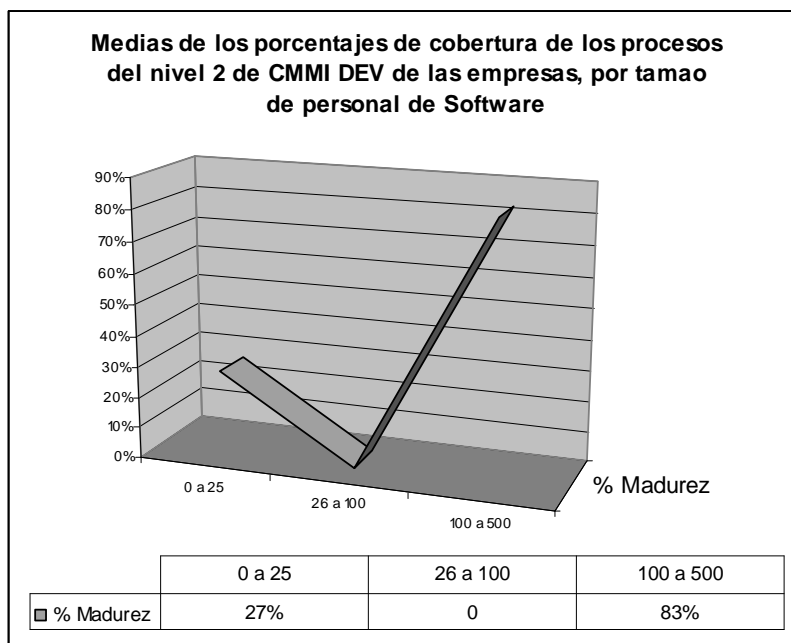
Como resultado de las Figuras 4.12 y 4.13, el área clave de proceso mejor implantada en todas las empresas fue la *Gestión de Requisitos*, con un nivel de cobertura regular (55%) y no existiendo -además- inconsistencias en las respuestas dadas por las diferentes empresas, lo que indica que no ha existido mucha disparidad en dichas respuestas según el valor (23%) de la desviación estándar producida.

De manera similar, el área de proceso de *Planificación del Proyecto* presenta un grado de cobertura casi similar, algo que parece evidente dada la estrecha relación existente entre estas áreas.

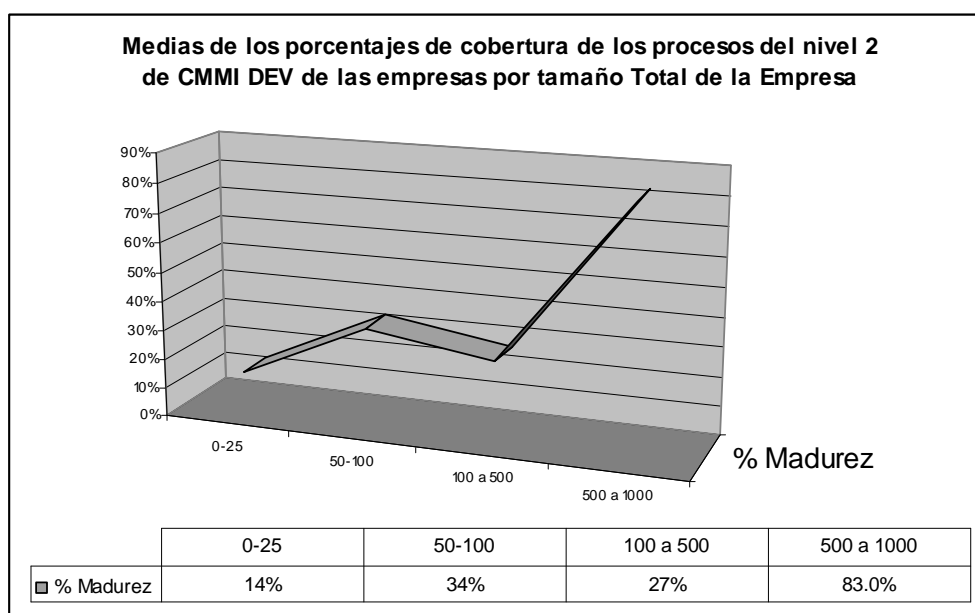
La evaluación en las áreas de *Seguimiento y Control del Proyecto*, *Gestión de Acuerdo con los Proveedores* y *Gestión de la Configuración* muestra resultados similares. Esto es congruente de acuerdo al giro que tienen las empresas, es decir, todas muestran debilidad en estas áreas al no ser tan importantes en sus objetivos de negocio.

Por ultimo, indicar que las áreas de proceso *Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto* y *Medición y Análisis* son las peor implantadas. Además, en ambos casos existe una gran disparidad en las respuestas dadas por las diferentes empresas, dado el elevado valor de la desviación estándar.

Las Figuras 4.14 y 4.15 muestran los porcentajes de cobertura de los procesos del Nivel 2 para las empresas evaluadas. La media de los diferentes procesos clasificados por tamaño de la organización y del personal de software parece influir en la madurez de los procesos, ya que la media más alta corresponde a la empresa con cantidad de personal de software entre 100 y 500, representando el 83%. De la Figura 4.14 se deduce que no influye el tamaño total de la empresa, ya que -por ejemplo- se observan valores relativamente similares (43% y 50%) entre empresas con tamaños tan dispares como 25 o menos y 100 a 500. Además, en el caso de empresas de 1001 ó más trabajadores, se dispara el indicador al 91%.



**Figura 4.14.** Medias de porcentaje de madurez por tamaño del personal de software



**Figura 4.15.** Medias de porcentaje de madurez por tamaño de empresa

En la Tabla 12 se presenta el valor correspondiente a la media de la cobertura de las áreas evaluadas, lo cual sería el grado de cobertura total del Nivel 2 para cada empresa. Cabe indicar, que aquellas empresas cuya totalidad de personal se dedica a realizar labores informáticas, son las que mejor implantadas tienen las áreas de proceso del Nivel 2 del CMMI-DEV (específicamente la empresa 5).

**Tabla 12.** Media y desviación estándar para los procesos de Nivel 2 del CMMI-DEV.

	Media	Desv. Est.
<b>Empresa 1</b>	37 %	10%
<b>Empresa 2</b>	27 %	12%
<b>Empresa 3</b>	14 %	12%
<b>Empresa 4</b>	30 %	10%
<b>Empresa 5</b>	83 %	4%

Como se puede observar, el resto de las empresas presenta un valor medio de cobertura por debajo del 30% con poca desviación, excepto para la empresa 5, lo que indica que estas empresas no han alcanzado el Nivel 2 de madurez.

Por otra parte, ProVal analiza la cobertura para cada una de las subprácticas de las áreas de *Gestión de Requisitos* y *Planificación del Proyecto* con el objetivo de determinar el origen del pésimo desempeño de tales áreas de proceso.

En el caso de la *Gestión de Requisitos* (véase Figura 4.16), la subpráctica que presentó la mejor cobertura (6.3% de media, con desviación de 2.4%) es la que se refiere a “la utilización de los requisitos como la base para desarrollar los planes de desarrollo del software”. En varias subprácticas se observaron valores de desviación estándar mayores que 1.0%, lo que nos indica inconsistencia en las respuestas de los diferentes jefes de proyectos, por lo que será necesario una posterior investigación con el objeto de resolver este conflicto.

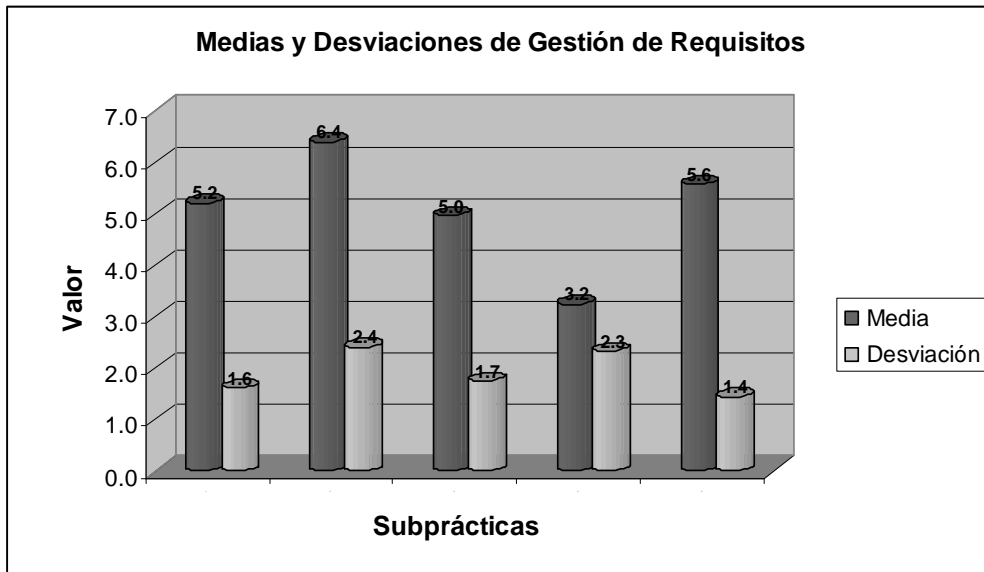


Figura 4.16. Media y desviación estándar de las subprácticas para la Gestión de Requisitos

En el caso de la *Planificación del Proyecto* (véase Figura 4.20) se determinó (con una media de 6.8% y desviación típica de 3.0%) que una de las fortalezas es la “definición del ciclo de vida del proyecto”; mientras que las debilidades se muestran al “estimar tiempo y costo”, y la manera en cómo se “obtienen los compromisos con los planes establecidos”.

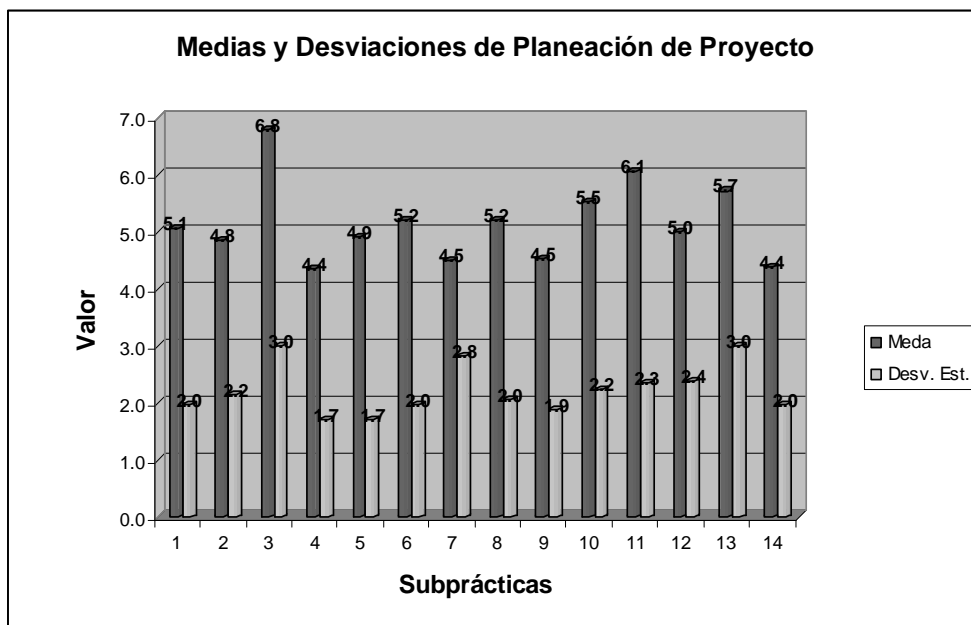
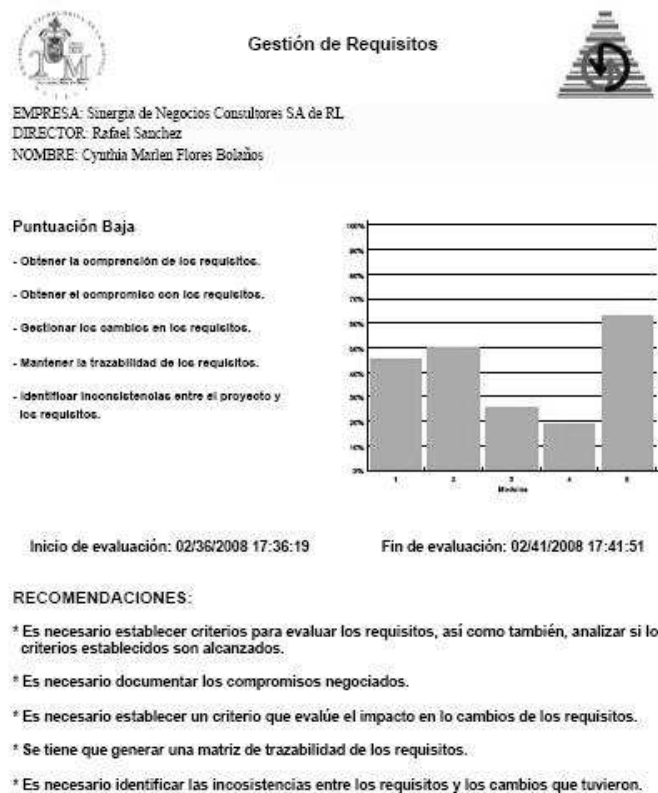


Figura 4.17. Media y desviación estándar de las subprácticas para la Planificación del Proyecto

Siguiendo el mismo análisis en el resto de las áreas tenemos que, en el caso de *Seguimiento y Control del Proyecto*, *Gestión de Acuerdos con los Proveedores* y *Gestión de la Configuración*, son áreas de oportunidad para mejorar e institucionalizar los procedimientos. En el caso de *Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto* y *Medición y Análisis* ninguna de las

subprácticas alcanza el umbral mínimo de cobertura dado que la mayoría alcanza valores entre el 10% y 38%.

Por último, la evaluación termina con la entrega de los resultados obtenidos. La opción “ver el reporte” en los resultados de ProVal genera un informe de la evaluación en formato PDF; en este reporte se señalan en el costado izquierdo los módulos donde se obtuvieron los porcentajes bajos y en la parte de abajo se realizan breves recomendaciones para poder obtener un mejor resultado en la próxima evaluación de estos módulos (véase Figura 4.18). Este reporte únicamente puede ser generado por lo evaluadores y el objetivo es presentar formalmente los resultados de la evaluación a la alta dirección. En el reporte que se muestra en la Figura 4.18 se puede observar un encabezado que indica el área de proceso que fue evaluada; el nombre de la empresa, así como los nombres del director y jefe de proyecto evaluado. En el lado izquierdo, se muestran los módulos del área de proceso en los cuales se obtuvo menos del 70% y en el lado derecho se muestra la grafica de resultados por módulos. Como información adicional para el evaluador, se indica la hora en la cual se inició y terminó la evaluación. Se aclara que las recomendaciones emitidas por ProVal no corresponden a ningún mecanismo para la generación de planes de acción (siguiente fase del modelo AFIM); estas solo se basan en la determinación de aquellas prácticas cuyo nivel de cobertura sea demasiado bajo.



**Figura 4.18.** Reporte de Evaluación generado por ProVal



## 5. Conclusiones

Aunque CMMI e ISO/IEC 15504 han sido explorados en el mercado software como modelos a seguir cuando las organizaciones intentan aplicar mejoras en sus procesos, existen muchas organizaciones que aún no los utilizan. El CMMI es considerado como uno de los mejores modelos más conocidos por su enfoque en la mejora del proceso software y alcanzar así altos niveles de calidad en los productos. CMMI-DEV, sin embargo, es relativamente nuevo, por lo que no existe mucha investigación escrita sobre qué instrumentos pueden ser empleados para la obtención de datos al usar la aproximación del CMMI-DEV. Esta investigación, por lo tanto, se enfocó en desarrollar un instrumento para evaluar el estado actual de las prácticas para la Gestión de los Proyectos software en las Micro, Pequeñas y Medianas Empresas (MPYME's). El instrumento para la obtención de datos desarrollado para la fase de evaluación, es un cuestionario de dos fases.

El cuestionario propuesto en esta tesis se dividió en dos fases; esta división se debe principalmente al hecho de que el CMMI-DEV distingue claramente entre prácticas específicas y prácticas genéricas. De la misma forma, otra razón de la división en dos fases es porque cada sección se aplica a un dominio distinto de personal software. La fase de las prácticas específicas se refiere a la serie de pasos que deben ejecutarse para realizar la Gestión de los Proyectos. Además, es aplicada al personal que ejecuta la Gestión de los Proyectos en las empresas. La fase de prácticas genéricas se refiere a la madurez e institucionalización de la Gestión de los Proyectos a lo largo de la empresa. La institucionalización implica que el proceso es “insertado” de la forma en que se realiza el trabajo. De la misma manera, la institucionalización implica los pasos que necesitan ser seguidos para asegurarse de que las prácticas específicas sean extendidas a través de toda la organización. Esta fase es aplicada a los empleados que administran o dirigen la Gestión de los Proyectos.

La mayor parte de la literatura revisada se había centrado en identificar cuáles prácticas necesitaban ser ejecutadas para mejorar un proceso dado, pero habían descuidado la explicación de cómo ejecutar estas prácticas. La identificación aislada de las prácticas que necesitan ser ejecutadas no es suficiente, también se requiere la descripción de los pasos de cómo implementarlas para que un programa de Mejora del Proceso Software sea exitoso.

Debido al precedente, la línea futura de investigación se centrará en desarrollar una metodología para implementar las prácticas del CMMI-DEV para la Gestión de los Proyectos en los procesos internos de las MPYME's. El cuestionario de dos fases, presentado en esta tesis, es el primer paso en esta investigación. El paso siguiente se relaciona con la validación del cuestionario.

Con este fin, el cuestionario será experimentado en 26 MPYME's a través de un proyecto financiado por el Ministerio Español de la Industria, Turismo y Comercio. La investigación futura se enfocará en proponer el uso de los cuestionarios para la Gestión de los Proyectos relacionada con los Niveles 3 y 4 del CMMI-DEV. Esta investigación se enfoca en la idea de definir e implementar un

“depósito de activos de la organización” donde nuestros cuestionarios podrían ser seleccionados para cualquier MPYME’s según sus necesidades.

Por último, el experimento realizado demostró poca consideración sobre las cuestiones relativas a la forma en que el proceso cognitivo se logra en la mente del jefe de proyectos, o la forma en que éste almacena los conocimientos adquiridos con la experiencia. Esto impactó significativamente en el resultado de la evaluación; es decir, la falta de cultura organizativa nos permitió identificar la posibilidad de no obtener datos “reales” puesto que la primera reacción del personal fue el rechazo a la evaluación. De acuerdo a Humphrey: *“el principal problema de un programa de Mejora del Proceso Software es el rechazo de la alta dirección por miedo de evidenciar las prácticas ineficientes”* Esto nos motiva a trabajar paralelamente en mejorar el mecanismo de evaluación presentado en esta tesis mediante la adaptación de principios de psicometría al mecanismo de dos fases. Otro problema detectado se relaciona con la cantidad de preguntas que las empresas deben responder para determinar su nivel de madurez. Los jefes de proyecto encuestados recalcaron la importancia de reducir la cantidad de preguntas al igual que hicieron recomendaciones sobre el nivel de tecnicismo en el lenguaje utilizado; la última versión de la herramienta ha incluido la terminología acorde a las recomendaciones de las empresas participantes.



## 6. Anexo A.- Acrónimos

AFIM	Modelo de Mejora enfocado en la Acción
AP	Áreas de Proceso
AMIT	Equipo Integrado para la Metodología de Evaluación
CCTI	Centro de Calidad en Tecnologías de Información
CBA IPI	Evaluaciones basadas en el CMM para la Mejora Interna del Proceso
CM	Gestión de la Configuración
CMM	Modelo de Madurez y Capacidad
CMMI-DEV	Modelo de Madurez de la Capacidad Integrado para el Desarrollo
COBIT	Objetivos de Control para la Información y Tecnología relacionada
COTS	Productos o componentes COTS (Commercial off the Shelf)
DoD	Departamento de Defensa de los Estados Unidos de Norteamérica
ER	Repositorio de Experiencias
ERP	Sistemas de Planificación de Recursos Empresariales
ESPRIT	Programa Estratégico Europeo para la Tecnología de Información
IDEAL	Modelo de Mejora del SEI
IEEE	Instituto de Ingenieros Eléctricos y Electrónicos
INEGI	Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática
IPD-CMM	Modelo de Madurez y Capacidad para el Desarrollo del Producto Integrado
ISO	Organización Internacional para la Estandarización
ISPI	Instituto para la Mejora del Proceso Software
ITIL	Biblioteca de la Infraestructura de Tecnología de Información
KPA	Área Clave de Proceso
MA	Medición y Análisis
MPYME	Micro, Pequeñas y Medianas Empresas
NATO	Organización del Tratado del Atlántico Norte
OGC	Oficina de Comercio del Gobierno
PMC	Seguimiento y Control del Proyecto
POO	Programación Orientada a Objetos.

---

PP	Planificación del Proyecto
PPQA	Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto
PROSOFT	Programa para el Desarrollo de la Industria Software
ProVal	Herramienta de Autoevaluación del Proceso Software
PSP	Proceso Software Personal
REQM	Gestión de Requisitos
RUP	Proceso Unificado de Rational
SAM	Gestión de Acuerdos con el Proveedor
SCAMPI	Método Estándar de Evaluación del CMMI para la Mejora del Proceso
SCE	Evaluaciones de la Capacidad del Proceso Software
SECM	Modelo de Capacidad e Ingeniería de Sistemas
SEI	Instituto de la Ingeniería de Software
SPA	Evaluaciones del Proceso Software
SPI	Mejora al Proceso Software
SPICE	Evaluación de la Capacidad de la Mejora del Proceso Software
TI	Tecnologías de Información
TSP	Proceso Software en Equipo

## **7. Anexo B.- Actas de publicaciones**

## Determining Practice Achievement in Project Management using a Two-Phase Questionnaire on Small and Medium Enterprises

Garcia, Ivan & Suarez, Luis E.

Postgraduate Department, Technological University of the Mixtec Region  
Huajuapán de León, Oaxaca (Mexico) <http://www.utm.mx>  
{[ivan@mixteco.utm.mx](mailto:ivan@mixteco.utm.mx), [ic012338@ndikandi.utm.mx](mailto:ic012338@ndikandi.utm.mx)}

### Abstract

*This paper aims to obtain a baseline snapshot of Project Management practices using a two-phase questionnaire to identify both performed and non-performed practices. The proposed questionnaire is based on the Level 2 process areas of the Capability Maturity Model Integration for Development v1.2. It is expected that the application of the questionnaire to the processes will help small and medium software enterprises to identify those practices which are performed but not documented, which practices need more attention, and which are not implemented due to bad management or unawareness.*

### 1. Introduction

This research advocates the idea that although project management practices are not carried out in many organizations there are isolated members or groups that perform their own project management practices. These practices, however, are usually not documented and consequently are not spread across the organization. Recent years have witnessed an increasing demand for software to solve more and more complex tasks, and with greater added value [26]. Under these circumstances, the following question can be raised: Is the software industry prepared to deliver the software that is needed according to client demands in the coming years? According to the Prosoft Foundation (Program for Develop the Software Process) [27] and researchers such as Oktaba [24], Brodman [3], and Carreira [7] the answer is unfortunately no. The software development process is far from being a mature process.

At the moment, there is a consensus in the software industry sector that such a complex product as software must be developed with the help of engineering and management processes and metrics that enable us to effectively predict the risk levels of software products (primordially, in terms of costs,

schedules, and defects) [13]. The fact of the matter, however, is that IT projects usually fail partially or sometimes completely [14]. The "software crisis" of 1969 has lasted up to now, with the same old causes of project failure [19] [30]:

- 30% of software projects are cancelled,
- 50% of software projects are abandoned or their costs are excessive,
- Often, 60% of software projects fail due their poor quality, and
- Software delivery is delayed in 9 out of 10 projects.

The lack of management is confirmed in [29] and [10]. Throughout the world, a million projects are implemented every year. Cairó [6] indicated that a third of these projects exceed 125% in time and cost. But why is there so much failure? The same study indicates that although there are many reasons, one of the most important is *project management*. Jones [18] has identified three principal causes of failure and delays in software projects: inaccurate estimates, poor communication of project status, and lack of historical information. These are key issues in the areas of *project planning* and *project monitoring and control*. Furthermore, the Standish Group maintains that software does not cover all the requirements for which they were created, it must be modified frequently and is difficult to maintain. Jones also holds that these causes can be eliminated through an adequate project management process.

The objective of this paper is to provide a more accurate picture of the Project Management Practices (PMP) of an organization by administering a questionnaire. PMP have been selected because they are considered the cornerstone of the software lifecycle. There is evidence that suggests that deficient PMP may be one of the principal causes of many problems related to later stages in the software development process. The questionnaire proposed in this paper is used as a data collection instrument for

## 8. Bibliografía

- [**Armstrong, 2002**] Armstrong, J.; Barbour, R.; Hefner, R. and Kitson, D. “Standard CMMI<sup>SM</sup> Appraisal Method for Process Improvement (SCAMPI<sup>SM</sup>): Improvements and Integration”. *Systems Engineering*, 5(1): 19-26, 2002.
- [**Averill, 1993**] Averill, E.; Byrnes, P.; Dedolph, M.; Maphis, J.; Mead, W. and Puranik, R. “*Software Capability Evaluation (SCE) Version 1.5 Method Description*” (CMU/SEI-93-TR-017), Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993.
- [**Bach, 1995**] Bach, J. “Enough about process: What we need are heroes”. *IEEE Software*, 12(2): 96-98, 1995.
- [**Bamford, 1993**] Bamford, R. C.; Diebler W. J. “Comparing, Contrasting ISO 9001 and the SEI Capability Maturity Model”. *Computer*, IEEE Computer Society, October 1993.
- [**Besselman, 1992**] Besselman, J. “*A Collection of Software Capability Evaluation Findings: Many Lessons Learned*”. Presented at NSIA, March 1992.
- [**Brodman, 1999**] Brodman, J. and Johnson, D. “Project Planning: Disaster Insurance for Small Software Projects”. LOGOS International, Inc. *Proceedings from SEPG 2000: Ways to Make Better Software*. 20-23 March, 1999. Seattle, Washington.
- [**Bymes, 1996**] Byrnes, P. and Phillips, M. “*Software Capability Evaluation Version 3.0 Method Description*” (CMU/SEI-96-TR-002). Pittsburgh, Pa.: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1996.
- [**Cairó, 2004**] Cairó, O. “*Proyecto KAMET II*”. Instituto Tecnológico Autónomo de México. 2004.
- [**Calvo-Manzano, 2002**] Calvo-Manzano J.; Cuevas, G.; San Feliu, T.; De Amescua, A.; Garcia, I. and Perez, M. “Experiences in the Application of Software Process improvement in SMES”. *Software Quality Journal*, 10(3): 261-273, 2002.
- [**Calvo-Manzano, 2006**] Calvo-Manzano, J.; Cuevas, G.; Garcia, I.; San Feliu, T. and Serrano, A. “A Software Process Improvement Solution for Small and Medium-Size Enterprises” *Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings*. Software Engineering Institute. Special Report CMU/SEI-2006-SR-001, 2006.
- [**Chrissis, 2003**] Chrissis, M.; Konrad, M. and Shrum, S. *CMMI-Guidelines for Process Integration and Product Improvement*. Reading, MA: Addison-Wesley, 2003.
- [**Laporte, 2006**] Laporte, C. and April, A. “Applying Software Engineering Standards in Small Settings: Recent Historical Perspectives and Initial Achievements”. *Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings*. Software Engineering Institute. Special Report CMU/SEI-2006-SR-001, 2006.

- [**CMMI Product Team, 2000**] CMMI Product Team. “SCAMPI<sup>SM</sup> V1.0, Standard CMMI<sup>SM</sup> Appraisal Method for Process Improvement: Method Description, Version 1.0” (CMU/SEI-2000-TR-009). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2000.
- [**CMMI Product Team, 2001**] CMMI Product Team. “Appraisal Requirements for CMMI<sup>SM</sup>, Version 1.1 (ARC, V1.1)” (CMU/SEI-2001-TR-034). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2001.
- [**CMMI Product Team, 2002**] CMMI Product Team. “CMMI for Systems Engineering/Software Engineering/Integrated Product and Process Development/Supplier Sourcing, Version 1.1 Staged Representation” (CMU/SEI-2002-TR-012, ESC-TR-2002-012). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2002.
- [**CMMI Product Team, 2006**] CMMI Product Team. “CMMI for Development V 1.2” Technical Report CMU/SEI-2006-TR-008. Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2006.
- [**CoBiT, 2000**] CoBiT Steering Committee and the IT Governance Institute. *CoBIT 3rd Edition Framework*. July, 2000.
- [**Crosby, 1976**] Crosby, P. *Quality Is Free – The Art of Making Quality Certain*. McGraw-Hill, 1979.
- [**Cuevas, 2004**] Cuevas, G.; Serrano, A. and Serrano, A. “Assessment of the requirements Management process using a two-stage questionnaire”. *Proceedings of the Fourth International Conference on Software Quality, QSIC 2004*. September, 2004.
- [**Cuevas, 2005**] Cuevas, G.; Calvo-Manzano, J.; García, I.; Serrano, A. and San Feliu, T. “AFIM: Modelo de Mejora Enfocado a la Acción”. Cátedra para la Mejora al Proceso Software en el Espacio Iberoamericano. Universidad Politécnica de Madrid, 2005.
- [**Diez, 2001**] Diez, E. “Calidad de Software. CMM-Capability Maturity Model”. *Reportes Técnicos en Ingeniería del Software*, 2(2): 1-16, 2001.
- [**Dove, 2004**] Dove, R. *Value Propositioning -Book one: Perception and Misperception in Decision Making*. Icení Books, 2004.
- [**Dunaway, 1996a**] Dunaway, D. and Masters, S. “CMM-Based Appraisal for Internal Process Improvement (CBA IPI): Method Description” (CMU/SEI-96-TR-007). Pittsburgh, PA: Software Engineering institute, Carnegie Mellon University, 1996.
- [**Dunaway, 2006b**] Dunaway, D. “CMM-Based Appraisal for Internal Process Improvement (CBA IPI): Lead Assessor’s Guide V1.1” (CMU/SEI-96-HB-001). Pittsburgh, PA: Software Engineering institute, Carnegie Mellon University, 1996.
- [**Frola, 2006**] Frola, C. “Gestión de Riesgo”, Proyecto DriveSPI. Noviembre, 2006.
- [**GEIA, 2001**] Government Electronics and Information Technology Association. EIA, EPIC and INCOSE, EIA/IS731-2. “Systems Engineering Capability Model Appraisal Method”. Washington, DC, 2001.
- [**Kelly, 2006**] Gene, K. “Barriers to Adoption of the CMMI Process Model in Small Settings”. *Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings*. Software Engineering Institute. Special Report CMU/SEI-2006-SR-001, 2006.
- [**Hadden, 2002**] Hadden, R. “Effective Planning and Tracking for Small Projects”. Datatel, Inc. SEPG Conference. 2002.

- [**Humphrey, 1987**] Humphrey, W. and Sweet, W. “*A Method for Assessing the software Capability of Contractors*” (CMU/SEI-87-TR-23).Pittsburg, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1987.
- [**Humphrey, 1989**] Humphrey, W. *Managing the software Process*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1989.
- [**Humphrey, 1992**] Humphrey, W. “*Introduction to Software Process Improvement*” (CMU/SEI-92-TR-007), Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1992.
- [**Humphrey, 1997**] Humphrey, W. *Introduction to Personal Software*. SEI Series in Software Engineering. Addison Wesley, 1997.
- [**Humphrey, 2000**] Humphrey, W. *Introduction to Team Software Process*. SEI Series in Software Engineering. Addison Wesley, 2000.
- [**INEGI, 2007**] Instituto Nacional de Estadística Geografía e Informática (INEGI). *Censo Económico 2007*. Páginas 13, 70, 120, 140. 6 Noviembre 2007.
- [**Humphrey, 1987**] ISO, International Organization Standardization. *Quality management and quality assurance standards – Guidelines for selection and Use ISO 9000*. Geneva, 1987.
- [**Jackelen, 2007**] Jackelen, B. “CMMI Level 2 within Six Months? No way!” *CROSSTALK the Journal of Defense Software Engineering*, 20(2): 13-16. February, 2007.
- [**Juran, 1988**] Juran J. and Gryna, F. *Juran’s Quality Control Handbook*. 4th Edition. New York: McGraw-Hill, 1988.
- [**Kasse, 2002**] Kasse, T. *Action Focused Assessment for Software Process Improvement*. Cambridge, Artech House, 2002.
- [**Kubaja, 1994**] Kubaja, P.; Simila J.; Krzanik, L.; Bicego, A.; Koch, G.; and Saukkonen, S. *Software Process Assessment and Improvement: The Bootstrap Approach*. Oxford: Blackwell Business, 1994.
- [**Lonn, 2004**] Lonn, H. *Process Assessment and ISO/IEC 15504: a Reference Book*. The Kluwer International Series in Engineering and Computer Science, Springer. May 2004.
- [**Marciniak, 2003**] Marciniak, J. and Sadauskas, T. “Use of Questionnaire-Based Appraisals in Process Improvement Programs”. *Proceedings of the Second Annual Conference on the Acquisition of Software-Intensive Systems*. Arlington, Virginia, 2003.
- [**Members AMIT, 2006**] Members of the Assessment Method Integrated Team. “*Standard CMMISM Appraisal Method for process improvement (SCAMPISM), Version 1.1: Method Definition Document*” (CMU/SEI-2001-HB-001). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2001.
- [**Serrano, 2006**] Serrano, M.; Montes de Oca, C. and Cedillo, K. “An Experience on Implementing the CMMI in a Small Organization using the Team Software Process”. *Proceedings of the First International Research Workshop for Process Improvement in Small Settings*. Software Engineering Institute. Special Report CMU/SEI-2006-SR-001, 2006.
- [**Morales, 2005**] Morales, L. “*Verificación y Validación: nueva propuesta para la mejora de la calidad del software*”. PROFit Gestión Informática. 13 Junio 2005.
- [**Olson, 1989**] Olson, T.; Humphrey, W. and Kitson, D. “*Conducting SEI-Assisted Software Process Assessments*” (CMU/SEI-89-TR-7). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1989.

- [Paulk, 1993a] Paulk, M.; Weber, C.; Garcia, C.; Chrissis, M. and Bush, M. “*The Capability Maturity Model for Software Version 1.1*” (CMU/SEI-93-TR-024). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993.
- [Paulk, 1993b] Paulk, M.; Weber, C.; Garcia, C.; Chrissis, M. and Bush, M. “*Key Practices of the Capability Maturity Model, Version 1.1*” (CMU/SEI-93-TR-25). Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1993.
- [Paulk, 1995] Paulk, M.; Weber, C.; Curtis, B. and Chrissis, M. *The Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*. Reading, MA: Addison-Wesley Publishing Company, 1995.
- [Perez, 2006] Perez, M. “Diferencias entre métodos de evaluación”. *Software Gurú*, 2(6): .50-51. Diciembre, 2006.
- [Pino, 2006] Pino, Francisco J. “Revisión sistemática de mejora de procesos software en micro, pequeñas y medianas empresas”. *Revista Española de Innovación, Calidad e Ingeniería del Software (REICIS)*, 2(1): 5-13. Abril, 2006.
- [Rodrigues, 2006] Rodrigues, A. “TI, al alcance de las PYMES: BCM Software”. *El Financiero en Línea*. 9 Octubre 2006.
- [Rudd, 2004] Rudd, C. *The IT Infrastructure Library –An Introductory Overview of ITIL. Version 1.0a*. Copyright itSMF Ltd. July, 2004.
- [Shapiro, 2006] Shapiro, S. “Sobre la necesidad Histórica de una síntesis en la Ingeniería del Software”. *Magazine de Información Independiente de sobre nueva Economía y Mercados de las Tecnologías de la Información*. Noviembre, 2006.
- [SEMA, 2003] Software Engineering Measurement & Analysis Group (SEMA). “*Process Maturity Profile of the Software Community*” Pittsburgh, PA: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2003.
- [SPICE, 1995] SPICE, “*Baseline Practices and Process Assessment Guide, Version 1.01*”, January 1995.
- [The Standish Group, 2001] Standish Group International. “*Chaos Extreme*”. Año 2001.
- [The Standish Group, 2004] Standish Group “*2004 Third Quarter Research Report*” The Standish Group International, Inc. 2004.
- [Valenzuela, 2004] Valenzuela, J. “*Las tecnologías de información en las pequeñas y medianas empresas*”. Comunidad Virtual de Gobernabilidad y Liderazgo (CVG). Mayo, 2004.
- [Vizcaino, 2003] Vizcaino, A. “*Banda Ancha: Acelera Internet y gana adeptos*”. Proquest [on-line database]. Febrero, 2003.
- [Wieggers, 2000] Wieggers, K. and Sturzenberger, D. “A Modular Software Process Mini-Assessment Method”. *IEEE Software*, 17(1): 62-69. 2000.
- [Zubrow, 1994] Zubrow, D.; Heyes, W.; Siegel, J. and Goldenson, D. “*Maturity Questionnaire*” (CMU/SEI-94-SR-7). Pittsburgh, PA: Software engineering Institute, Carnegie Mellon University, 1994.
- [Zubrow, 2003] Zubrow, Dave. “CMMI Appraisal Results”, *SEPG 2003*. Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2003.



## 8.1. Sitios de Internet

[URL-1] <http://www.polotecnologico.net/>

*Centro de Calidad en Tecnologías de la Información* (Último acceso: Diciembre 2007).

[URL-2] <http://www.ieee.org/portal/site>

*The Institute of Electrical and Electronics Engineers* (Último acceso: Diciembre 2008).

[URL-3] <http://www.iso.org/iso/en/ISOOnline.frontpage>

*International Organization Standardization* (Último acceso: Diciembre 2008).

[URL-4] <http://www.nato.int/>

*North Atlantic Treaty Organization* (Último acceso: Enero 2009).

[URL-5] <http://www.ogc.gov.uk/>

*Office Government Commerce* (Último acceso: Enero 2009).

[URL-6] <http://www.economia.gob.mx/?P=1128>

*Programa para el Desarrollo de la Industria del Software* (Último acceso: Enero 2009).

[URL-7] <http://www.sei.cmu.edu>

*Software Engineering Institute* (Último acceso: Enero 2009).

