

Aseguramiento de Calidad de Software: Estudio Comparativo de Estrategias de Medición y Evaluación

Lic. María Fernanda PAPA

**Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software e Ingeniería Web (GIDISWeb),
Facultad de Ingeniería de la UNLPam,
Calle 9 y 110, (6360) General Pico, La Pampa, Argentina
pmfer@ing.unlpam.edu.ar**

***Presentada a la Facultad de Informática de la UNLP como parte de
los requisitos para la obtención del título de
Magister en Ingeniería de Software***

Director: Dr. Luis OLSINA SANTOS

Co-Director: Dr. Gustavo ROSSI



La Plata, Abril de 2012.-

**Facultad de Informática
Universidad Nacional de La Plata – Argentina**

Agradecimientos

*“Soy vecino de este mundo por un rato y hoy coincide que también tú estás aquí
coincidencias tan extrañas de la vida, tantos siglos, tantos mundos, tanto espacio... y coincidir.”*

Alberto Escobar

Agradezco a Dios porque a lo largo de mi vida me hizo coincidir con un montón de personas extraordinarias que ayudaron en mi crecimiento personal y profesional. En especial a mi familia que me apoya incondicionalmente, a mis afectos que siempre están presentes con una sonrisa amplia y una mirada transparente. Gracias a mi director Dr. Luis Olsina por estar en todo momento y a mis colegas del grupo Gidis Web por su ayuda desinteresada. A la Facultad de Ingeniería que me brinda un espacio de trabajo hermoso y ayuda económica para perfeccionarme. Me gustaría dar nombres pero realmente la lista sería interminable por lo que simplemente quiero concluir con un ¡¡¡¡Gracias enorme a todos!!!!.

Resumen

Este trabajo especifica e implementa un estudio comparativo para comprender y comparar estrategias integradas de medición y evaluación, considerando a una estrategia como a un recurso de un proyecto, desde el punto de vista del ente a valorar. El objetivo del estudio comparativo es evaluar la calidad de las capacidades de una estrategia de medición y evaluación teniendo en cuenta tres fundamentos: 1) el marco conceptual centrado en una base terminológica, 2) el soporte explícito de proceso, y 3) el soporte metodológico/tecnológico. A su vez, para diseñar el estudio tuvimos en cuenta para una estrategia aspectos de requerimientos no funcionales, de medición, de evaluación, y de análisis y recomendación.

Como resultado de esta investigación hemos especificado el diseño del estudio; esto es, el árbol de requerimientos en función de características y atributos, el diseño de las métricas que cuantifican a estos atributos y su interpretación por medio del diseño de indicadores. Por otro lado, el resultado del estudio comparativo nos permitió un análisis de debilidades y fortalezas de las estrategias GQM+Strategies (Goal-Question-Metric Plus Strategies) y GOCAME (Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation), con el fin de definir cursos de acción para mejorar nuestra estrategia, a saber: GOCAME.

Índice de contenidos

Resumen	iii
Índice de contenidos	v
Índice de figuras	ix
Índice de tablas.....	xi
PARTE I: INTRODUCCIÓN Y ESTADO DEL ARTE	1
<i>Capítulo 1: Introducción y Motivación.....</i>	<i>3</i>
1.1. Introducción.....	3
1.2. Motivación	4
1.3. Principales contribuciones.....	4
1.4. Estructura de la tesis.....	5
<i>Capítulo 2: Estado del Arte</i>	<i>7</i>
2.1. Trabajos Relacionados	7
2.2. Estrategias integradas de medición y evaluación.....	11
2.3. Necesidad de un estudio comparativo	12
PARTE II: FUNDAMENTOS.....	13
<i>Capítulo 3: Fundamentos de Estrategias Integradas.....</i>	<i>15</i>
3.1. Base conceptual y Marco conceptual	15
3.1.1. Base conceptual.....	15
3.1.2. Marco conceptual.....	18
3.2. Proceso	19
3.2.1. Definición y conceptos	20
3.2.2. Modelado de procesos.....	22
3.3. Metodología, Métodos y Herramientas	25
3.4. Algunos Estándares en el área de M&E.....	27
3.4.1. ISO/IEC 9126	28
3.4.2. ISO/IEC 15939	29
3.4.3. ISO/IEC 14598	30
<i>Capítulo 4: Fundamentos de las Estrategias Integradas GOCAME y GQM⁺ Strategies.....</i>	<i>33</i>
4.1. Estrategia GOCAME	33
4.1.1. Base y Marco Conceptual	33
4.1.2. Modelado del Proceso.....	39

4.1.2.1. Definir los requerimientos no funcionales	40
4.1.2.2. Diseñar la medición	42
4.1.2.3. Diseñar la evaluación.....	44
4.1.2.4. Implementar la medición	46
4.1.2.5. Implementar la evaluación	47
4.1.2.6. Analizar y recomendar.....	48
4.1.3. Metodología, Métodos y Herramientas	49
4.1.4. Introducción a C-INCAMI Tool	50
4.2. Estrategia GQM ⁺ Strategies	53
4.2.1. Base y Marco Conceptual	53
4.2.2. Modelado del Proceso	58
4.2.2.1. Modelado de procesos de GQM+Strategies	58
4.2.2.1.1. Definir los objetivos y estrategias.....	59
4.2.2.1.2. Definir el Grafo GQM.....	61
4.2.2.1.3. Implementar el programa de medición.....	61
4.2.2.2. Modelado de procesos de GQM	62
4.2.2.2.1. Planificar GQM.....	63
4.2.2.2.2. Definir plan de medición	67
4.2.2.2.3. Recolectar los datos.....	73
4.2.2.2.4. Interpretar	75
4.2.3. Metodología, Métodos y Herramientas	77
PARTE III: DESARROLLO	81
<i>Capítulo 5: Calidad de las Capacidades de Estrategias de M&E: Diseño del Estudio comparativo</i>	<i>83</i>
5.1. Diseño de Requerimientos no funcionales.....	83
5.2. Diseño de la medición.....	89
5.3. Diseño de la evaluación	101
<i>Capítulo 6: Calidad de las Capacidades de Estrategias de M&E: Implementación del Estudio comparativo</i>	<i>109</i>
6.1. Implementación de la medición.....	109
6.2. Implementación de la evaluación.....	113
<i>Capítulo 7: Debilidades y Fortalezas de las Estrategias de M&E: Análisis y Discusión.....</i>	<i>121</i>
7.1. Análisis y Recomendaciones.....	121
7.2. Resumen de debilidades y fortalezas en GOCAME	131
7.3. Resumen de debilidades y fortalezas en GQM ⁺ Strategies	133

PARTE IV: CONCLUSION	135
<i>Capítulo 8: Conclusiones y Trabajos Futuros</i>	137
<i>Referencias</i>	139
PARTE V: ANEXOS	147
ANEXO A: <i>Especificación de requerimientos no funcionales</i>	149
A.1. Necesidad de Información	149
A.2. Propiedades de contexto	149
A.3. Árbol de Requerimientos	150
A.4. Definición de Conceptos	151
A.4.1. Concepto calculable: Foco.....	151
A.4.2. Conceptos calculables relacionados al proceso	151
A.4.3. Conceptos calculables relacionados al marco conceptual/base terminológica.....	152
A.4.4. Conceptos calculables relacionados a la metodología.....	152
A.5. Definición de Atributos	153
A.5.1. Atributos relativos al proceso	153
A.5.2. Atributos relativos al marco conceptual	156
A.5.3. Atributos relativos a la metodología	156
A.6. Definición de Atributos Relacionados	157
ANEXO B: <i>Especificación de métricas</i>	161
B.1. Unidades.....	161
B.2. Métricas que cuantifican atributos del árbol de requerimientos	162
B.3. Definición de métricas relacionadas	182
ANEXO C: <i>Especificación de indicadores</i>	195
C.1. Criterios comunes.....	195
C.2. Indicadores Elementales	196
C.3. Pesos y operadores.....	207
ANEXO D: <i>Recolección de mediciones</i>	209
D.1. Valores medidos para GOCAME.....	211
D.2. Valores medidos para GQM ⁺ Strategies.....	214
ANEXO E: <i>Cálculo de indicadores</i>	217
E.1. Valores calculados para GOCAME	219
E.2. Valores calculados para GQM ⁺ Strategies	221
E.3. Comparación de los valores obtenidos en la evaluación entre GOCAME y GQM ⁺ Strategies	223

Índice de Figuras

Figura 1. Modelo conceptual del dominio de procesos (adaptado de [EST, 2003]).	22
Figura 2. Principales conceptos y relaciones de los componentes del marco C-INCAMI.	38
Figura 3. Principales actividades de la estrategia de medición y evaluación GOCAME.	40
Figura 4. Flujo de actividades: Definir los requerimientos no funcionales.	41
Figura 5. Flujo de actividades: Diseñar la medición.	43
Figura 6. Flujo de actividades: Diseñar la evaluación.	44
Figura 7. Flujo de actividades: Identificar indicadores elementales.	45
Figura 8. Flujo de actividades: Identificar indicadores parciales/globales.	45
Figura 9. Flujo de actividades: Implementar la medición.	47
Figura 10. Flujo de actividades: Implementar la evaluación.	48
Figura 11. Flujo de actividades: Analizar y recomendar.	49
Figura 12. Pantalla que permite la especificación del modelo de conceptos.	51
Figura 13. Pantalla de selección de métricas.	52
Figura 14. Pantalla que muestra los valores calculados de los indicadores.	52
Figura 15. Principales conceptos y relaciones de los componentes de GQM ⁺ Strategies.	56
Figura 16. Otra vista de los principales conceptos y relaciones de los componentes de GQM ⁺ Strategies.	56
Figura 17. Principales conceptos y relaciones de los componentes de GQM.	57
Figura 18. Proceso de derivación de la grilla GQM ⁺ Strategies. Obtenido de [BAS, 2009].	59
Figura 19. Modelo de plantilla de objetivo GQM ⁺ Strategies.	60
Figura 20. Modelo de plantilla de Objetivos GQM.	61
Figura 21. Principales procesos de GQM.	62
Figura 22. Subprocesos dentro del proceso de Planificación de GQM. Obtenido de [SOL, 1999].	63
Figura 23. Subprocesos dentro del proceso de Definir el plan de medición. Obtenido de [SOL, 1999].	67
Figura 24. Plantilla sugerida por GQM para definir objetivos de medición. Obtenido de [SOL, 1999].	68
Figura 25. Plantilla de hoja de abstracción. Obtenido de [SOL, 1999].	69
Figura 26. Nivel de abstracción de la definición de preguntas de GQM.	70
Figura 27. Chequeo de completitud y consistencia.	71
Figura 28. Subprocesos dentro del proceso de Recolección de Datos. Obtenido de [SOL, 1999].	74
Figura 29. Subprocesos dentro del proceso de Interpretación. Obtenido de [SOL, 1999].	75
Figura 30. Fases de la Metodología GQM. Obtenido de [SOL, 1999].	77
Figura 31. Subconceptos de alto nivel asociados al concepto “Calidad de las Capacidades”.	85

Figura 32. Plantilla de metadatos de métricas: a) directa. b) indirecta. c) tipos de escalas.....	90
Figura 33. Plantilla utilizada para definir los indicadores elementales.....	103
Figura 34. Gráfico del modelo elemental del indicador Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual.	104
Figura 35. Gráfico del modelo elemental del indicador Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos.	105
Figura 36. Operadores lógicos Conjuntivos y Disyuntivos de LSP y niveles de polarización.....	106
Figura 37. Función de Conjunción-Disyunción Generalizada de 17 Niveles y valores del parámetro r para 2, 3, 4 y 5 entradas [DUJ, 1996].....	115
Figura 38. Nivel de satisfacción en la Calidad de las Capacidades para las estrategias M&E comparadas.	122
Figura 39. Niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio para GOCAME.....	122
Figura 40. Niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio para GQM ⁺ Strategies.	123
Figura 41. Comparación entre los valores obtenidos para cada pilar de las estrategias GOCAME y GQM ⁺ Strategies.	123
Figura 42. Gráfico que representa la calidad de las capacidades del proceso.....	124
Figura 43. Nivel de satisfacción de la Adecuación de las Actividades.....	126
Figura 44. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.	127
Figura 45. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades de la Metodología.	128

Índice de tablas

Tabla 1. <i>Perspectivas de análisis de los procesos y lenguajes base aplicables.</i>	24
Tabla 2. <i>Características consideradas en ISO-9126 y aspecto que atiende cada una.</i>	28
Tabla 3. <i>Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Proyectos.</i>	34
Tabla 4. <i>Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Requerimientos no funcionales.</i>	34
Tabla 5. <i>Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Contexto.</i>	35
Tabla 6. <i>Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Medición.</i>	35
Tabla 7. <i>Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Evaluación.</i>	36
Tabla 8. <i>Ontología para M&E: relaciones y sus definiciones.</i>	37
Tabla 9. <i>GQM⁺Strategies: conceptos y sus definiciones.</i>	54
Tabla 10. <i>Objetivos de Negocio – Sus definiciones.</i>	55
Tabla 11. <i>GQM: conceptos y sus definiciones.</i>	55
Tabla 12. <i>Definición de la necesidad de información.</i>	83
Tabla 13. <i>Subconceptos del concepto calculable “Calidad de las Capacidades”.</i>	85
Tabla 14. <i>Árbol de requerimientos para evaluar la “Calidad de las Capacidades de una Estrategia Integrada de M&E”.</i>	86
Tabla 15. <i>Atributos pertenecientes al del concepto calculable “1.1.1.Adecuación de las Actividades”.</i>	87
Tabla 16. <i>Atributos pertenecientes al del concepto calculable “1.3.1. Adecuación de la Metodología.</i>	89
Tabla 17. <i>Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.</i>	91
Tabla 18. <i>Métricas directas necesarias para calcular la métrica correspondiente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.</i>	92
Tabla 19. <i>Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.2.Completitud de la Descripción de las Actividades”.</i>	93
Tabla 20. <i>Métrica directa correspondiente al atributo “1.1.1.3.Granularidad del Proceso”.</i>	94
Tabla 21. <i>Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.4.Formalidad de la Descripción de las Actividades”.</i>	95
Tabla 22. <i>Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.5.Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades”.</i>	96
Tabla 23. <i>Métrica directa correspondiente al atributo “Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E”.</i>	97

Tabla 24. Métrica directa correspondiente al atributo “1.2.1.1. Modularidad del Marco Conceptual.”	98
Tabla 25. Métrica directa correspondiente al atributo “1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual.”	99
Tabla 26. Métrica directa correspondiente al atributo “1.2.3.1. Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual”	100
Tabla 27. Definición del modelo parcial/global.	101
Tabla 28. Definición del criterio de decisión utilizado para obtener el grado de satisfacción de los indicadores.	102
Tabla 29. Definición de la escala.	102
Tabla 30. Indicador elemental perteneciente al atributo “1.1.4.1. Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual”	104
Tabla 31. Definición del indicador elemental perteneciente al atributo “1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos”	105
Tabla 32. Definición de operadores lógicos y pesos para cada concepto del árbol de requerimientos.	108
Tabla 33. Valores medidos para TAE, #AMD, #APD y #ACD.	110
Tabla 34. Valores medidos para los atributos GDDA, GCDA, GGP, GFDA y GDARA.	111
Tabla 35. Valores medidos para los atributos GCPTBC y GCPEPME.	112
Tabla 36. Valores medidos para los atributos NCDPBC y #CBCT.	112
Tabla 37. Valores medidos para los atributos GMMC y GFMoMC.	112
Tabla 38. Extracto del árbol de requerimientos que contiene los valores de los indicadores elementales, los pesos y operadores.	114
Tabla 39. Resolución del modelo parcial para Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual.	115
Tabla 40. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual.	116
Tabla 41. Resolución del modelo parcial para Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual.	116
Tabla 42. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual.	116
Tabla 43. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual.	116
Tabla 44. Resolución del modelo parcial.	117
Tabla 45. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.	117
Tabla 46. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades.	117

Tabla 47. Especificación del árbol de requerimientos en la 1ra columna (en <i>itálica</i> , atributos). La leyenda (1) en la 2da columna representa los valores de los indicadores elementales, parciales y global (en %) para GOCAME y la leyenda (2) en la 3ra columna para GQM+Strategies.....	118
Tabla 48. Definición de la necesidad de información.....	149
Tabla 49. Definición de las propiedades de contexto.....	149
Tabla 50. Definición del árbol de requerimientos.	150
Tabla 51. Definición de pesos y operadores utilizados para el calcular el modelo parcial/global.....	208
Tabla 52. Valores medidos de GOCAME obtenidos a partir de las métricas directas.	212
Tabla 53. Valores medidos y calculados de GOCAME a partir de las métricas directas e indirectas.....	213
Tabla 54. Valores medidos de GQM ⁺ Strategies obtenidos a partir de las métricas directas.....	215
Tabla 55. Valores medidos y calculados de GQM ⁺ Strategies a partir de las métricas directas e indirectas.	216
Tabla 56. Valores calculados de GOCAME a partir de los modelos elementales y globales.	220
Tabla 57. Valores calculados de GQM ⁺ Strategies a partir de los modelos elementales y globales.....	222
Tabla 58. Comparación de los valores obtenidos de la evaluación: GOCAME vs. GQM ⁺ Strategies.....	224



PARTE I: INTRODUCCIÓN Y ESTADO DEL ARTE

Capítulo 1: Introducción y Motivación

Este capítulo detalla el objetivo de la tesis teniendo en cuenta la importancia de las estrategias de medición y evaluación dentro de una organización dedicada al software cuando desea mejorar o medir la calidad de sus productos, procesos y recursos (sección 1.1.). A continuación se presentan los argumentos que motivaron al desarrollo de este trabajo (sección 1.2.) y las principales contribuciones (sección 1.3.). Para finalizar se muestra como se estructura el resto del documento (sección 1.4.).

1.1. Introducción

Las organizaciones de software ponen cada día más atención en la calidad de sus productos, procesos y recursos. No sólo se centran en la calidad final sino que consideran la calidad como una parte integral que debe ser tomada en cuenta desde el principio del desarrollo.

Esta tendencia se ve en el auge de las certificaciones tales como CMMI (Capability Maturity Model Integration) [CMMI, 2006], ISO 15504 [ISO/IEC 15504-2, 2003], ISO 90003 [ISO/IEC 90003, 2004], etc. donde se destacan las actividades de medición y evaluación de la calidad de productos software dentro de las áreas clave de la madurez de una organización.

Las organizaciones que deseen evaluar la calidad en sus proyectos deben contar con estrategias y programas de medición y evaluación (M&E) que le provean información válida para una toma de decisión más objetiva y robusta. Estas estrategias deben por un lado, establecer un conjunto de actividades y procedimientos para especificar, recolectar, almacenar y usar correctamente métricas e indicadores, y por el otro, asegurar que las medidas y los valores de los indicadores sean repetibles, consistentes y por ende comparables entre distintos proyectos.

Estrategias de medición y evaluación apropiadas y bien establecidas le permiten a la organización eludir los siguientes problemas, enunciados en [GOE, 2004]:

- La pérdida de relevancia del análisis debido a que no ayuda a la toma de decisiones.
- La carencia de significado de los resultados que no siempre contribuyen a conocer el nivel de satisfacción alcanzado en los objetivos de alto nivel del negocio.
- La utilización de datos inconsistentes en el análisis.
- La escasez de datos históricos para realizar comparaciones o su incompatibilidad para su comparación.
- La malinterpretación de los resultados.

Para desarrollar programas de M&E en [OLS, 2008] se propone una estrategia basada en tres principios o pilares:

- Un *marco conceptual*, flexible y terminológicamente consistente. Un marco bien establecido debe estar construido sobre una base terminológica robusta (por ejemplo diccionarios, ontologías, etc.)

en donde se especifica de manera formal y explícita, los conceptos, relaciones y restricciones acordadas para un dominio particular, además de su agrupación en componentes. Esto beneficia a la uniformidad terminológica y consistencia en los resultados.

- Un *proceso de medición y evaluación*, que describe qué hacer. Es decir, especifica las principales actividades que deben ser planificadas y ejecutadas, sus entradas y salidas, roles, interdependencias, etc. garantizando repetitividad y reproducibilidad en su ejecución.
- *Métodos y herramientas* concretos para llevar a cabo las actividades que se deriven del proceso y marco.

Estrategias de medición y evaluación bien especificadas que logren la integración de estos tres pilares pueden favorecer la instauración de programas de M&E en una organización.

La investigación presentada en esta tesis se centra en el diseño e implementación de la evaluación con el fin de comprender y comparar estrategias integradas de M&E existentes. El objetivo es comprender la *calidad de las capacidades* de dichas estrategias bajo la premisa que una estrategia es apta o adecuada para realizar programas y proyectos de M&E repetibles y comparables si posee e integra los tres pilares antes mencionados, a saber: un marco conceptual sustentado en una base conceptual robusta (como lo es una ontología), un proceso explícitamente definido y modelado, y un soporte metodológico/tecnológico. Bajo esta premisa se puede evaluar y comparar las distintas estrategias de M&E según el nivel de satisfacción alcanzado para estos tres fundamentos. En el estudio intervinieron dos estrategias: GQM⁺Strategies ([BAS, 2007-1], [BAS, 2010]) y GOCAME ([OLS, 2008]). Estas estrategias fueron seleccionadas, dado que son de dominio público (esto es, existentes en la literatura), con impacto en la academia o industria, y con cierto nivel de integración simultaneo de los tres fundamentos mencionados.

1.2. Motivación

Son varios los argumentos que motivaron al desarrollo del estudio comparativo con la finalidad de comprender y comparar estrategias integradas de M&E. A continuación se presentan algunos de ellos:

- En primer lugar, existe una amplia variedad de estrategias, enfoques, estándares de M&E descriptos en la literatura, como es mostrado en la sección 1 del capítulo 2. Ante esta situación la organización de software debe tener un medio objetivo para la selección de la estrategia más adecuada para su contexto.
- Existen pocos trabajos que consideran la necesidad de una estrategia integrada de M&E basada en los tres principios: 1) el marco conceptual centrado en una base terminológica, 2) el soporte explícito de proceso, y 3) el soporte metodológico/tecnológico.
- No existen trabajos relacionados -en la bibliografía consultada hasta el momento-, que realicen evaluaciones o comparaciones de distintas estrategias de medición y evaluación considerando los tres principios mencionados en el punto anterior.
- Por último, el análisis de los resultados del estudio permite descubrir fortalezas y debilidades de las estrategias integradas de M&E proporcionando cursos de acción para mejorar y robustecer a las mismas; y, en particular, a la estrategia denominada GOCAME, desarrollada como línea de investigación en nuestro grupo.

1.3. Principales contribuciones

Las principales contribuciones de esta tesis para el área de aseguramiento de la calidad de software son, a saber:

-
- Comprender y comparar estrategias integradas de M&E existentes, considerando a una estrategia como a un ente de tipo recurso (teniendo en cuenta que otras categorías de ente son producto, proceso, etc.).
 - Plantear el diseño de los requerimientos no funcionales teniendo como foco la calidad de las capacidades del recurso evaluado (estrategias integradas de M&E) a partir de los tres pilares considerados. El diseño del estudio fue publicado en [PAP, 2010].
 - Implementar un caso de estudio con el fin de analizar y brindar conclusiones/recomendaciones a partir de las fortalezas y debilidades detectadas. Los resultados del estudio fueron publicados en [PAP, 2011].
 - Por último, a partir del análisis se podrán establecer cursos de acción para mejorar y robustecer las estrategias evaluadas.

1.4. Estructura de la tesis

La tesis se organiza de la siguiente manera: En el capítulo 2 se presenta el estado del arte de las estrategias de M&E. A continuación, en los capítulos 3 y 4 se introducen los fundamentos necesarios para una mejor comprensión de la tesis. En el capítulo 3 se presenta una noción de las estrategias de medición y evaluación integradas, mientras que en el capítulo 4, se describen con mayor precisión las estrategias que participan en el estudio comparativo. El capítulo 5 brinda el detalle del diseño del estudio comparativo y el capítulo 6 documenta la implementación del mismo. En el capítulo 7 se ofrecen las discusiones acerca de las fortalezas y debilidades encontradas en el estudio comparativo. En el capítulo 8 se presentan las conclusiones y las posibles líneas de trabajo futuras terminando con el listado de referencias empleadas en este documento.

Adicionalmente, se incorporaron 6 apéndices con información complementaria y detallada del estudio comparativo. En el Anexo A, se incluye el documento de Especificación de requerimientos no funcionales. Mientras que el Anexo B está formado por la Especificación de métricas, el Anexo C documenta la Especificación de indicadores y el diseño de la evaluación (asignación de pesos y operadores para el modelo de agregación empleado). El detalle de la Recolección de mediciones se documenta en el Anexo D, y los cálculos de los indicadores en el Anexo E.

Capítulo 2: Estado del Arte

En el capítulo anterior se comentó acerca de la importancia de la calidad en los productos, recursos y procesos de las organizaciones de software y la necesidad de contar con una estrategia de M&E apropiada para poder evaluarla. A parte, se brindó detalle de la motivación y las principales contribuciones de este trabajo. En este capítulo (sección 2.1.), se presentan los trabajos relacionados en el área de M&E discutiendo su importancia y las mejoras o diferencias que presentan unos de otros. En la siguiente sección (sección 2.2.), se presenta el término estrategia y se discute brevemente lo que consideramos como una “estrategia integrada”. Por último se enmarca la definición de estrategia integrada en el área de M&E. Para finalizar (sección 2.3.), se comenta porqué es necesario contar con un estudio comparativo que permita la evaluación de estrategias de M&E.

2.1. Trabajos Relacionados

La variedad y complejidad del software aumenta día a día por lo que la organización debe prestarle especial atención a las actividades de Aseguramiento de la Calidad como un medio para lograr un balance entre la productividad y la calidad. Las áreas de medición, evaluación y análisis son de gran importancia ya que brindan información útil para poder comprender, mejorar o predecir situaciones de interés. Las mediciones pueden ser usadas para monitorear, entender y mejorar el proceso de software, los productos, la utilización de recursos y sus relaciones. Esto le permite a la organización tomar decisiones de forma más inteligente y mejorar con el tiempo. Por ejemplo, el establecimiento de programas de medición permite crear una memoria corporativa y responder a una variedad de preguntas asociadas al desarrollo de software; ayuda a la planificación del proyecto; permite determinar las fortalezas y debilidades de los procesos y recursos actuales; provee información relevante para adoptar o refinar técnicas evaluando el impacto de las mismas, evaluar la calidad de los procesos y productos, su funcionalidad y usabilidad.

Por otro lado, la importancia de llevar a cabo programas de medición en ingeniería de software está respaldada por la existencia de varios modelos de calidad, metodologías de mejora de procesos y estándares de medición que hacen hincapié en su importancia.

Existen en la literatura muchas propuestas publicadas en el área de M&E. Por ejemplo, algunos autores como Kan [KAN, 2002], Fenton et al. [FEN, 1997] y Zuse [ZUS, 1998] brindan definiciones acerca de métricas, modelos, métodos y herramientas de medición, mientras que otros como Kitchenham et al. [KIT, 2001] y Abran et al. [ABR, 2003] se focalizan en la definición y/o modelado de los datos y metadatos de la medición.

También, existen un conjunto de estándares ISO como lo son: ISO 14598-5 [ISO/IEC 14598-5, 1999] que define el proceso de evaluación de productos software e ISO 15939 [ISO/IEC 15939, 2007] que define el proceso de medición de software. Además el estándar ISO 25000 [ISO/IEC 25000, 2005] denominado *Requerimientos y Evaluación de Calidad de Productos de Software* (SQuaRE) provee una guía para el uso de la nueva serie de estándares, de los cuales algunos están basados en normas previas como ISO 14598, entre otras. El estándar ISO 25000 tiene como objetivo dar un panorama de los contenidos de los documentos SQuaRE, definiciones y modelos de referencia, entre otros aspectos, como la arquitectura SQuaRE.

Por otra parte, otro trabajo relevante es el estándar de facto CMMI [CMMI, 2006] el cual reúne las mejores prácticas de una organización, agrupándolas en diferentes áreas de procesos una de las cuales es medición y análisis.

Por otro lado, Six Sigma (6σ) [ANT, 2002] es un enfoque sistemático y efectivo de mejora de la calidad, desarrollado en los 80', para acrecentar la performance de la organización basada en la adopción de varias técnicas de estadística analítica. El principal objetivo de Six Sigma es disminuir la varianza en el proceso eliminando defectos que interfieren con la satisfacción del cliente reduciendo el costo sobre el proceso de desarrollo. Ha sido concebido como una estrategia gerencial para la mejora de calidad mediante la evaluación cuantitativa de procesos y la reducción de la varianza. Six Sigma se enfoca en la implementación de procesos de mejora, proyecto por proyecto, con el objeto de hacer más efectivos los procesos, productos y/o servicios y los defectos asociados, hasta un valor objetivo de excelencia. Su aplicación puede llegar a producir impactos significativos en la rentabilidad, la satisfacción de los clientes internos y externos y/o en el crecimiento del negocio.

Six Sigma es descrito en términos de tres perspectivas: 1) Filosofía – Es una estrategia de negocios y de mejora continua usada para mejorar la satisfacción del cliente mediante la eliminación de errores. 2) Métricas – Es una medida de la calidad. Mientras más grande es el valor de sigma de un proceso, producto o servicio, su calidad es mejor. En particular, Six Sigma significa 3,4 defectos por millón de oportunidades (DPMO). A su vez, define un conjunto de métricas tales como proporción de defectos, defectos por unidad, etc. 3) Marco de mejora – Posee varias herramientas y metodologías de resolución de problemas estructurados como lo son DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) y DFSS (Design For Six Sigma).

Six Sigma consta de 5 fases: Definir, Medir, Analizar, Implementar, Mejorar y Controlar. Todas ellas diseñadas de manera tal que logran la mejora del proyecto desde el inicio hasta su finalización para lograr el nivel de calidad Six Sigma, es decir 3,4 defectos por millón de oportunidades/eventos. Este enfoque requiere una gran cantidad de datos de medición confiables, los cuales, en contraste con el sector de manufactura no están disponibles típicamente en el dominio del desarrollo de software. Algunos artículos publicados sobre Six Sigma son: [HON, 2008], [Zhe, 2007], [ANT, 2004], [PYZ, 2003] y [ANT, 2002].

A pesar de la gran cantidad de bibliografía y los avances logrados en el área, una organización enfrenta diversos problemas al momento de instaurar un programa de M&E debido a la brecha que existe entre la teoría y la práctica [SOL, 1999]. Por ejemplo, los datos recolectados presentan imprecisiones o son demasiados e inconsistentes por falta de metadatos, no se posee un mecanismo para analizar los mismos y los gráficos son vistosos pero no muy útiles [GOE, 2004]. Dichos problemas conducen a la pérdida de efectividad del programa de medición y al desánimo de los involucrados, terminando, en el fracaso del programa de medición como un todo.

La implementación efectiva de un programa de M&E requiere experiencia, gran cantidad de información, modelos, procesos y la correcta documentación de las decisiones. Muchos estudios en ambientes industriales donde llevaron adelante programas de M&E, reconocen la necesidad de que la medición para ser efectiva debe estar:

- Focalizada en objetivos específicos.
- Aplicada a todo el ciclo de vida de los procesos, productos y recursos.
- Interpretada según la caracterización y entendimiento del contexto organizacional, ambiente y objetivos [BAS, 1994].

Como consecuencia, los investigadores han desarrollado enfoques estructurados de medición orientados a objetivos. Los cuales utilizan los objetivos, metas y estrategias para guiar la recolección de los datos y su posterior análisis.

Uno de los enfoques más usados, a nivel académico e industrial, es Goal Question Metric (GQM) propuesto por Basili et al. [BAS, 1994]. Este enfoque guía a la organización en la definición de objetivos, la especificación de datos a recolectar y su posterior análisis e interpretación. Usa implícitamente modelos de interpretación que ayudan a los profesionales a interpretar los resultados de los datos según los objetivos definidos y en el contexto específico. Un beneficio de GQM es que asegura que el conjunto de métricas es lo más chico posible y que la recolección de datos es útil y direcciona a los objetivos de software definidos. Existen muchas líneas de investigación relacionadas a GQM ([BRI, 2002], [GOE, 2003], [GRE, 1995], [SOL, 1997]) que extienden y mejoran el enfoque propuesto por Basili et al. definiendo el proceso, el modelo de información o completándolo con otros enfoques existentes. Este enfoque nace en el Laboratorio de Ingeniería de Software (SEL) por el año 1980 con el propósito de utilizarlo en un ámbito de investigación. Pero en un período relativamente corto de tiempo fue reconocido por la industria de software como una solución viable para establecer programas de medición.

A partir de GQM surge el enfoque GQ(I)M, Goal Question (Indicator) Measurement [GOE, 2001], [GOE, 2004]. Como se puede apreciar la (I) lo distingue del enfoque íntimamente relacionado GQM. Los pasos de este enfoque están organizados en tres actividades: (1) Identificación de objetivos, (2) Identificación de indicadores y especificación de los datos necesarios (3) Evaluación de la infraestructura y planificación de la acción para guiar la implementación. Se distingue de GQM en que agrega un paso intermedio para asistir en el enlace entre las preguntas y los datos de medición que serán recolectados. La importancia de explicitar esta relación entre las preguntas y los datos que las responden fue el éxito del enfoque GQM, pero en GQ(I)M sostienen que la identificación de preguntas y medidas sin la visualización de un indicador frecuentemente no es suficiente para obtener el éxito del programa de medición. Los «displays» o reportes usados para comunicar los datos (llamados indicadores en este enfoque) son un enlace clave para el éxito o falla del programa de medición. Los indicadores sirven como especificación de requerimientos para los datos que deben ser recolectados, procesados y analizados. La literatura presenta plantillas para la definición de los indicadores.

Otro enfoque orientado a objetivos, es Balanced Scorecard (BSC) [KAP, 1996], el cual enlaza objetivos y medidas por medio de «tarjetas de puntuación» (scorecard), las cuales consisten de cuatro perspectivas: financiera, de cliente, de proceso de negocios interna, y de aprendizaje y crecimiento. Este enfoque no enuncia un conjunto estático de medidas sino que sirve como marco para la medición y gestión estratégica. Es una herramienta para definir objetivos estratégicos desde múltiples perspectivas más allá de un foco puramente financiero, pero no direcciona objetivos de bajo nivel.

El framework CoBIT (Control Objectives for Information and related Technology) [ISA, 2007] se centra en el control IT (Tecnología de la Información en inglés -Information Technology). CoBIT distingue entre cuatro niveles de objetivos: objetivos de negocio, objetivos IT, objetivos de procesos y objetivos de actividad. Provee métricas y modelos para medir el logro de tales objetivos. Divide el modelo de procesos en cuatro áreas y 34 procesos de acuerdo con las áreas de responsabilidad de planificar, construir, ejecutar y supervisar los procesos de IT. CoBIT proporciona una estructura fácil para documentar las relaciones entre dos o más objetivos y métricas, y resume las mejores prácticas de gobierno IT.

Sin embargo, CoBIT provee un conjunto fijo de objetivos, posee una capacidad limitada de adaptación y no proporciona los medios para documentar la información del contexto ni los supuestos subyacentes que contribuyen a adaptar el modelo a determinadas organizaciones.

Practical Software Measurement (PSM) ofrece una guía detallada sobre la medición de software, incluyendo un catálogo de medidas específicas e información de cómo una organización puede aplicar estas mediciones en sus proyectos. PSM incluye un proceso para elegir medidas de acuerdo a características y objetivos relevantes para un proyecto de desarrollo de software. Más información se encuentra en [PSM, 2000], [MCG, 2001].

M3P (Model, Measure, Manage Paradigm) es un marco o metamodelo que es una extensión del bien conocido paradigma QIP/GQM [GRE, 1995]. M3P contribuye a definir más precisamente la relación entre los datos numéricos y el contexto del negocio, y el desarrollo por medio de asociar características técnicas, de negocio y organizacionales en el contexto del programa de medición. Factor que comúnmente falla en los programas de medición. M3P esencialmente extendió el marco QIP (Quality Improvement Paradigm) agregando características adicionales diseñadas para (1) reflejar los factores de éxito de los programas de medición y (2) sustentar la medición, análisis e interpretación de datos. M3P puede incorporar a GQM como una técnica de definición de la medición —es decir, como un medio para seleccionar medidas que fácilmente esclarecen y soporten el logro de los objetivos de negocio y de desarrollo. Su principal fortaleza es que embebe aspectos relacionados con el negocio, lo que lleva a definir objetivos que luego pueden conducir a un enfoque GQM o algún otro proceso de selección de medidas. Además, con M3P se puede fácilmente alimentar de los datos de medición en un modelo empírico. Para más información ver [OFF, 1997].

GOCAME (Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation strategy) es una estrategia integrada de M&E que sigue el enfoque orientado a objetivos, sensible al contexto y centrada en la organización. Está diseñada para permitir la definición de proyectos de M&E incluyendo descripciones de contexto, las que proveen interpretaciones más sólidas entre resultados de evaluaciones intra e inter-organizacionales [OLS, 2008], [MOL, 2008]. Tiene definido (1) un marco conceptual con base ontológica, (2) un proceso bien establecido, y (3) un soporte metodológico/tecnológico basado en los dos pilares previos. Esta estrategia es presentada con mayor detalle en la sección 4.1, dado que fue seleccionada para el estudio comparativo de estrategias integradas.

Otro aporte respecto a enfoques de M&E es FMESP (Framework for the Modeling and Evaluation of Software Processes) [MOR, 2008]. Este enfoque cuenta con una base ontológica (presentada en [GAR, 2004] y luego refinada en [GAR, 2006]). En lo que respecta al soporte explícito del proceso de M&E en FMESP, los autores más que centrarse en la modelización del mismo, hacen uso de su ontología, del paradigma MDE (Model-Driven Engineering) y MDA (Model-Driven Architecture) para la modelización arquitectónica de la medición, empleando transformaciones de modelos para instanciar herramientas.

CQA-Meth (Continuous Quality Assessment) [GEN, 2010] es una metodología flexible que permite la evaluación de la calidad de cualquier tipo de modelo software. Su objetivo es definir un marco de trabajo que permita determinar los procesos necesarios para llevar a cabo la evaluación de los modelos UML, así como facilitar la comunicación entre el cliente (patrocinador de la evaluación) y el equipo de evaluación. Esta metodología junto con la herramienta que la soporta forma el entorno integrado CQA que puede ser utilizado por empresas dedicadas a ofrecer servicios de evaluación de la calidad para fábricas de software, así como a los clientes que hayan externalizado la construcción de sus productos software, permitiendo de este modo la obtención de una evaluación de la calidad independiente a la que realice el fabricante. Las empresas de desarrollo de software también pueden utilizar la metodología para llevar a cabo evaluaciones de sus propios productos software. CQA-Meth está formada por un conjunto estructurado de procesos, está orientada a la relación con el cliente y a la externalización de la evaluación de calidad. Está pensada para ser una metodología fácilmente adaptable y está soportada por un conjunto de técnicas y herramientas. Algunas de las referencias que pueden ser consultadas son [GEN, 2010], [ROD, 2010] y [TOR, 2009].

Una tendencia de los últimos años, es la necesidad de enlazar los objetivos del negocio con los objetivos IT. Esto se debe a que en la práctica, el éxito o fracaso de las estrategias de negocio son frecuentemente determinada por la gestión como un sentimiento sin tomar en cuenta la información cuantitativa. Por otro lado, si se cuenta con dicha información, no se conoce con certeza cómo contribuyen a los objetivos de más alto nivel de la organización. Determinar el impacto de las estrategias de negocios es crucial para una toma de decisiones efectiva dentro de una organización. Diferentes objetivos y estrategias existen a diferentes niveles en todo el negocio.

Los enfoques antes mencionados no consideran dicha necesidad o lo hacen de forma limitada. Por ejemplo, GQM no provee un soporte explícito para motivar e integrar los objetivos de la medición a varios niveles organizacionales, tales como objetivos del proyecto, objetivos del negocio y estrategias corporativas. Tampoco alienta a los usuarios a documentar las suposiciones que pueden afectar la interpretación. GOCAME está enfocada a nivel de proyecto sin enlazar los objetivos del negocio más allá de la determinación de la necesidad de información que puede surgir desde una inquietud de la organización o de un proyecto en particular. CoBIT sólo ofrece una simple conexión entre un conjunto predefinido de objetivos y está más focalizado en proveer una infraestructura IT que en enlazar el desarrollo de software con las estrategias de negocio. Por otro lado, BSC ofrece objetivos de negocio relacionados a 4 conceptos del negocio pero no provee modelos explícitos para el uso en el dominio de software. PSM, es conceptualmente similar a GQM, no enlaza programas de medición a objetivos del negocio y considera la medición como una actividad a nivel de proyecto. Varias investigaciones han propuesto combinaciones de GQM, BSC y PSM que reconoce la necesidad de enlazar objetivos de alto nivel con objetivos de bajo nivel. Sin embargo, estos enfoques no soportan diferentes niveles de objetivos enlazados a diferentes niveles organizacionales, debido a que es difícil alimentar los resultados analíticos y la cadena de interpretaciones. De este modo, en la práctica es necesario un enfoque de medición que explícitamente enlace los objetivos del negocio de alto nivel y los datos de medición de software.

GQM*Strategies ([BAS, 2010], [BAS, 2007]) es un enfoque de medición basado en GQM, que le agrega capacidad para crear programas de medición que aseguren la alineación entre los objetivos y las estrategias de negocio, los objetivos específicos de software y los objetivos de medición. GQM*Strategies, crea un «mapping» entre los datos recolectados y los relaciona con los objetivos a diferentes niveles. El entendimiento ganado a un nivel sirve para el siguiente nivel –un objetivo de proyecto, departamental o de negocio puede soportar o contribuir a satisfacer objetivos a los otros niveles sin requerir que cada nivel comparta los mismos objetivos. Este enfoque es presentado en mayor detalle en la sección 4.2., dado que también fue seleccionado para el estudio comparativo de estrategias integradas.

En esta sección se presentaron las principales investigaciones y avances relacionados al área de medición y evaluación de software. A continuación, se introduce el concepto de estrategia integrada de medición y evaluación según nuestro punto de vista.

2.2. Estrategias integradas de medición y evaluación.

Una estrategia es un conjunto de acciones que se llevan a cabo para lograr un determinado fin. La palabra estrategia proviene del griego ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ Stratos = ejército y Agein = conductor, guía. Por lo tanto, el significado primario de estrategia es el arte de dirigir las operaciones militares. Es una palabra muy amplia cuyo significado varía según el contexto donde se la aplica. Por ejemplo:

- *Estrategia empresarial*: se refiere al camino a seguir por una empresa para el logro de sus metas y objetivos.
- *Estrategia de marketing*: área del marketing destinada a planear, determinar y coordinar las actividades operativas.

-
- *Estrategia militar*: conjunto de acciones que son de batalla y medidas tomadas para conducir un enfrentamiento armado.

Si vamos un poco más allá del término vemos que una estrategia supone dar respuesta a tres cuestiones básicas: qué, cómo y cuándo. En primer lugar, hay que responder a la cuestión del qué: qué se pretende conseguir, cuál es la meta que se persigue. En segundo lugar, debemos dar respuesta al cómo: cuáles serán los medios o acciones que permitirán alcanzar la meta. Finalmente, se ha de contestar el cuándo: en qué momento se llevarán a cabo las acciones y el período que supondrá realizarlas. En el contexto de esta tesis, nos referimos a las estrategias integradas de M&E.

El término integrada, según los trabajos realizados por nuestro grupo de investigación [BEC, 2010-1], se refiere a que consideramos que una estrategia para ser integrada debe tener definido:

- Un *marco conceptual*, flexible y terminológicamente consistente. Un marco bien establecido debería estar construido sobre una base conceptual robusta (diccionarios, ontologías, etc.), en donde se especifique de manera formal y explícita, los componentes, conceptos, relaciones y restricciones acordadas para un dominio particular. Este pilar ayuda a las organizaciones al momento de llevar a cabo el proceso de M&E, no tener que comenzar siempre desde cero.
- Un *proceso*, en el cual se especifican las principales actividades que deben ser planificadas y ejecutadas. Contar con un modelo de proceso permite garantizar repetitividad y reproducibilidad en la ejecución de las actividades y consistencia en los resultados. El modelo no sólo debe prescribir un conjunto de actividades, sino también sus entradas y salidas, roles, interdependencias, etc.
- *Métodos y herramientas* concretos para llevar a cabo las actividades que se derivan del proceso y marco.

Si llevamos esta definición al área de M&E, una estrategia integrada debe estar conformada al menos por la definición de un proceso de M&E de requerimientos no funcionales, un modelo de dominio que define todos los conceptos necesarios y sus relaciones, y un soporte tecnológico y metodológico para realizar actividades usando dicha conceptualización. Las estrategias de M&E que logren la integración de estos tres fundamentos permitirán una implementación repetible, consistente y robusta de programas y proyectos de M&E en una organización.

De todos los enfoques e investigaciones mencionadas en el estado del arte, sólo GOCAME y GQM⁺Strategies, describen estos tres aspectos en su documentación.

2.3. Necesidad de un estudio comparativo

Las organizaciones de software deberían elegir alguna estrategia de M&E que sea adecuada según sus necesidades teniendo en cuenta sus procesos, personal, capacidades y estructura. Como se pudo observar en el estado del arte, existen muchas posibilidades y opciones al momento de la elección. Contar con una lista detallada de debilidades y fortalezas de las estrategias de M&E le puede brindar a las organizaciones de software una visión más completa y objetiva para poder seleccionar la estrategia más adecuada a sus necesidades. Si bien en esta tesis se muestra la comparación entre GOCAME y GQM⁺Strategies –utilizadas en el caso de estudio dado que satisfacen simultáneamente un conjunto de principios o fundamentos- fácilmente y sin más trabajo que medir, se puede extender el estudio a otros enfoques. Esto se puede realizar debido a que se cuenta con el diseño de los requerimientos no funcionales, el diseño de la medición y de la evaluación [PAP, 2010] que permiten evaluar la calidad de las capacidades de una estrategia basada en los tres principios mencionados en la sub-sección 2.2. Este estudio fue pensado para evaluar estrategias de M&E pero puede ser utilizado para valorar estrategias en general –siempre y cuando se consideren importantes estas tres capacidades.



PARTE II: FUNDAMENTOS

Capítulo 3: Fundamentos de Estrategias Integradas

En el capítulo anterior (sección 2.2.) se nombraron los tres pilares que consideramos necesarios en una estrategia integrada de M&E. En este capítulo, se profundiza sobre cada uno de ellos con el objeto de formar una base común que guíe al lector en la comprensión del resto del documento. Los conceptos y definiciones presentados aquí son las bases al momento del diseño del estudio comparativo y su posterior medición y evaluación. El primer pilar (sección 3.1.) describe la noción de base y marco conceptual. El segundo pilar (sección 3.2.) describe el proceso definiendo los conceptos involucrados, los distintos puntos de vistas y los lenguajes desde el cual se puede modelar. El tercer pilar (sección 3.3.), corresponde a la definición de métodos y herramientas. Para finalizar el capítulo (sección 3.4.), se da una breve descripción de algunos de los estándares del área de medición y evaluación de productos de software que fueron utilizados como material de referencia durante en el diseño de los requerimientos no funcionales, diseño de la medición, como así también, al momento de la recolección de los datos.

3.1. Base conceptual y Marco conceptual

Cada dominio posee su propio vocabulario que debe ser utilizado de manera correcta y consistente siendo conscientes del significado de los términos, las reglas y relaciones que lo dominan. El área de M&E no es una excepción. El manejo no ambiguo de los términos permite evitar problemas de comunicación e interpretación entre los involucrados del área. La especificación de una base conceptual que contenga todos los términos intervinientes en el dominio de M&E podría ser la manera adecuada de lograr el correcto uso de la terminología y evitar malas interpretaciones. A su vez, si los términos definidos en la base conceptual son agrupados en componentes que reflejen una organización –estructural, de comportamiento u otra- que permita disponer los conceptos (términos) y sus relaciones en grupos a los que se puede manejar como un conjunto, hace aun más comprensible el dominio de M&E, favoreciendo la planificación e instauración de proyectos de M&E. En resumen, el empleo en la práctica cotidiana de los términos técnicos sin una base y un marco conceptual claramente establecidos, tiende a crear confusión como por ejemplo un mismo término puede tener varias interpretaciones. Esto en definitiva puede afectar la facilidad de aprender y la replicabilidad de la estrategia a aplicar. Por este motivo, consideramos a la base y marco conceptual como necesarios para determinar la calidad de una estrategia integrada.

3.1.1. Base conceptual

Existen muchos tipos de esquemas para la organización del conocimiento tales como glosarios, taxonomías, tesauros, ontologías, etc. Estos esquemas ayudan a crear, gestionar y visualizar modelos que muestren una perspectiva explícita de los conceptos que forman determinado dominio y de la estructura semántica subyacente. Dado que cualquier disciplina tiene necesidad de mostrarse, documentarse y comunicarse de forma comprensible y de facilitar mecanismos de gestión y de recuperación conceptual, los Sistemas de Organización del Conocimiento se encuentran en diversos estudios, desde la Pedagogía a la Inteligencia Artificial, pasando por la Documentación y la Ingeniería del Software entre otras. Los esquemas

tienen diferente capacidad sintáctica y semántica dependiendo de los objetivos, pero básicamente prevalece, como elemento común, un vocabulario para definir los conceptos establecidos en el área o dominio, y las relaciones semánticas entre estos conceptos.

Desde el punto de vista de su estructuración una base conceptual puede ser una lista de términos o glosario; un diccionario; una taxonomía o una ontología. A continuación se explica cada una de ellas.

Un glosario es una colección ordenada de términos con una definición corta o la explicación de su significado [SCH, 2009]. Los glosarios son mecanismos simples para recolectar términos pertenecientes a una misma disciplina o campo de estudio. Cada entrada en un glosario típicamente consiste de un término y un texto donde se lo define o explica. Las explicaciones son usualmente cortas y están escritas en lenguaje natural. Elementos formales o lenguajes formales no son típicamente usados en los glosarios. Los glosarios son herramientas de estudio porque cubren un amplio rango de conceptos con sus definiciones concisas y claras donde los lectores humanos deben poder entender y familiarizarse con los términos rápidamente. No necesita ser procesado por las computadoras. El glosario es el paso más elemental hacia la ingeniería del conocimiento ya que fuerza a los expertos a discutir y acordar sobre el significado exacto de los términos, ya que todos los términos deberían tener una definición no redundante y no ambigua. Dependiendo del tamaño y su propósito, las implementaciones técnicas pueden tomar diferentes formas: lista corta y sencilla de términos mantenidas en un documento de pocas páginas; lista larga de términos mantenidas en hojas de cálculo versionadas o bases de datos.

Los diccionarios son listas alfabéticas de los términos y de sus definiciones que proporcionan los sentidos (semántica) para cada término y sus variaciones de sentido, cuando sea aplicable. En cuanto al alcance, son más generales que un glosario. Pueden también proporcionar la información sobre el origen del término (etimología), y sus variantes (deletreo y morfología), entre otros aspectos. Mientras que un diccionario puede también proporcionar sinónimos y definiciones, los términos relacionados no muestran ninguna estructura jerárquica explícita de agrupar términos por concepto.

Una taxonomía es una colección de términos organizados en una estructura jerárquica. Los términos dentro de una taxonomía se relacionan a través de la relación padre-hijo. Existen diferentes tipos de relaciones padre-hijo (todo-parte, genero-especie, tipo-subtipo, etc.) pero una buena práctica es limitar la taxonomía a un solo tipo de relación, en donde un hijo posea un único padre. Algunas taxonomías permiten que un término aparezca en múltiples lugares, lo cual significa que un término puede tener múltiples padres sin variar su significado. El proceso de clasificar los términos es beneficioso para una mayor comprensión de los objetos, ideas o entes que se clasifican. Cualquier colección de objetos puede ser sometida a una taxonomía.

El término ontología fue introducido en el siglo XIX por el filósofo alemán Rudolf Gockel para distinguir el estudio del «ser» del estudio de varias clases de seres en las ciencias naturales. En la década del noventa fue incorporado en las ciencias de la computación relacionándolo con la investigación en el área de adquisición del conocimiento [STA, 2009]. Desde el punto de vista de la inteligencia artificial, Gruber [GRU, 1995] la define como: “Una ontología es una especificación explícita de una conceptualización”. En [BOR, 1997] esta definición fue ligeramente modificada: “Las ontologías se definen como la especificación formal de una conceptualización compartida”.

Studer, Benjamins y Fensel [STU, 1998] se encargaron de agregar expresividad a estas definiciones. Para ello definieron los términos utilizados de la siguiente manera: *-Conceptualización* se refiere a un modelo abstracto de algún fenómeno en el mundo, proveniente de haber identificado los conceptos relevantes de dicho fenómeno; *-Explícita* se refiere a que los conceptos usados y las restricciones para su uso se definen explícitamente; *-Formal* se refiere al hecho de que la ontología debería ser legible o interpretable por una computadora; y, *-Compartida* refleja la noción de que una ontología captura

conocimiento consensuado, es decir, no es conocimiento privado de un individuo, sino aceptado por un grupo o comunidad. La interpretación de una ontología no queda librada a las personas que las utilizan sino que se especifica explícitamente de modo de que se limiten las posibles interpretaciones de lo que se declara.

Una ontología consta de un conjunto no vacío de conceptos (términos) identificados como entidades relevantes en el dominio a modelar, un conjunto de atributos (propiedades) que describen los conceptos y que pueden ser propios o heredados en una especialización, un conjunto de relaciones entre dichos conceptos, un conjunto de axiomas que vinculan elementos de la ontología en condiciones que deben cumplirse siempre y un conjunto de instancias.

Por último, una ontología debería cumplir con un conjunto de características deseables. Estas características fueron establecidas por los autores [BEN, 1996] y [GRU, 1993] y deben tenerse en cuenta desde el momento que se comienza a diseñar la ontología. Según [GRU, 1995] las definiciones de los términos involucrados en la ontología deberían ser lo más objetivas posibles, y siempre que sea posible, deben estar definidos por condiciones necesarias y suficientes (no solamente por condiciones necesarias). Estas características favorecen a la comunicación efectiva del significado propuesto de los términos definidos en la ontología. Además, una ontología debe ser coherente y extensible. La característica de coherencia significa que sus axiomas deberán ser lógicamente consistentes mientras que extensible indica que la ontología debería soportar la definición de nuevos términos basándose en el vocabulario existente, de manera que no requiera la revisión de las definiciones existentes. Por último, [GRU, 1995] sostiene que debe existir un compromiso ontológico mínimo, es decir, una ontología debería hacer la menor cantidad de aseveraciones posibles acerca del mundo que está siendo modelado, permitiendo de esta forma que las partes que están comprometidas con la ontología (los diferentes agentes que la usarán) tengan libertad de especializar e instanciar la ontología cuando sea necesario.

A su vez [BEN, 1996], sostiene que una ontología debería tener diversificación de jerarquías, es decir, es conveniente usar tantos criterios de clasificación como sea posible, de manera de representar más conocimiento en la ontología. De esta manera es muy sencillo agregar un término porque se puede definir fácilmente especificado desde los conceptos preexistentes y criterios de clasificación. También, sostiene que se debería minimizar la distancia semántica entre conceptos hermanos, esto es, conceptos similares se deben agrupar y representar como subclases de una clase y deberían ser definidos usando las mismas primitivas. Conceptos que son menos similares se deberían representar aparte en la jerarquía [BEN, 1996]. Por último, indica que es conveniente el uso de la estandarización de nombres definiendo y respetando reglas para su formación siempre que sea posible, siendo esto una característica deseable para ayudar en el mantenimiento de una ontología.

Los tipos de bases conceptuales descritas anteriormente se asemejan en que ayudan –en distintos grados, a estructurar, clasificar, modelar y representar los conceptos y relaciones pertenecientes a un dominio. A su vez, permiten a la comunidad llegar a un acuerdo con respecto al significado de los términos y sus relaciones, según el caso. En cambio se diferencian debido a cuan especificado están los términos, el lenguaje o notación utilizado para especificar el significado y sus diferentes usos –que a veces suelen solaparse. Por lo que al momento de definir una base conceptual se debería tener en cuenta aquella que permita una mayor expresividad sin dejar lugar a las ambigüedades.

Al momento de definir la base conceptual es deseable revisar y analizar los estándares de dominio existentes. Ya que es importante, de ser posible, reutilizar aquellos términos y definiciones presentes en el dominio y que están definidos en los estándares. En caso de encontrar inconsistencias o incompatibilidades sería adecuado explicitarlas y justificar el porqué de la discrepancia. Los sinónimos (vocablos que poseen un mismo significado) también deberían tenerse en cuenta y ser reflejados en la base conceptual. Estas características son deseables ya que hacen que la base conceptual sea más fácil de asimilar y su aprendizaje

sea más rápido. Otra característica esperada es que la base conceptual sea lo más completa posible, es decir, que cubra la mayoría de los términos presentes en el dominio.

3.1.2. Marco conceptual

Un marco conceptual es descrito como un conjunto de ideas y principios generales tomados de algún campo relevante de investigación para estructurar una presentación posterior [REI, 1987]. Es útil como una herramienta de investigación la cual asiste a los investigadores en: la reflexión acerca de su investigación y su contexto, el desarrollo del entendimiento de la situación bajo análisis y la comunicación de la misma. El marco conceptual debería ser testeado, revisado y reformado como parte del resultado de la investigación [GUB, 1989].

Un marco bien establecido debe estar construido sobre una base terminológica robusta (diccionarios, ontologías, etc.) y debe especificar de manera formal y explícita, los conceptos, relaciones y restricciones acordadas para el dominio, además de su agrupación en componentes.

Es importante cimentar el marco conceptual en una base terminológica robusta. Esto no sólo beneficia al momento de construir el marco conceptual ya que provee una clara y no ambigua definición de los conceptos ayudando a descubrir sus atributos y relaciones con otros conceptos, sino que también, asiste a las personas que tienen que entender el dominio que se trata de modelar brindando una semántica única a cada concepto. A partir de esto, se puede argumentar que un marco conceptual será más robusto en cuanto posea un mayor porcentaje de conceptos enunciados y definidos en la base terminológica del dominio y su ulterior agrupación en componentes o módulos.

El marco conceptual debe especificar de manera formal y explícita, los conceptos, relaciones y restricciones acordadas para el dominio. Además establece aquellos elementos que tienen una gran influencia y omite aquellos que no son relevantes para el nivel de abstracción dado destacando la organización estructural del dominio. Esto permite una mayor comprensión del dominio que se está modelando debido a la simplificación de su complejidad. Para que la especificación del marco conceptual sea formal y explícita se debe utilizar un lenguaje de modelado formal y estándar que defina bloques básicos de construcción, reglas con las cuales se pueden combinar los bloques y mecanismos comunes que se aplican a lo largo del lenguaje. Es decir un lenguaje de modelado es un lenguaje cuyo vocabulario y reglas se centran en la representación conceptual y física de un sistema. Ejemplos de estos lenguajes son UML (Unified Modeling Language), OWL (Ontology Web Language), Protege, etc. que serán descritos brevemente a continuación.

UML (Unified Modeling Language) es un lenguaje estándar de modelado de propósito general para escribir planos de software en el campo de la ingeniería de software orientada a objetos que permite visualizar, especificar, construir y documentar los artefactos de un sistema [BOO, 1999]. Permite la construcción de modelos precisos, no ambiguos y completos. Utiliza notaciones gráficas para expresar diagramas a distintos niveles y vistas ayudando a la comunicación, exploración de potenciales diseños y su posterior validación entre los interesados.

OWL (Ontology Web Language) es un lenguaje estándar propuesto para implementar ontologías en la web y especificar axiomas de la capa lógica, ya que permite describir la semántica del conocimiento de una forma procesable por la máquina. Conjuntamente con la especificación del lenguaje se provee una especificación formal de su semántica, de manera que se puede dar soporte de razonamiento sobre la capa ontológica a través de una traducción de OWL en lógica de predicado o lógica descriptiva. OWL está especificado sobre RDF y RDF Esquema y añade importantes primitivas para la descripción de clases y propiedades: entre otras, relaciones entre clases (por ejemplo, complemento de, disjunta a), cardinalidad

de propiedades (por ejemplo, mínimo dos, exactamente uno), igualdad de clases, mayor riqueza de tipos en las propiedades, características de propiedades (por ejemplo, simetría, transitividad), y clases enumeradas.

Protege es una plataforma open-source que provee un juego de herramientas para construir modelos de dominio y aplicaciones basadas en conocimiento con ontologías. Protege implementa un conjunto de estructuras de modelado de conocimiento y acciones que apoyen la creación, visualización y manipulación de ontologías en varios formatos de representación. Provee dos formas de modelar ontologías mediante los editores Protege-Frames y Protege-OWL. Desarrollada por el grupo SMI (Stanford Medical Informatics) de la Universidad de Stanford se puede descargar libremente.

Un marco conceptual modelado con un lenguaje formal y estándar, que sea fácilmente interpretado por los humanos y procesable por computadoras, es mucho más valioso que aquel marco conceptual modelado informalmente.

Por último, un marco conceptual que posee gran cantidad de elementos debería estar dividido en componentes. Los componentes pueden ser vistos como un mecanismo para organizar los elementos del modelo. Los componentes bien diseñados agrupan elementos cercanos semánticamente. Por lo tanto, los componentes bien estructurados deberían ser cohesivos y poco acoplados. Los componentes de un marco conceptual deberían:

- Ser cohesivos, proporcionando un límite bien definido alrededor de un conjunto de elementos relacionados.
- Ser poco acoplados, relacionándose con los mínimos elementos necesarios y suficientes para que los elementos del componente hagan su trabajo.
- No estar profundamente anidados, porque las capacidades humanas para comprender estructuras profundamente anidadas son limitadas.
- Poseer un conjunto equilibrado de elementos. Esto es, los elementos de un componente no deben ser ni demasiado grandes ni demasiados pequeños en relación a los otros.

Un marco conceptual que posea una división explícita en módulos o componentes cohesivos y poco acoplados es una propiedad deseable que debería tenerse en cuenta al momento de su evaluación.

Sin una clara definición de los términos que intervienen en un dominio y sus relaciones es muy difícil entender e implantar una estrategia dentro de la organización debido principalmente a los problemas de comunicación e interpretación. El empleo en la práctica cotidiana de los términos técnicos sin una base y un marco conceptual claramente establecido, tiende a crear confusión como por ejemplo un mismo término puede tener varias interpretaciones. Esto en definitiva puede afectar la facilidad de aprender y la replicabilidad de la estrategia a aplicar.

Lo presentado en la sección 3.1. nos fue de gran utilidad al momento de definir los atributos a medir con respecto a la calidad de las capacidades del marco conceptual (sección 5.1. presenta el árbol de requerimientos en la Tabla 14). Recordemos que el marco conceptual soportado en una base conceptual explícita es el primer pilar que consideramos importante y que debe estar presente en una estrategia integrada de M&E.

3.2. Proceso

Es el segundo pilar que consideramos necesario para determinar la calidad de una estrategia integrada. La calidad de un producto es dependiente, en gran medida, de la calidad del proceso utilizado para su desarrollo [FUG, 2000] y [CMMI, 2006]. En consecuencia, es muy importante contar con un proceso

claramente definido y modelado. A continuación, se brinda detalles de la definición del término proceso y de todos los conceptos que intervienen en dicha definición; se presenta un modelo conceptual para el dominio de procesos, se muestra la importancia del modelado de procesos y sus diferentes vistas. Por último, se listan y comparan brevemente los lenguajes de modelado para procesos.

3.2.1. Definición y conceptos

En la literatura relacionada a la ingeniería de software existen muchas definiciones acerca del término proceso, algunas de ellas son:

- “Conjunto de actividades, métodos, prácticas y transformaciones que la gente usa para desarrollar y mantener software y los productos de trabajo asociados (planes de proyecto, diseño de documentos, código, pruebas y manuales de usuario)” [PAU, 1993].
- “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” [NTP, 2006].
- “Conjunto coherente de políticas, estructuras organizacionales, tecnologías, procedimientos y artefactos que son necesarios para concebir, desarrollar, empaquetar y mantener un producto software” [FUG, 2000].
- “Conjunto parcialmente ordenado de actividades llevadas a cabo para gestionar, desarrollar y mantener sistemas software” [ACU, 2001].

En las definiciones anteriores se hace uso de términos tales como método o procedimiento, actividad, tarea, producto o artefacto, entre otros. Estos términos son utilizados con frecuencia en la literatura de manera implícita o con falta de rigor, ya que no siempre existe un consenso explícito respecto a su significado. Los términos proceso, actividad y tarea son un claro ejemplo de esta laxitud. Debido a que los términos relacionados a proceso son utilizados a lo largo del desarrollo de esta tesis consideramos por lo tanto importante definir el significado de cada uno de ellos. Los términos son definidos según el trabajo de [OLS, 1998].

Un *proceso* es un conjunto ordenado de subprocesos (o actividades) que tienen el fin de describir cómo alcanzar una meta establecida. Un proceso puede descomponerse en subprocesos. Ejemplos de procesos son: Análisis, Diseño, Implementación, Medición, Evaluación, entre otros.

Un *subproceso* es un conjunto de actividades relacionadas dentro de un proceso, de esta forma se puede decir que el proceso es un ente de mayor abstracción que un subproceso. Por ejemplo, un proceso llamado Modelado de Requisitos del Sistema, puede contener al subproceso Modelado de Requisitos de Software, que a su vez se puede descomponer en los subprocesos: Modelado de Requerimientos Funcionales y No-funcionales.

Una *actividad* es una operación atómica¹ o compuesta, realizada por uno o más agentes dentro de un proceso, con el fin de generar o modificar algún determinado conjunto de artefactos, generalmente utilizando alguna entrada. Una actividad debe tener un objetivo y una descripción claramente especificados. Una misma descripción de actividad podría ser realizada por uno o más métodos.

Por otra parte, una actividad puede estar limitada por restricciones (generalmente denominadas pre-condiciones y post-condiciones). El ordenamiento en la ejecución de las actividades, está potencialmente determinada por las restricciones y el ciclo de vida empleado. Por ejemplo, el artefacto producido por una actividad puede ser requerido como entrada de otra actividad bajo ciertas condiciones. Esto ocasiona que

¹ Muchas veces denominada Tarea, sobre todo cuando se le asignan recursos. Aquí no se hará uso del término Tarea.

las actividades requieran la finalización de otra/s para poder realizarse; del mismo modo, las actividades que no se relacionan entre sí, pueden efectuarse en paralelo disminuyendo el tiempo del proceso.

Un *artefacto* es el producto requerido al realizar una actividad. El artefacto puede servir de entrada a una actividad (o proceso) y, mediante la transformación correspondiente, ser la salida del mismo. Además, un artefacto puede ser un ente compuesto, es decir, se puede dar una relación de agregación entre componentes. Ejemplos de artefactos son: modelos, documentos, código fuente y ejecutables, imágenes, etc. Los artefactos son creados, accedidos, modificados o destruidos durante la ejecución de las actividades.

Un *agente* es el ente que se encarga de ejecutar una actividad, y puede ser tanto un agente humano como uno automático. Una actividad puede ser realizada por uno o más agentes y estos pueden usar herramientas o dispositivos computarizados como soporte parcial o total para realizar dicha actividad. Existen actividades manuales que involucran sólo agentes humanos, actividades automatizables que dependen sólo de agentes automáticos y actividades mixtas que necesitan de ambos tipos de agentes.

La ejecución de las actividades de un proyecto involucran roles que son cumplidos por los agentes. Cada agente puede cumplir (jugar) uno o más roles de acuerdo a sus capacidades y habilidades para realizar las actividades. Entonces, rol es el término que se usa para describir el papel que cumple un agente para realizar las actividades que le son asignadas. El rol determina las responsabilidades y habilidades de cada agente. Por ejemplo, un agente humano debe tener experticia sobre criterios estéticos y cognitivos de interfaces de usuario y aspectos de diseño del «look&feel» para cumplimentar el rol de “Diseñador de Interfaces de Usuario”.

Un *método* representa el modo específico de realizar una actividad. Incluye una descripción clara del curso de acción a seguir y procedimientos (basados frecuentemente en primitivas de modelado y estándares) que se emplean para tratar una actividad o conjunto de actividades de un proceso. Muchas veces, los métodos pueden estar automatizados por herramientas.

Una vez definidos estos términos, podemos dar una nueva definición de proceso:

Un conjunto de actividades interrelacionadas, ejecutadas (usando un método) por agentes (humanos o automáticos) en cumplimiento de uno o más roles, que consumen y producen artefactos para lograr un objetivo particular, conforme a ciertas restricciones.

A partir de esta definición, se puede observar que existen conceptos importantes que deben ser tenidos en cuenta al momento de la evaluación de un proceso. Por ejemplo, una organización que desee poner en marcha un proceso debe contar con la definición completa de todas sus actividades, considerando que una actividad está descrita completamente cuando presenta su objetivo específico, descripción, precondiciones, postcondiciones, entradas y salidas. También puede ser importante conocer que roles pueden desempeñar cada actividad. Lo mismo ocurre con los artefactos que deberían describirse teniendo en cuenta su objetivo específico, actividad que lo insume y/o produce, como así también, el grado de detalle de los artefactos teniendo en cuenta su descomposición en sub artefactos.

En la Figura 1 se muestra un diagrama de clases de UML, en el cual se pueden apreciar los términos anteriormente definidos, junto con las relaciones que existen entre estos.

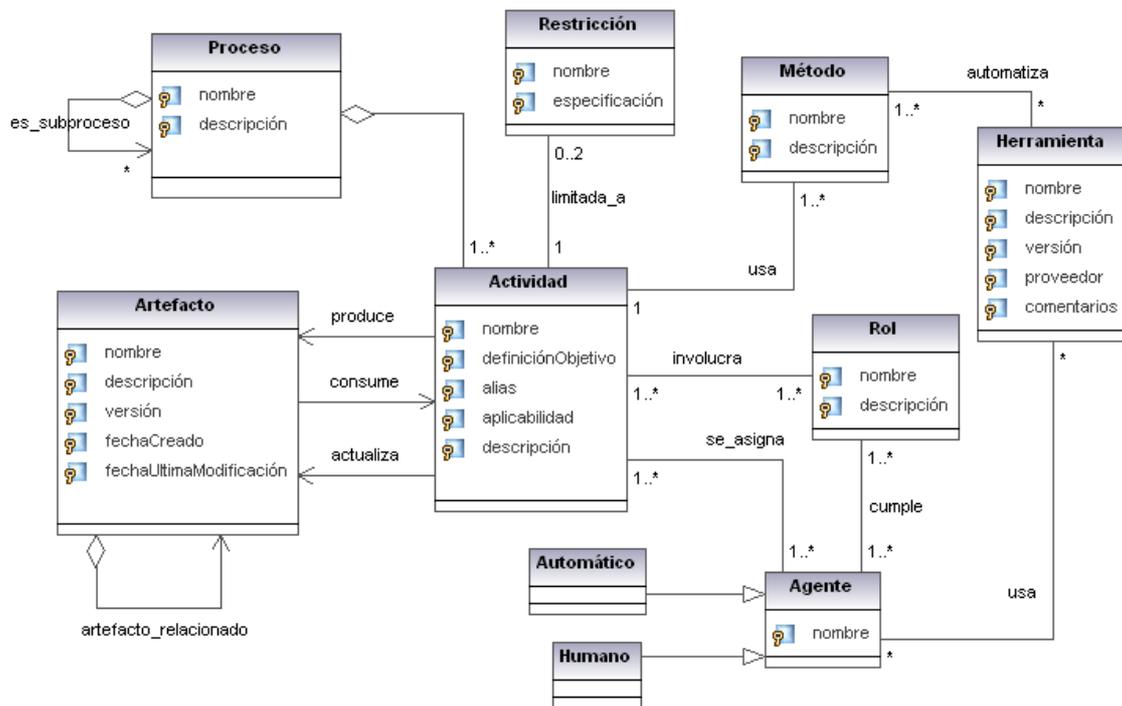


Figura 1. Modelo conceptual del dominio de procesos (adaptado de [EST, 2003]).

3.2.2. Modelado de procesos

Los procesos muchas veces son complejos, extensos en cuanto a su alcance, difíciles de comprender y comunicar. Sus descripciones involucran actividades, pero éstas suelen ser realizadas con un bajo nivel de detalle, o con informalidad y ambigüedad, o con falta de documentación, lo que dificulta la repetitividad. Con el fin de solucionar algunos de estos problemas surge el modelado de procesos.

El modelado de proceso identifica cuáles son las principales características de las actividades realizadas para llevar a cabo un objetivo. Por lo tanto, un modelo de proceso es una abstracción de un proceso que lo especifica en términos por ejemplo de sus actividades, agentes y artefactos que lo integran.

Al realizar un modelo, utilizando una representación gráfica (diagrama de proceso) se pueden observar fácilmente las distintas interrelaciones que existen entre las actividades, dependencias, puntos de control y paralelismos. Esto se debe a que poseen una mayor expresividad que los documentos textuales. Los diagramas también permiten observar con mayor facilidad la existencia de problemas y luego tomar acciones para corregirlos, como así también permite identificar posibles aspectos de mejora.

En [CUR, 1992] se pueden encontrar algunos de los beneficios del modelado de procesos:

- Facilita el entendimiento y la comunicación, lo cual implica que el modelo de proceso contiene suficiente información para su representación. Los modelos pueden ser usados como herramienta para formar al personal.
- Da soporte a la gestión del proceso (planificación, monitoreo y control); para lo cual también se requiere un proceso definido.
- Permite la automatización del proceso mejorando su rendimiento, lo que requiere un entorno efectivo, proporcionando a los usuarios: guías, instrucciones y material de referencia.

-
- Provee soporte a la ejecución automatizada, para lo cual es necesario automatizar algunas partes del proceso, soporte de trabajo colaborativo (en grupos), recopilar métricas y asegurar la integridad del proceso.
 - Brinda soporte a la mejora de los procesos, que necesita de la reutilización de procesos efectivos y bien definidos, la comparación de procesos alternativos y el soporte al desarrollo de procesos.

Es importante que las actividades que fueron descritas al momento de definir el proceso puedan ser modeladas y de este modo obtener los beneficios enunciados.

Un proceso puede ser modelado desde distintos puntos de vistas o enfoques según lo que se desee resaltar. Por ejemplo, en algunos casos se desea mostrar cuales son los agentes que intervienen en la realización de las actividades, mientras que otras veces se desea dar mayor énfasis a las relaciones (orden, paralelismo) que existen entre las actividades. Por lo tanto, se puede decir que un modelo focaliza la atención sobre determinados aspectos de un proceso. Como se expuso antes, un modelo es una abstracción de la realidad, por lo que representa de una forma parcial y simplificada la realidad, por este motivo no todas las partes o aspectos de un proceso son tomadas en cuenta al momento de realizar un modelo. También existen enfoques con diferentes niveles de abstracción, por ejemplo, los modelos genéricos contra los modelos específicos, como así también modelos con diferentes objetivos [MCC, 1995]:

- Descriptivos, cuyo objetivo es describir un proceso que se está llevando a cabo. Se pueden distinguir dos clases de modelos descriptivos:
 - Informales, que tienen como objetivo proporcionar un modelo cualitativo e informal.
 - Formales, que están relacionados con la evaluación, mejora y predicción de procesos.
- Prescriptivos, cuyo objetivo es definir los medios necesarios o recomendados para la ejecución de un proceso. Se los clasifica en:
 - Manuales, que pueden ser estándares, como el proceso marco de ISO 12207 [ISO/IEC 12207, 2008].
 - Automáticos, que realizan actividades relacionadas con la asistencia, soporte, gestión y técnicas de producción de software asistida por computadoras. Estos modelos son especificaciones computarizadas de estándares de procesos de software. Este tipo de modelos, a su vez, se puede clasificar en: orientado a actividades u orientado a personas, en función de los aspectos en los que se centran.

Otra clasificación es la establecida en [CUR, 1992], donde se indica que la definición de un proceso puede ser analizada desde los siguientes puntos de vistas o perspectivas:

- Funcional, en el cual se describen qué actividades se deben llevar a cabo y qué flujo de entidades de información (documentos, productos, etc.) es importante para realizar las actividades.
- De comportamiento, que especifica cuándo y cómo deben ejecutarse las actividades, lo cual incluye identificar secuencias, paralelismos, sincronización, iteraciones, etc., y bajo qué condiciones son realizadas las actividades. Asimismo, puede especificar el ciclo de vida de un ente como un artefacto, proceso, agente con formalismos como: diagrama de transición de estados, gráficos de estados, redes de Petri, etc.
- Organizacional, que tiene como fin mostrar dónde y quiénes son los agentes que intervienen en la realización de qué actividades en cumplimiento de roles, como así también qué estrategias de comunicación y dinámica de grupos se aplican.
- De información, que se centra en los artefactos producidos o requeridos por las actividades (o procesos), en la estructura de los artefactos y sus interrelaciones, y en las estrategias de administración de cambios de artefactos y seguimiento de los mismos.

En [OLS, 1997] y [OLS, 1998], aparte de las vistas mencionadas, se define una vista metodológica, en la cual se muestra particularmente qué constructores centrados en modelos/lenguajes realizan las descripciones de las actividades.

Como el lector pudo observar, el proceso debería ser modelado desde distintos puntos de vistas, cada uno de los cuales resalta una cualidad del mismo. Si se hace una correlación entre los conceptos que mencionamos como importantes al definir el término proceso (actividad, artefacto, roles) las vistas que serían importantes que estén presentes son las definidas por [CUR, 1992], es decir, funcional, de comportamiento, organizacional y de información. La completitud es otro punto relevante a tener en cuenta al momento de modelar las distintas vistas. Por ejemplo, la completitud de la vista de información va a estar dada por la cantidad de artefactos que se encuentran modelados en dicha vista sobre el total de artefactos.

En la Tabla 1 se realiza una asociación entre distintos lenguajes (base) y las perspectivas de información que estos cubren según [ACU, 2005].

Lenguaje Base	Punto de vista
Lenguaje de Programación Procedural	Funcional
	De Comportamiento
	De la Información
Análisis y Diseño de Sistemas, incluyendo Diagramas de Flujo de Datos y técnicas de diseño de estructurado	Funcional
	Organizacional
	De la Información
Lenguajes y aproximaciones de Inteligencia Artificial, incluyendo las reglas y pre/post condiciones	Funcional
	De Comportamiento
Eventos y Disparadores / Control de Flujo	De Comportamiento
Diagramas de Transición de Estados y Redes de Petri, Diagramas de Estado	Funcional
	De Comportamiento
	Organizacional
Lenguajes Funcionales / Lenguajes Formales	Funcional
Modelado de Datos, incluyendo Diagramas Entidad/Relación, datos estructurados y declaraciones de relación	De la Información
	Organizacional
Modelado de Objetos	De la Información
Modelado Cuantitativo	De Comportamiento
Redes de Precedencia, incluyendo modelado de dependencias de actores	De Comportamiento
	Organizacional

Tabla 1. Perspectivas de análisis de los procesos y lenguajes base aplicables.

En [FIN, 1994] se define un modelo de proceso como la descripción de un proceso expresado en un lenguaje de modelado adecuado. Esto significa que no todos los lenguajes son apropiados para representar un proceso determinado, esto se debe a que cada lenguaje de modelado tiene sus propias ventajas y

desventajas, las cuales lo hacen aptos para representar determinadas vistas y no para otras (recordar Tabla 1). Algunos lenguajes o herramientas de modelado son:

- Redes de Petri,
- Diagrama de Actividad de UML,
- SPEM (Software Process Engineering Metamodel),
- XPDL (XML Process Definition Language),
- BPMN (Business Process Modeling Notation),
- IDEF0 (Integration DEFinition method),
- Diagrama ETVX (Entry, Task, Verification and Exit),
- etc.

Cada lenguaje nos permite observar, con mayor detalle, el proceso desde algunas de las vistas mencionadas. Una forma de comparar los diferentes lenguajes es en base a la cantidad de patrones de «workflow» [VAN, 2003] que estos son capaces de modelar. Estos patrones son una de las herramientas principales que se utilizan al momento de analizar el nivel de expresividad de las diferentes notaciones, debido a que:

- están ampliamente difundidos,
- han sido aceptados por la comunidad de investigadores,
- son comprensibles por los profesionales de la informática, y
- presentan el nivel de abstracción adecuado para comparar las características de los lenguajes y notaciones de modelado de procesos.

Según estudios realizados ([WHI, 2004] y [RUS, 2006]) en base a la cantidad de patrones de «workflow» soportados, se puede decir que tanto BPMN como los Diagramas de Actividades de UML 2.0 son muy similares, SPEM es más robusto que los anteriores dado que permite utilizar Diagramas de Proceso de Negocio de BPMN y Diagramas de Actividad de UML junto a otros diagramas, permitiendo atacar varias perspectivas. En cambio, IDEF0 es de menor expresividad que los anteriores debido a su limitada simbología (cajas y flechas).

Por último, es importante que el modelado del proceso se realice con un lenguaje de modelado adecuado y en lo posible estándar.

Los puntos que se mencionaron en esta sección (sección 3.2.) fueron de utilidad al momento de definir los atributos pertenecientes al proceso. Esta capacidad es por lo tanto especificada en el árbol de requerimientos (Tabla 14) utilizado en el estudio comparativo de estrategias de M&E. Para mayor detalle de la especificación del proceso de M&E, ver [BEC, 2009].

3.3. Metodología, Métodos y Herramientas

En [LAV, 2000] se indica que una medición efectiva y eficiente requiere un soporte metodológico y tecnológico. Esto se puede generalizar a cualquier actividad que requiera resultados concretos, es decir, es necesaria una metodología bien definida. La metodología permite que el resultado alcanzado sea estudiado y verificado, en cambio, sin una metodología este tipo de análisis no se puede asegurar. Durante mucho tiempo se ha considerado que la metodología era exclusiva de procesos de investigación. Sin embargo, una metodología se utiliza en las prácticas ingenieriles, por ejemplo, en una programación sistemática de actividades para afrontar organizadamente la ejecución de un plan con el fin de brindar la solución a un problema. Por consiguiente, la metodología es la base sobre la cual se construyen los estudios científicos y de ingeniería.

La metodología es una colección de métodos y herramientas (que la automatizan) para lograr un objetivo o necesidad de información. Se convierte en una hoja de ruta para la gestión y control de proyectos y programas proporcionando orientación a los integrantes del equipo. Ayuda a realizar tareas, respondiendo a preguntas básicas como: ¿Cómo puedo realizar este conjunto de tareas relacionadas? o ¿Cómo transformar la entrada de una actividad en una salida?, o ¿Qué artefacto se espera luego de la transformación?. La metodología puede cubrir una o más fases (compuesta de actividades) significativas de un proyecto.

Una metodología proporciona beneficios siempre y cuando sea adecuada para el proyecto, su entorno y su tecnología. El uso de una metodología adecuada frecuentemente mejora los costos y el tiempo disminuyendo el riesgo de falla del proyecto. Otros aspectos positivos de la utilización de una metodología es que ayuda al entrenamiento, entendimiento y comunicación entre los integrantes del equipo, proporciona herramientas y técnicas para la ejecución de las distintas actividades y puede llegar a proporcionar datos para la posterior medición del trabajo realizado.

La metodología no tiene por qué ser rígida pudiéndose adaptar para un proyecto en particular, siempre y cuando su esencia no cambie. Las herramientas y técnicas propuestas por la metodología se convierten en una “caja de herramientas” desde la cual se obtiene el medio para la realización correcta del trabajo.

Existen para el área de medición y evaluación, dos tipos de metodologías: una cuantitativa y otra cualitativa. La *metodología cuantitativa* es aquella que permite la obtención de información a partir de la cuantificación de los datos sobre variables numéricas, mientras que la *metodología cualitativa*, produce registros categóricos de las variables investigadas.

Otro concepto que cobra relevancia al mencionar el vocablo metodología es la palabra método. Un método es el modo específico de realizar una tarea o resolver un proceso (sección 3.2.1.). En tanto que la actividad especifica el “qué”, el método implementa el “cómo”. Si lo enmarcamos dentro de una metodología, los métodos son el medio para llevar a cabo las actividades propuestas por la metodología. Para cada actividad (del proceso) la metodología debería proponer un conjunto de métodos y técnicas adecuadas, indicando de ser posible en qué situaciones es más apropiado utilizar uno u otro. Asociado a los distintos métodos o incluso a la metodología pueden existir herramientas que los automaticen. Contar con herramientas automáticas o semiautomáticas puede proveer una mayor confiabilidad en el resultado obtenido y un ahorro del tiempo que lleva realizar una tarea manualmente.

A partir de lo expuesto en esta sección se puede concluir que es importante que una estrategia de medición y evaluación posea una metodología integral, robusta y flexible. Que dicha metodología este explícitamente documentada y que cubra parcial o totalmente las actividades del proceso. Además de realizar un aporte ingenieril al proponer un enfoque sistemático y disciplinado que se adecue al objetivo de la estrategia, la metodología debe especificar para las fases y actividades del proceso, cómo instanciar métodos, procedimientos, criterios y herramientas apropiados con el fin de transformar entradas en salidas para cada actividad. Todas las actividades propuestas por la metodología deberían tener al menos un método que la soporte. Para una mayor objetividad es deseable que la metodología sea cuantitativa.

Al igual que, como ocurre con el marco conceptual, es importante que la metodología sea documentada utilizando la base terminológica. Esto provee una clara definición de los conceptos y asiste a las personas que tienen que aprender la metodología para poner en práctica la estrategia.

Lo expuesto en esta sección (sección 3.3.) fue el punto de referencia utilizado al momento de definir los atributos del árbol de requerimientos pertenecientes al pilar de la metodología presentado en la Tabla 14 de la sección 5.1.

3.4. Algunos Estándares en el área de M&E

La definición que proporciona la Real Academia Española del término estándar es “que sirve como tipo, modelo, norma, patrón o referencia”. Un estándar proporciona ventajas tanto a las empresas como a sus clientes. Las empresas se benefician ya que la adopción de un estándar le permite la cooperación entre ellas sin limitar la posibilidad de competir, mientras que a los clientes, les permite elegir entre aquellos proveedores que cumplen con un estándar determinado y que, por tanto, crean productos que son compatibles con las normas.

Existen estándares «*de jure*» y estándares «*de facto*». Los primeros, también llamados oficiales, han sido aprobados y sancionados por un organismo oficial de estandarización como por ejemplo ISO (International Standards Office) y en algunos casos pueden llegar a ser de cumplimiento obligatorio. Este es el caso, por ejemplo, de las páginas web oficiales que deben cumplir un determinado nivel de accesibilidad para discapacitados. En cambio los estándares de facto son aquellos que pueden tener una amplia aceptación, aunque no hayan sido sancionados por un organismo de estandarización oficial. Un ejemplo, son las recomendaciones realizadas por la W3C (*World Wide Web Consortium*) para el desarrollo de páginas web. En algunos casos los estándares «*de facto*» ampliamente aplicados pasan a ser reconocidos como estándares formales. Otro ejemplo que es digno de mencionar es UML que surge, en 1994, de la unificación de la notación de modelado de los principales métodos de desarrollo de software creados por Booch, Rumbaugh y Jacobson. En noviembre de 1997 fue adoptado por la OMG (Object Management Group) como una de sus especificaciones y desde entonces se ha convertido en un estándar «*de facto*» para visualizar, especificar y documentar los modelos que se crean durante la aplicación de un proceso de desarrollo de software.

El éxito de un estándar radica en su nivel de aceptación, por lo que un grupo de estandarización debe ser un organismo que se encargue de recopilar requisitos de múltiples fuentes y elabore con ellos una especificación consensuada. La obtención de un estándar formal se consigue como resultado de los esfuerzos combinados de numerosos organismos y consorcios que se agrupan de acuerdo a tres niveles de trabajo:

- Nivel de especificación. Su objetivo es elaborar las recomendaciones basadas en el análisis de las necesidades y proponer la especificación elaborada a la comunidad de modo que se pueda experimentar, corregir y actualizar en función de las nuevas necesidades detectadas.
- Nivel de validación. Su objetivo es desarrollar nuevos productos que incorporan las especificaciones elaboradas en el paso anterior, y se inician programas piloto con el fin de valorar la efectividad y aplicabilidad de la especificación.
- Nivel de estandarización. Su objetivo es el refinamiento, consolidación, clarificación de los requisitos de las especificaciones que ya han sido validadas para luego ser sancionada por un organismo oficial de estandarización.

Son muchas las ventajas asociadas a la utilización de estándares. Por ejemplo, los estándares permiten incorporar de manera directa conocimiento y buenas prácticas que fueron analizadas, probadas y optimizadas por los mayores referentes del área (instituciones, organizaciones de industria y servicios, y academia). Además, al obtenerse un producto que cumple con las reglas de estandarización, lo que indirectamente deriva en un aumento de su calidad, se incrementa el mercado potencial debido que se simplifica la integración con otros productos.

Algunas de las desventajas de los estándares «*de jure*» que favorece a la aplicación de los «*de facto*», es que los primeros generalmente son pagos y es necesario desembolsar una cantidad importante de dinero para su aplicación. Por otro lado, reaccionan más lentamente a los cambios del mercado debido a que su modificación se basa en una estructura burocrática lenta.

A continuación, se presentan los estándares utilizados como guía al momento de definir el árbol de requerimientos (Tabla 14 del capítulo 5) que permite la evaluación de las estrategias de M&E y su posterior medición, ya que se definieron métricas que para la obtención de su valor era necesario recurrir a los estándares del área. Los estándares tomados como referencia pertenecen al organismo internacional de estandarización ISO y tienen que ver con la especificación de requerimientos no funcionales, la medición y la evaluación de productos de software.

3.4.1. ISO/IEC 9126

Es un estándar internacional para dar soporte a la evaluación del producto software. Está dividido en cuatro partes, cada una presentada en documentos distintos, que tratan de: modelos de calidad [ISO/IEC 9126-1, 2001], métricas externas [ISO/IEC TR 9126-2, 2003], métricas internas [ISO/IEC TR 9126-3, 2003] y métricas para calidad en uso [ISO/IEC TR 9126-4, 2004]. Sólo la primera parte, ISO 9126-1, es un estándar aprobado y publicado, siendo el resto de las partes de la norma, informes que se encuentran en la fase llamada Technical Report (TR).

Considera al producto software en un sentido amplio que incluye códigos fuente y ejecutables, especificaciones de requerimientos, descripciones de arquitectura, la aplicación software (sistema) ejecutándose en una infraestructura real, etc. El modelo de calidad de software proporcionado en [ISO/IEC 9126-1, 2001], establece que cualquier componente de la calidad puede ser descrito en términos de características básicas, cada una de las cuales se detalla a través de un conjunto de subcaracterísticas que permiten profundizar en la evaluación de la calidad de productos de software. A continuación, en la Tabla 2, se muestra la pregunta central que atiende cada una de estas características.

Características	Pregunta Central
Funcionalidad	¿Las funciones y propiedades satisfacen las necesidades explícitas e implícitas?
Confiabilidad	¿Puede mantener el nivel de rendimiento, bajo ciertas condiciones y por cierto tiempo?
Usabilidad	¿El software es fácil de usar y de aprender?
Eficiencia	¿Es rápido y minimalista en cuanto al uso de recursos?
Mantenibilidad	¿Es fácil de modificar y verificar?
Portatibilidad	¿Es fácil de transferir de un ambiente a otro?

Tabla 2. Características consideradas en ISO-9126 y aspecto que atiende cada una.

Cada subcaracterística no puede ser evaluada, sino a través de sus atributos, que no son especificados por la norma, ya que son dependientes del producto software evaluado y variarán según la naturaleza del mismo (lenguaje, paradigma de programación, complejidad tecnológica, etc.). Por lo tanto, el estándar [ISO/IEC 9126-1, 2001] provee un marco para que las organizaciones definan un modelo de calidad para el producto software, a partir de dichas características y sub-características. Por lo tanto, cada organización tiene la tarea de especificar (instanciar) el modelo ISO según sus propias necesidades específicas para proyectos de M&E, en consideración de tipos de usuario específicos.

El resto de los documentos que pertenecen al estándar son reportes técnicos que informan sobre métricas y poseen una estructura similar. El documento [ISO/IEC TR 9126-2, 2003] se dedica a las métricas externas del producto. Las métricas externas son aquellas aplicables a atributos del software en estado de ejecución (que puede ser en un entorno simulado). El documento [ISO/IEC TR 9126-3, 2003], es similar a la segunda parte sólo que se enfoca en métricas internas del producto. Las métricas internas son aquellas que

no dependen de la ejecución del software, es decir, aplicables a productos en etapas tempranas del ciclo de vida. Por último, el documento [ISO/IEC TR 9126-4, 2004] especifica métricas de calidad en uso; estas sólo están disponibles cuando el producto final es usado por usuarios reales en contextos específicos de trabajo. Se puede resumir que las métricas internas miden al software en sí mismo, las métricas externas miden el comportamiento del sistema basado en computadora que incluye el software, y las métricas de calidad en uso miden los efectos de utilizar el software en un contexto específico de uso por usuarios reales. Se debe tener en cuenta que la calidad interna no necesariamente implica calidad externa y esta a su vez la calidad en el uso.

Las métricas definidas por cada una de estas partes se aplican a la medición de los atributos pertenecientes a las seis características de calidad definidas en ISO/IEC 9126-1 y no pretenden ser un conjunto exhaustivo. Desarrolladores, evaluadores, gerentes de calidad y clientes pueden seleccionar las métricas para la definición de requerimientos, evaluación de productos de software, medición de aspectos de calidad y cualquier otro propósito. Las tres partes están estructuradas de la siguiente forma: (1) una explicación de cómo aplicar las métricas de calidad de software, (2) un conjunto básico de métricas para cada subcaracterística, y, por último (3) un ejemplo de cómo aplicar las métricas durante el ciclo de vida del producto de software. Todas las partes comparten un vocabulario común que se encuentra especificado en un glosario de términos donde aparece el término y su definición.

El espíritu de este estándar fue utilizado durante dos etapas del estudio comparativo. La primera vez que se utilizó fue en la definición de los requerimientos no funcionales donde se tuvo que armar el modelo de calidad que evalúa la calidad de las estrategias de M&E (ver sección 5.1.). El modelo definido (para el ente “recurso” en vez del ente “producto”) sigue la estructura propuesta por el estándar (características, subcaracterísticas y atributos) y fue instanciado –donde era posible, con conceptos propuestos por él (Modularidad, Adecuación, Conformidad, etc.). La segunda vez que se tuvo en cuenta este estándar fue durante la medición, ya que una de las métricas definidas requiere que se cuantifique el número de términos que están definidos en un estándar de dominio. Para la medición de esta métrica se tuvo en cuenta el estándar ISO/IEC 9126-1 más los estándares ISO/IEC 14598 y ISO/IEC 15939 definidos a continuación.

3.4.2. ISO/IEC 15939

El estándar [ISO/IEC 15939, 2007], denominado “Systems and software engineering - Measurement process”, define un proceso de medición aplicable en la ingeniería de software y las disciplinas de gestión. El proceso es descrito por medio de un modelo que define actividades del proceso de medición que son necesarias para especificar adecuadamente qué información de medición es requerida, cómo las medidas y los resultados del análisis son aplicados, cómo determinar si el análisis de los resultados es válido. El proceso de medición es flexible y puede ser adaptado a las necesidades de los diferentes usuarios.

Este estándar incluye dos componentes importantes: uno es el proceso de medición de software, y el otro es el modelo de información de la medición. El proceso de medición de software es direccionado por la necesidad de información de la organización. Esto es, por cada necesidad de información el proceso produce información del producto que intenta satisfacerla. Identifica las actividades y tareas necesarias para definir, seleccionar, aplicar y mejorar la medición dentro de un proyecto en particular o dentro de la estructura de medición organizacional. El modelo de información de la medición establece un enlace entre las medidas y la necesidad de información, describiendo cómo los atributos relevantes son cuantificados y convertidos en indicadores para proveer las bases para la toma de decisiones. Las entidades a medir pueden incluir procesos, productos, proyectos y recursos.

El estándar también provee definiciones de términos de medición usados comúnmente dentro de la industria del software. ISO/IEC 15939 se concentra principalmente en los conceptos del proceso de

medición, aunque cubre algunos otros referidos a medidas y objetivos. Con respecto a las medidas, básicamente se basa en los conceptos de la norma ISO/IEC 14598 e ISO IEC 9126 aunque algunos términos son definidos nuevamente con el fin de ajustarse en la medida de lo posible con la ISO/IEC Guide 99:2007² [ISO/IEC Guide 99, 2007]. Esta última, fue la razón por la cual se lo utilizó durante la etapa de medición del estudio comparativo de estrategias de M&E.

3.4.3. ISO/IEC 14598

El estándar ISO/IEC 14598, denominado “Information technology - Software product evaluation”, consta de una serie de seis normas que proporcionan un marco de trabajo para evaluar la calidad de todos los tipos de productos de software e indica los requisitos para los métodos de medición y evaluación del proceso. El propósito de la evaluación de la calidad del software es hacer que tanto el desarrollo y la adquisición del software cumplan las expectativas y necesidades del usuario. Por lo tanto, esta norma define el proceso de evaluación y provee los requerimientos y las guías que conducen a evaluaciones de calidad.

Como se comentó en el primer párrafo, el estándar ISO/IEC 14598 consta de seis normas, que se detallan a continuación:

- La primera parte [ISO/IEC 14598-1, 1999], denominada “Information technology - Software product evaluation - Part 1: General overview”, provee una visión general de las otras cinco partes y explica la relación entre este estándar y el modelo de calidad definido por la ISO/IEC 9126. Adicionalmente, puntualiza los términos técnicos usados, contiene requerimientos generales para la especificación y evaluación de la calidad del software y clarifica los conceptos generales. Esta parte provee un marco para la evaluación de la calidad de todos los tipos de productos software prescribiendo un proceso de evaluación que se divide en los siguientes pasos: (1) Establecer los requerimientos de evaluación. (2) Especificar la evaluación. (3) Planear la evaluación. (4) Ejecutar la evaluación. (5) Obtener conclusiones sobre los resultados de la evaluación y sobre los métodos empleados. También enuncia los requisitos para los métodos de medición y evaluación de productos de software. La primera parte de la norma está dirigida a los desarrolladores, adquirentes y evaluadores independientes que estén encargados de la calidad del software. Los resultados de la evaluación pueden ser utilizados por una amplia gama de personas en la organización. La idea es que los resultados de la evaluación sean útiles a los analistas -los cuales pueden establecer relaciones entre las métricas internas y externas; y, al personal encargado de la mejora de procesos -los cuales a partir de la examinación de la información de calidad del producto pueden mejorar los procesos. Las guías presentadas por esta norma no son específicas del software por lo que pueden ser aplicadas a otros productos complejos.
- La segunda parte [ISO/IEC 14598-2, 2000], denominada “Software engineering - Product evaluation - Part 2: Planning and management” tiene como objetivo clarificar los requisitos que deberían ser provistos por la organización con el fin de asegurar el éxito de la evaluación. Brinda requerimientos, recomendaciones y guías para las funciones de soporte a la evaluación del producto software. Las

² El objetivo de este estándar, conocido como VIM, es servir como referencia para estándares y metodologías relacionadas con la medición, armonizando de esta manera la nomenclatura actual. Para ello recopila un conjunto de definiciones y términos relacionados con la ciencia de la medición (metrología) en general, incluye diagramas conceptuales (muestran de manera más evidente las relaciones entre términos), ejemplos y todo tipo de información complementaria.

funciones de soporte abarcan: la gestión de la evaluación y la gestión de las tecnologías necesarias para la evaluación. Dentro de la gestión de la evaluación se debe motivar y entrenar a la gente para el desarrollo de las actividades de evaluación, preparar los documentos y métodos de evaluación adecuados y responder sobre las tecnologías de evaluación, todo dentro de un nivel organizacional y de proyecto. En cambio, la gestión de la tecnología está relacionada a la planificación y gestión de los procesos de evaluación de software, métricas y herramientas. Esto incluye la gestión del desarrollo, adquisición, estandarización, control, transferencia y retroalimentación de las experiencias tecnológicas con la organización. Esta parte de la norma está dirigida a personas responsables del aseguramiento de la calidad, aunque puede ser aplicado a administradores involucrados en otras actividades relacionadas al software.

- La tercera parte [ISO/IEC 14598-3, 2000], denominada “Software engineering - Product evaluation - Part 3: Process for developers”, está pensada para ser usada durante el desarrollo de software y está dirigida a las personas que miden y evalúan la calidad del software. Es aplicable a todas las fases del ciclo de vida del desarrollo en aquellas actividades que requieren un proceso disciplinado. Además, provee guías para clarificar los requerimientos de calidad, implementar y analizar las medidas de calidad del software. Se focaliza en la selección y reporte de los indicadores que son útiles para predecir la calidad del producto final mediante la medición de la calidad de los productos intermedios.
- La cuarta parte de la norma [ISO/IEC 14598-4, 1999], denominada “Software engineering - Product evaluation - Part 4: Process for acquirers”, contiene requerimientos, recomendaciones y guías para la medición y evaluación sistemática de la calidad de un producto software durante la adquisición o modificación de un producto software empaquetado («off-the-shelf»). Esta parte hace referencia al modelo de calidad descrito en ISO/IEC 9126, expande el proceso general de evaluación de calidad de software definido en su primera parte (ISO/IEC 14598-1) y usa el proceso para adquisición definido en la norma ISO/IEC 12207 [ISO/IEC 12207, 2008]. Puede ser usado junto con los siguientes documentos ISO/IEC 14598-2, ISO/IEC 14598-3 and ISO/IEC 14598-6. Los pasos del proceso de evaluación que presenta es similar al detallado en ISO/IEC 14598-5, sólo que el contexto de uso es bastante diferente. El proceso de evaluación descrito en esta parte ayuda a decidir la aceptación de un producto o la selección de un producto entre productos alternativos. El proceso de evaluación es flexible por lo que puede ser adaptado a la naturaleza del producto evaluado y de manera efectiva en su costo. Está dirigido a usuarios finales quienes planean adquirir productos software y a los proveedores de tales productos. En este último caso, especialmente a gerentes de proyectos, ingenieros involucrados en el desarrollo y mantenimiento de software.
- La quinta parte de la norma [ISO/IEC 14598-5, 1999], denominada “Information technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators”, provee requisitos y recomendaciones para la aplicación práctica de la evaluación de productos software cuando existen varias partes que necesitan entender, aceptar y confiar en los resultados de la evaluación. Los conceptos descritos en ISO/IEC 9126 pueden aplicarse para este estándar. El proceso descrito en esta parte define las actividades necesarias para: (1) analizar los requerimientos de evaluación, (2) especificar, diseñar y llevar a cabo acciones de evaluación, y (3) concluir con la evaluación de cualquier tipo de producto software. El proceso presentado puede ser usado para evaluar productos existentes, componentes que necesitan ser provistos o productos en desarrollo. En caso de que la evaluación sea de un producto en desarrollo, el proceso de evaluación necesita ser sincronizado con el proceso de desarrollo de software y los componentes del producto son evaluados como entregables. Este estándar está dirigido a: evaluadores de laboratorios de testeo cuando proveen servicios de evaluación de productos software, proveedores de software cuando planifican la evaluación de sus productos incluso cuando el testeo esta previsto por empresas independientes, adquirentes de software cuando solicitan información de evaluación a los proveedores o a los laboratorios de

testeo, usuarios de software cuando evalúan productos o cuando utilizan los reportes provistos por los laboratorios de testeo, y cuerpos de certificación cuando definen esquemas para los productos de software.

- La última parte de la norma [ISO/IEC 14598-6, 2001], denominada “Software engineering - Product evaluation - Part 6: Documentation of evaluation modules” define la estructura y contenido de la documentación que se utiliza para describir los módulos de evaluación. Estos módulos se utilizan dentro del contexto de la ISO/IEC 9126 y el resto de las partes de esta norma. Esta parte del estándar está dirigida a los expertos en laboratorios de testeo, institutos de investigación y otros cuando producen nuevos módulos de evaluación.

Para el desarrollo de esta tesis se tomó en consideración únicamente la parte 1 y la 5 de este estándar. Como el lector pudo apreciar los estándares ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126 están muy relacionados y más allá de que ambos comparten la misma terminología existen inconsistencias a raíz de la utilización de ciclos de vida separados para la especificación de requisitos y para la evaluación del producto. Por esta razón, surge el proyecto SQuaRE que trata de crear una convergencia entre ambos estándares (entre otras motivaciones) eliminando las distancias, conflictos y ambigüedades entre ellos. El resultado de este proyecto es el estándar ISO/IEC 25000, el cual se mencionó en la sección 2.1. y consiste de cinco divisiones: (1) Gestión de la calidad, (2) Modelo de calidad, (3) Medición de la calidad, (4) Requerimientos de calidad y (5) Evaluación de la calidad. Este estándar provee algunas de las siguientes ventajas respecto a sus predecesores:

- Coordinar las guías sobre medición y evaluación de calidad de producto software.
- Ofrecer una guía para la especificación de los requerimientos de calidad de producto software.

Mientras que las principales diferencias entre las series de estándares internacionales ISO/IEC 9126, ISO/IEC 14598 y SQuaRE son:

- La introducción de un nuevo modelo de referencia general.
- La introducción de una guía detallada y dedicada para cada división.
- La introducción de elementos de medias de calidad dentro de la división de medición de la calidad.
- La introducción de la división requerimientos de calidad.
- La incorporación y revisión del proceso de evaluación.
- La introducción de guías de prácticas en forma de ejemplos.
- La coordinación y armonización con el contenido del ISO/IEC 15939.

El estándar SQuaRE provee términos y definiciones, modelos de referencia, guías generales y guías individuales para cada división y estándares internacionales para propósitos de especificación, planificación, gestión, medición y evaluación de requerimientos. Por lo que reemplaza las series de estándares ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126. Este estándar no fue tomado en consideración en el momento de la medición ya que al momento de la recolección de los datos (de setiembre a diciembre de 2010) no se habían publicado algunos documentos claves de la serie.

Para ver el árbol de requerimientos donde se definieron los conceptos que evalúan a una estrategia integrada de M&E definidos a partir de lineamientos de estos estándares y de nuestra propia estrategia ver la sección 5.1.

Capítulo 4: Fundamentos de las Estrategias Integradas GOCAME y GQM⁺Strategies

En el capítulo anterior se presentaron los conocimientos necesarios para que el lector pueda comprender los distintos fundamentos que consideramos importantes al momento de evaluar una estrategia integrada de M&E (sección 3.1., 3.2. y 3.3.). También, se mencionaron los estándares que fueron tenidos en cuenta para el desarrollo de la tesis (sección 3.4.). A continuación, se describirán las dos estrategias seleccionadas que forman parte del estudio comparativo: GOCAME (sección 4.1.) y GQM⁺Strategies (sección 4.2.). La selección se basó en los criterios mencionados en la introducción, siendo importante el criterio de nivel de integración de las tres capacidades (características) enunciadas, con cierto nivel de cumplimiento simultáneo: marco/base conceptual, proceso y métodos/técnicas. Con cumplimiento simultáneo queremos indicar que el valor de entrada de estas tres características a la función de agregación (cuya salida es el valor del indicador de la calidad de las capacidades) sea distinto de cero, como se discutirá más adelante.

Cabe destacar, que la estrategia GOCAME fue utilizada para la realización de la evaluación propiamente dicha, abarcando el diseño de los requerimientos no funcionales, el diseño e implementación de la medición y la evaluación, finalizando con las actividades de análisis y recomendaciones.

La descripción de las estrategias se realiza a seguir describiendo de manera explícita las tres capacidades que se evaluarán posteriormente.

4.1. Estrategia GOCAME

GOCAME es una estrategia integrada de M&E que sigue un enfoque orientado a objetivos, sensible al contexto y centrada en la necesidad de información de una organización. Soporta de manera simultánea las tres capacidades indicadas, es decir, posee un marco conceptual centrado en una base terminológica, brinda soporte explícito para su proceso además de soporte metodológico/tecnológico. Está diseñada para permitir la definición de proyectos de M&E incluyendo descripciones de contexto, las que proveen análisis e interpretaciones más robustas y comparables entre resultados de evaluaciones a nivel de proyectos intra e inter-organizacionales [MOL, 2008].

4.1.1. Base y Marco Conceptual

La estrategia GOCAME posee su base terminológica definida en una ontología [OLS, 2004] a partir de la cual surge el marco conceptual C-INCAMI (Contextual - Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator) [OLS, 2008]. La ontología de Métricas e Indicadores provee un modelo de dominio

que define todos los conceptos, propiedades y relaciones. A su vez ayuda a diseñar las actividades de M&E. El marco C-INCAMI permite especificar los datos y metadatos utilizados en las actividades y artefactos del proceso, como así también, instanciar métodos y herramientas de soporte para automatizar todo o parte del proceso. A su vez el marco está estructurado en seis componentes.

La ontología de Métricas e Indicadores está compuesta por 38 conceptos y 21 relaciones, cada uno de ellos con su respectiva definición. En las tablas presentadas a continuación (de la Tabla 3 a la Tabla 7) se muestran los conceptos, su definición y sus sinónimos agrupados según el módulo o componente al cual pertenecen. Para la construcción de estas tablas se utilizaron las referencias [BEC, 2010], [OLS, 2008] y [OLS, 2004]. Para la enunciación y definición de los atributos pertenecientes a cada concepto mostrado, no presentados en este trabajo, ver [OLS, 2004]. Mientras que en la Tabla 8 se muestran las relaciones junto con su definición. En ambas tablas se coloca el nombre del concepto o relación y su equivalente en inglés debido a que las imágenes presentadas a más adelante están en este último idioma.

Términos pertenecientes al Módulo de Proyectos	
Proyecto	Esfuerzo de planificación temporal, que abarca la especificación de las actividades realizadas y las limitaciones de recursos para alcanzar una meta en particular. En inglés <i>Project</i> .
Proyecto de Requerimientos	Proyecto que permite especificar requerimientos no funcionales para las actividades de medición y evaluación. En inglés <i>Requirements project</i> .
Proyecto de Medición	Proyecto que permite, comenzando desde un proyecto de requerimientos, asignar métricas a atributos y almacenar los valores en un proceso de medición. En inglés <i>Measurement project</i> .
Proyecto de Evaluación	Proyecto que permite, comenzando desde un proyecto de medición y un modelo de conceptos del proyecto de requerimientos, asignar indicadores y realizar el cálculo en un proceso de evaluación. En inglés <i>Evaluation project</i> .
Proyecto de Medición y Evaluación	Proyecto que integra proyectos de requerimientos, medición y evaluación relacionados, permitiendo administrar y mantener la traza de todos los datos y metadatos relacionados. En inglés <i>Measurement and evaluation project</i> .

Tabla 3. Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Proyectos.

Términos pertenecientes al Módulo de Requerimientos No-Funcionales	
Atributo	Una propiedad física o abstracta medible de una categoría de entidad. Sinónimos: propiedad, característica. En inglés <i>Attribute</i> .
Necesidad de Información	Conocimiento necesario para la gestión de objetivos, metas, riesgos y problemas. En inglés <i>Information need</i> .
Concepto Calculable	Relación abstracta entre atributos de entidades y necesidades de información. Sinónimo: concepto mensurable ³ . En inglés <i>Calculable concept</i> .
Modelo de Concepto	Conjunto de subconceptos y relaciones entre ellos, que provee la base para especificar los conceptos para la evaluación o estimación. Sinónimo: modelo de características. En inglés <i>Concept model</i> .
Entidad	Un objeto concreto que pertenece a una categoría de entidad. Sinónimo: objeto. En inglés <i>Entity</i> .
Categoría de Entidad	Categoría del objeto que es caracterizado por la medición de sus atributos. En inglés <i>Entity category</i> .
Árbol de Requerimientos	Restricción en el tipo de relaciones entre los elementos del modelo conceptual, en relación con la teoría de grafos. En inglés <i>Requirements tree</i> .

Tabla 4. Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Requerimientos no funcionales.

³ Según ISO 2002 también llamadas característica y subcaracterísticas.

Términos pertenecientes al Módulo de Contexto

Contexto	Un tipo especial de entidad que representa el estado de la situación de una entidad, la cual es relevante para una necesidad de información particular. La situación de la entidad involucra la tarea, el propósito de la tarea y la interacción de la entidad con otras entidades con respecto a la tarea y su propósito. En inglés <i>Context</i> .
Propiedad de contexto	Un atributo que describe el contexto de una entidad dada, el cual es asociado a una de las entidades participantes en el contexto descripto. Sinónimos: atributo contextual, característica. En inglés <i>Context property</i> .
Entidad Contextual	Una entidad cuyo uso y/o interpretación son sensibles al contexto de destino en que se aplica y/o se considere. En inglés <i>Contextual entity</i> .

Tabla 5. Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Contexto.

Términos pertenecientes al Módulo de Medición

Métrica Directa	Métrica de un atributo que no depende de la métrica de ningún otro atributo. Sinónimos: métrica base, métrica simple. En inglés <i>Direct metric</i> .
Métrica Indirecta	Métrica de un atributo que es derivada de métricas de uno o más atributos. Sinónimos: métrica derivada, métrica híbrida. En inglés <i>Indirect metric</i> .
Medida	El número o categoría asignado a un atributo de una entidad, producto de una medición. En inglés <i>Measure</i> .
Medición	Actividad que usa la definición de una métrica para producir un valor de una medida. En inglés <i>Measurement</i> .
Método de Medición	Secuencia lógica de operaciones y heurísticas especificadas para permitir la realización de una descripción de una métrica por una medición. Sinónimos: regla de conteo, protocolo. En inglés <i>Measurement Method</i> .
Métrica Escala	El método de medición o de cálculo definido y la escala de medición. En inglés <i>Metric</i> .
Escala	Conjunto de valores con propiedades definidas. En inglés <i>Scale</i> .
Escala categórica	Escala donde los valores medidos o calculados son categorizados y no están expresados en unidades, en un sentido estricto. En inglés <i>Categorical scale</i> .
Escala numérica	Escala donde los valores medidos o calculados son números que pueden ser expresados en unidades, en un sentido estricto. En inglés <i>Numerical scale</i> .
Unidad	Cantidad particular definida y adoptada por convención, con la cual otras cantidades de un mismo tipo son comparadas con el fin de expresar su magnitud relativa a la cantidad. En inglés <i>Unit</i> .
Herramienta de software	Herramienta que automatiza parcial o totalmente una medición o método de cálculo. Sinónimo: instrumento. En inglés <i>Software tool</i> .
Método	Secuencia lógica de operaciones y posibles heurísticas, especificadas genéricamente, para permitir la realización de una descripción de actividad. Sinónimo: procedimiento. En inglés <i>Method</i> .
Función	Algoritmo o fórmula para combinar dos o más métricas. Sinónimos: fórmula, algoritmo, ecuación. En inglés <i>Function</i> .
Método de cálculo	Secuencia lógica particular de operaciones específicas para permitir la realización de una fórmula o descripción de indicador para un cálculo. En inglés <i>Computation method</i> .

Tabla 6. Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Medición.

Términos pertenecientes al Módulo de Evaluación	
Criterio de Decisión	Umbral, objetivos, o patrones usados para determinar la necesidad de actuar o investigar, o para describir el nivel de confianza en un resultado dado. Sinónimo: nivel de aceptabilidad. En inglés <i>Decision criterion</i> .
Indicador Elemental	Un indicador que no depende de otros indicadores para evaluar o estimar un concepto calculable. Sinónimos: preferencia elemental, criterio elemental. En inglés <i>Elementary indicator</i> .
Modelo Elemental	Algoritmo o función con criterios de decisión asociados que modela un indicador elemental. Sinónimos: función de criterio elemental. En inglés <i>Elementary model</i> .
Evaluación	Actividad que utiliza la definición de un indicador para producir un valor de indicador. Sinónimo: cálculo. En inglés <i>Evaluation</i> .
Indicador Global	Un indicador que es derivado de otros indicadores para evaluar o estimar un concepto calculable. Sinónimos: preferencia, criterio global. En inglés <i>Global indicator</i> .
Modelo Global	Algoritmo o función con criterios de decisión asociados que modela un indicador global. Sinónimos: puntuación, función, modelo de agregación. En inglés <i>Global model</i> .
Indicador	El método de cálculo y la escala definidos, además del modelo y los criterios de decisión para obtener una estimación o evaluación de un concepto calculable con respecto a la necesidad de información. Sinónimo: criterio. En inglés <i>Indicator</i> .
Valor de Indicador	El número o categoría asignado a un concepto calculable producto de un cálculo. Sinónimo: valor de preferencia. En inglés <i>Indicator value</i> .
Cálculo	Actividad que usa una definición de un indicador para producir un valor de indicador. Sinónimo: cómputo. En inglés <i>Calculation</i> .

Tabla 7. Ontología para M&E: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Evaluación.

De la lectura de los conceptos enunciados en la ontología de Métricas e Indicadores, se puede apreciar que muchos de ellos son utilizados por los estándares en el área de M&E mencionados en el capítulo anterior. Ejemplo de esto, son los términos atributo, entidad, necesidad de información, criterio de decisión, indicador, métrica, etc. En la mayoría de los casos, la definición de los términos en la ontología coincide con la dada en los estándares, en otros casos, se tienen diferencias en la definición o incluso hay términos que son nombrados de diferente forma pero comparten una misma definición.

Ejemplo de lo expresado en el párrafo anterior, es la definición del término atributo que coincide con la del estándar [ISO/IEC 14598-1, 1999] mientras que la definición de necesidad de información coincide con la del estándar [ISO/IEC 15939, 2007]. El caso de la definición de métrica indirecta es diferente. El estándar [ISO/IEC 14598-1, 1999] define «direct measure» e «indirect measure» (en vez de «direct» o «indirect metric»). Sin embargo, y teniendo en cuenta las definiciones de un mismo estándar ([ISO/IEC 14598-1, 1999]), los términos «measure» y «metric» no son sinónimos. «Metric», está definido en ISO/IEC 14598 como “*the defined measurement method and the measurement scale*”, mientras que el significado del término «measure» en el mismo estándar (significado adoptado en esta ontología) es “*the number or category assigned to an attribute of an entity by making a measurement*”. Estas definiciones reflejan claramente el hecho de que una medida (measure) es el valor resultante (o producto de salida) de una actividad de medición, mientras que una métrica (metric) representa la definición específica y explícita de dicha actividad de medición. Por último, se puede ver que el estándar [ISO/IEC 15939, 2007] habla de nivel de “bondad” del valor de una métrica, con similar significado al que nosotros enunciamos como Criterio de Decisión. Para ver con mayor detalle la discusión de los distintos términos ver [MAR, 2004].

Por lo expuesto, se puede concluir que GOCAME posee una gran riqueza en su base conceptual desde el punto de vista de su estructuración –ya que define sus conceptos y relaciones como una ontología, y a su vez, vemos que los términos de su base conceptual terminológica se corresponden con los

específicos y acordados para el dominio de M&E – esto es términos de un estándar o documento acordado para un dominio específico.

Nombre	Descripción
asociado_con	Uno o más atributos medibles se asocian con una o más entidades. En inglés <i>associated with</i> .
automatizado_por	Uno o más métodos pueden ser automatizados por ninguna o varias herramientas de software. En inglés <i>automated by</i> .
combina	Un concepto calculable combina (asocia) uno o más atributos medibles. En inglés <i>combines</i> .
contiene	Una métrica o un indicador contienen una escala específica. En inglés <i>contains</i> .
describe	Uno o más conceptos calculables se definen para satisfacer una necesidad de información concreta. De esta manera, un concepto calculable describe una necesidad de información concreta. En inglés <i>describes</i> .
evalua/estima	Un indicador evalúa/estima un concepto calculable. En inglés <i>evaluates/estimates</i> .
expresado_en	Una escala numérica se debe expresar en una unidad específica. En un sentido estricto, no existe la idea de unidad para escalas categóricas. En inglés <i>expressed in</i> .
tiene	Un modelo de indicador tiene uno o más criterios de decisión. En inglés <i>has</i> .
incluye	Una métrica incluye un método de cálculo o de medición específico. Un indicador incluye un método de cálculo específico. En inglés <i>includes</i> .
interpreta	Un indicador elemental puede interpretar cero o una métrica. En inglés <i>interprets</i> .
modelado_por	Un indicador elemental (o global) se modela por medio de un modelo elemental (o global). En inglés <i>modeled by</i> .
produce	Una actividad de medición (o cálculo) produce un valor de medida (o indicador) específico. En inglés <i>produces</i> .
cuantifica	Una o más métricas cuantifican un atributo. En inglés <i>quantifies</i> .
se_refiere_a	Una actividad de medición se relaciona a una métrica. Se pueden realizar cero o varias mediciones basándose en la misma métrica. En inglés <i>refers-to</i> .
indicadores_relacionados	Un indicador global se puede estructurar (agregar) en base a dos o más indicadores relacionados. En inglés <i>related indicators</i> .
métricas_relacionadas	Una métrica indirecta se puede estructurar en base a dos o más métricas relacionadas. En inglés <i>related metrics</i> .
se_relaciona_a	Una actividad de cálculo se relaciona a un indicador (descripción). Se pueden realizar cero o varios cálculos en base al mismo indicador. En inglés <i>related-to</i> .
representado_por	Un concepto calculable puede ser representado por cero o varios modelos de concepto. En inglés <i>represented by</i> .
especificado_por	Una métrica indirecta se especifica por medio de una función (o fórmula) dada. En inglés <i>specified by</i> .
subConcepto	Un concepto calculable puede ser compuesto por cero o varios sub-conceptos, los cuales son a su vez conceptos calculables. En inglés <i>subConcept</i> .
subEntidad	Una entidad se puede componer de cero o varias sub-entidades, las cuales son a su vez entidades. En inglés <i>subEntity</i> .

Tabla 8. Ontología para M&E: relaciones y sus definiciones.

El marco C-INCAMI está estructurado en seis componentes que abarcan todos los términos y relaciones descriptos en la ontología de Métricas e Indicadores (ver Figura 2). Los módulos son:

- 1) Definición de proyectos de M&E. Este módulo contiene el conjunto de conceptos necesarios para tratar con las actividades de medición y evaluación, roles y artefactos dentro de un proyecto de M&E. Con el propósito de facilitar el rol del administrador y permitir el reuso de conceptos se plantea una clara separación entre los aspectos relacionados a los distintos tipos de proyectos (*Project*)⁴

⁴ Los conceptos en cursiva se refieren a términos definidos en la ontología de métricas e indicadores en el trabajo [OLS, 2004] o en publicaciones posteriores.

involucrados en las actividades de M&E. El principal concepto de este componente es el proyecto de medición y evaluación (*Measurement and evaluation project*) el cual contiene un proyecto de requerimientos (*Requirements project*) concreto con la especificación de la necesidad de información y los requerimientos no funcionales. A partir de este proyecto de requerimientos, uno o más proyectos de medición (*Measurement project*) pueden ser definidos y asociados, a su vez, por cada proyecto de medición uno o más proyectos de evaluación (*Evaluation project*) pueden ser definidos. De este modo a partir de un proyecto de M&E se pueden administrar diferentes sub-proyectos. Cada proyecto tiene información acerca de su responsable, fechas de comienzo y finalización, entre otros meta-datos.

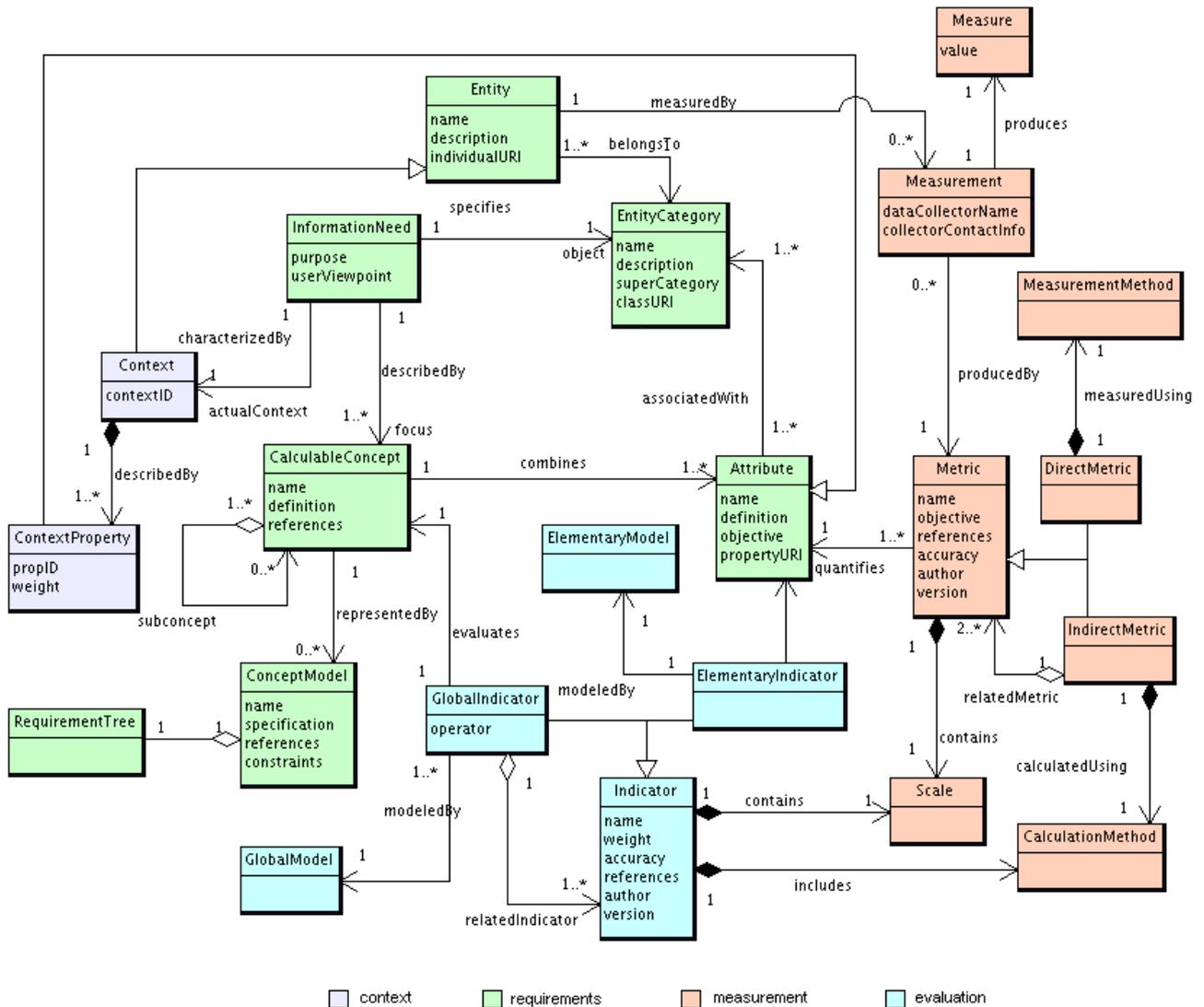


Figura 2. Principales conceptos y relaciones de los componentes del marco C-INCAMI.

2) Definición y especificación de requerimientos no funcionales. Este módulo permite definir la necesidad de información (*Information need*) de un proyecto de M&E, la cual pretende satisfacer un requerimiento no funcional de alguna entidad (*Entity*). La necesidad de información identifica un propósito particular (*purpose*) y un punto de vista (*user viewpoint*). Ejemplos de propósitos pueden ser “predecir”, “mejorar”, “controlar”, o como en el caso de estudio de esta tesis, cuyo objetivo es “comprender”, mientras que ejemplos de puntos de vista pueden ser “desarrollador”, “usuario final”, etc. Los requerimientos no funcionales son representados por un modelo de concepto (*Concept*

model) que incluye conceptos (*Calculable concept*), subconceptos y atributos (*Attribute*). Los atributos son propiedades cuantificables de la entidad bajo análisis.

3) Especificación del Contexto. Este módulo permite describir el contexto (*Context*) relevante para una necesidad de información por medio de propiedades (*Context property*). El contexto representa el estado relevante de la situación de una entidad a ser evaluada con respecto a la necesidad de información. Se considera que el contexto es un tipo especial de entidad donde se involucran entidades relacionadas.

4) Diseño y Ejecución de la Medición. Este módulo permite especificar las métricas directas (*Direct metric*) e indirectas (*Indirect metric*) que cuantifican a los atributos. Para diseñar una métrica (*Metric*) es necesario definir su método de medición (*Measurement method*) si es directa o de cálculo (*Calculation method*) si es indirecta y su escala (*Scale*). Las mediciones (*Measurement*) producen valores medidos (*Measure*).

5) Diseño y Ejecución de la Evaluación. Este módulo permite definir la evaluación (*Evaluation*) mediante el uso de indicadores (*Indicator*), que especifican cómo interpretar los valores de los atributos y de los conceptos de más alto nivel, permitiendo conocer de este modo el grado de satisfacción de todos los requerimientos para una necesidad de información dada. Un indicador elemental (*Elementary indicator*) interpreta el valor de un atributo mediante el uso de un modelo elemental (*Elementary model*), mientras que, un indicador global (*Global indicator*) permite evaluar un concepto de alto nivel de abstracción (*Calculable concept*), y su valor se deriva de otros indicadores haciendo uso de un modelo global (*Global model*). A su vez, los modelos tienen asociados criterios de decisión (*Decision criteria*).

6) Análisis y Recomendación. Este módulo tiene la finalidad de soportar el análisis de datos y brindar recomendaciones para la toma de decisiones.

Todos los módulos excepto el primero (Definición de proyectos de M&E) y el último (Análisis y Recomendación) están representados en el Figura 2. Si se revisan los estándares ISO relacionados a M&E ([ISO/IEC 14598-5, 1999] y [ISO/IEC 15939, 2007]) se esperaría que un marco conceptual de este área este estructurado de forma que permita manejar proyectos, requerimientos no funcionales, medición, evaluación y análisis. Incluso estos módulos podrían estar divididos en diseño e implementación. Teniendo en cuenta esta estructuración vemos que la estrategia GOCAME posee un marco conceptual que presenta una alta división en módulos o componentes. Por otro lado, el marco conceptual se encuentra modelado formalmente mediante el Lenguaje Unificado de Modelado (UML) [OMG-UML, 2004]. Por último, y como se dijo anteriormente, el marco conceptual está sustentado por la base conceptual ontológica, lo que permite que exista una alta correspondencia entre los términos utilizados en el marco y los definidos en la ontología. Esto especifica un vocabulario común, con una semántica bien definida, facilitando la interpretación de la información de métricas e indicadores en forma uniforme, y permitiendo que puedan ser comparados los resultados obtenidos en distintos proyectos de M&E en forma consistente.

4.1.2. Modelado del Proceso

Por otro lado, desde el punto de vista del soporte explícito al proceso de M&E [BEC, 2010], GOCAME cuenta con la definición y modelado de seis actividades principales mostradas en la Figura 3. A

continuación se describen dichas actividades⁵ mencionando su objetivo y los artefactos⁶ que se utilizan como entrada y como salida.

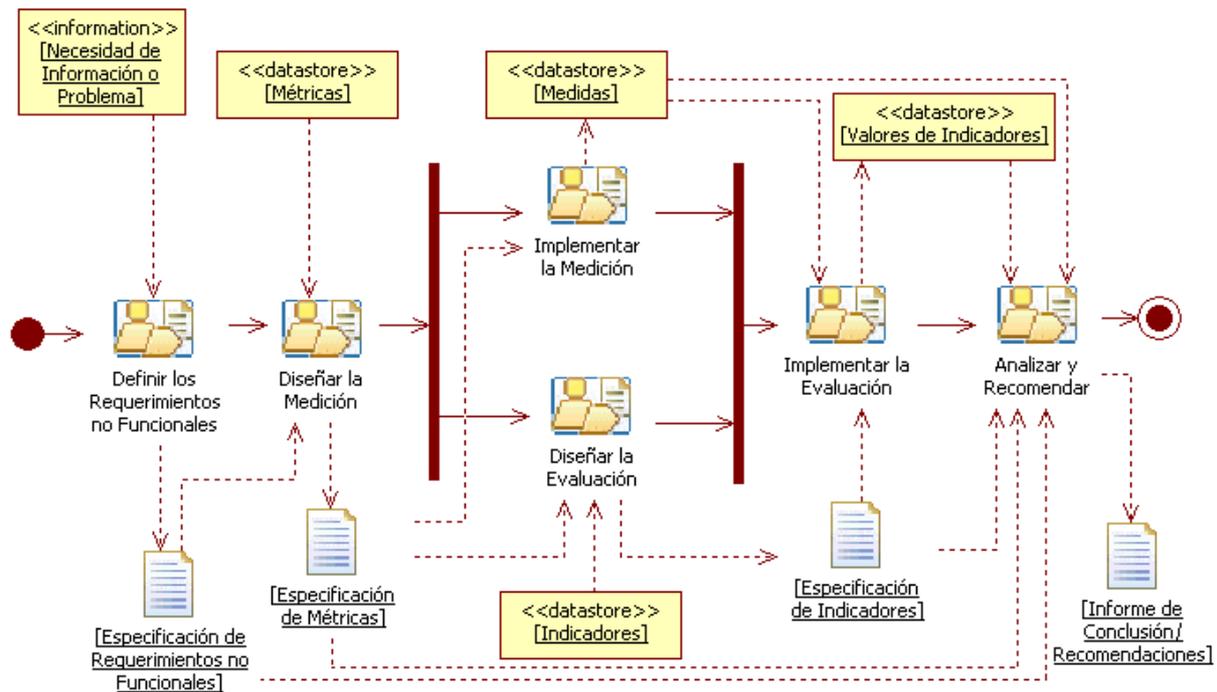


Figura 3. Principales actividades de la estrategia de medición y evaluación GOCAME.

4.1.2.1. Definir los requerimientos no funcionales

La primera actividad técnica a ejecutar en un proyecto de M&E es *Definir los requerimientos no funcionales*. Su objetivo es servir como guía al resto de las actividades que intervienen en el proceso. Su entrada es la *Necesidad de información o Problema* por el cual es necesario realizar las mediciones y evaluaciones. La *Especificación de requerimientos no funcionales* es el resultado de esta actividad.

El proceso de *Definir los requerimientos no funcionales* involucra los siguientes tres subprocesos (ver Figura 4), a saber:

- *Establecer la necesidad de información*
- *Especificar el contexto*
- *Seleccionar un modelo de concepto*

⁵ Se utiliza cursiva y subrayado al hacer mención de los nombres de las actividades del proceso. Notar que hay una correspondencia entre nombres de actividades y términos de C-INCAMI.

⁶ Se utiliza cursiva para hacer mención a nombres de artefactos o recursos consumidos o producidos por las actividades del proceso.

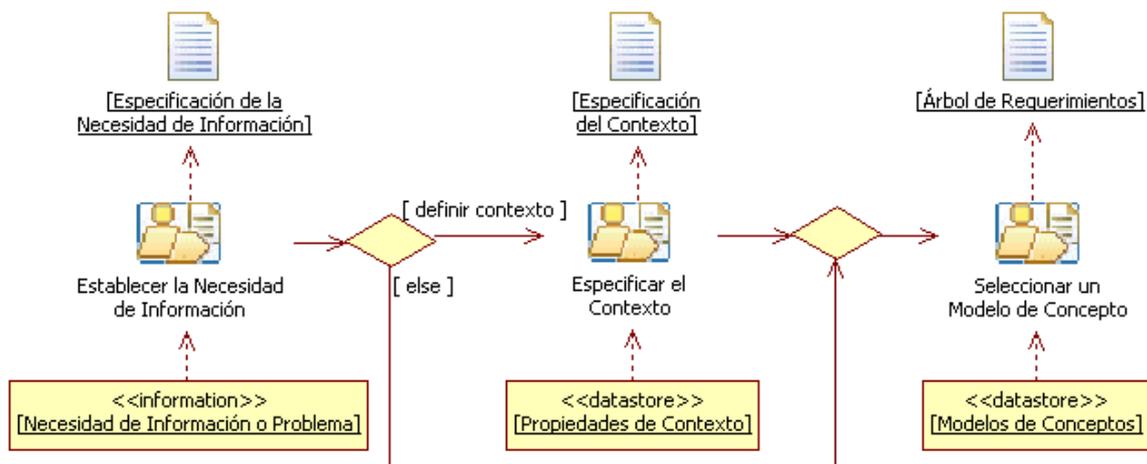


Figura 4. Flujo de actividades: Definir los requerimientos no funcionales.

Como se mencionó recién el primer paso es *Establecer la necesidad de información* para ello se debe:

- *Definir el propósito* que implica precisar cuál es el objetivo de la medición y evaluación que se llevará a cabo.
- *Definir el punto de vista de usuario* que involucra determinar cuál es el punto de vista que se tendrá en cuenta al realizar la evaluación.
- *Establecer el objeto* debe especificar cuál será la categoría de entidad (como ser un producto, un recurso, etc.) a ser caracterizada a través de la medición de sus atributos.
- *Establecer el ente* es una actividad opcional a esta altura. Esto se debe a que podría ocurrir que no se sepa aún cuál será la entidad concreta a evaluar, es decir, se desea establecer un programa de medición y evaluación genérico. Asimismo, también se da la posibilidad de establecer varios entes, por ejemplo, para los casos en los cuales se quiera comparar dos o más entidades. El establecer el ente en este momento del proceso puede favorecer la realización de la próxima actividad.
- *Identificar el foco* consiste en determinar cuál será el concepto⁷ de más alto nivel que se desea evaluar (por ejemplo calidad externa, calidad en uso, calidad de las capacidades). En esta actividad, también se puede llegar a identificar cuáles son los subconceptos asociados al foco.

De esta manera se completa el subproceso, teniendo como resultado un documento que contiene la *especificación concisa de la necesidad de información* (propósito, punto de vista de usuario, foco para la necesidad de información acordada, y la categoría de la entidad que será objeto de estudio).

Luego de *Establecer la necesidad de información* se debe *Especificar el contexto* en el cual se realizarán las mediciones con la finalidad de poder realizar análisis más consistentes de los resultados, principalmente, si estos provienen de distintos proyectos y organizaciones. La importancia del contexto [MOL, 2008] radica en que no es siempre factible obtener conclusiones válidas al evaluar un mismo producto en contextos distintos o bien en un contexto que no está claramente especificado. Como entrada a esta tarea se cuenta con una *base de datos (repositorio)* que contiene distintas propiedades de contexto y la *Especificación de la necesidad de información*. Como salida se obtiene la *Especificación de contexto*.

La especificación del contexto se lleva a cabo mediante dos actividades:

- La primera de ellas, *Seleccionar las propiedades relevantes*, implica identificar aquellas propiedades que son relevantes al contexto del proyecto en cuestión. La relevancia de una propiedad depende de

⁷ Recordar el término concepto calculable (Calculable concept) de la Tabla 4.

la necesidad de información especificada. Una vez definidas las propiedades que caracterizan el contexto, se debe proceder a cuantificar cada una de ellas haciendo uso de alguna métrica.

- El segundo paso se realiza iterativamente mediante la actividad *Cuantificar propiedad de contexto en base a la métrica asociada*. El objetivo es cuantificar cada propiedad de contexto haciendo uso de alguna métrica.

Al finalizar estas dos actividades, obtendremos como salida una *Especificación del contexto*, es decir, las propiedades más relevantes y sus valores. Por cuestiones de reuso, este subproceso cuenta con un repositorio de propiedades de contexto con sus métricas asociadas [RIV, 2007] lo que permite no sólo agilizar el proceso debido a que las propiedades y métricas están apropiadamente almacenadas, sino que brinda además un mayor grado de objetividad, ya que permite utilizar únicamente propiedades (y sus métricas asociadas) que hayan sido debidamente consensuadas por expertos en un proceso de discusión.

Seleccionar un modelo de conceptos es el último subproceso necesario para definir los requerimientos no funcionales. Hay que recordar que en la actividad de *Identificar el foco* se debía especificar cuál sería el concepto de mayor nivel de abstracción que se quería evaluar y si el caso lo permitía se podía llegar a definir una lista de subconceptos relacionados a este. Si bien en esta actividad se definen conceptos y subconceptos, no se especifica la forma en la cual se relacionan los mismos, es decir, no se especifica un modelo de concepto⁸. Para tal fin se ha diseñado el subproceso *Seleccionar un modelo de concepto*. Tiene como objetivo agregar o quitar conceptos, subconceptos y atributos además de especificar la forma en la cual se relacionan los mismos. Como entrada posee una *base de datos* que contiene los modelos de conceptos y como salida se obtiene el *Árbol de requerimientos*. El mismo comprende las siguientes actividades:

- *Seleccionar un modelo*. Se puede seleccionar un modelo estándar o de facto (definido por la propia organización) teniendo en cuenta el punto de vista del usuario y la especificación del contexto.
- *Editar el modelo* (opcional). En caso que el modelo elegido no sea totalmente adecuado a la necesidad, ya sea por relaciones inapropiadas o carencia de atributos, se tiene la posibilidad de editar el mismo. El árbol de requerimientos tendrá como raíz al concepto foco y como hojas a los atributos.

Recordemos que al finalizar las actividades descritas anteriormente se obtiene como salida un documento estructurado con la *especificación de los requerimientos no funcionales* que contiene un modelo de calidad instanciado (o árbol de requerimientos), el propósito, el punto de vista de usuario, la especificación del contexto, la categoría de la entidad a evaluar (y opcionalmente el ente) y el foco de la evaluación.

4.1.2.2. Diseñar la medición

Una vez definidos los requerimientos no funcionales, se conoce con claridad cuál es la finalidad del proceso de M&E, por lo que se puede identificar de manera objetiva cuales serán las métricas que se utilizarán en la medición. El objetivo de la actividad *Diseñar la medición* es establecer una métrica para cada atributo del árbol lo que permite obtener las medidas que cuantifican a los atributos de la entidad o entidades. Como se puede observar en la Figura 5, su entrada es el *modelo de calidad instanciado* y la *Especificación del contexto* mientras que su salida es la *Especificación de métricas*.

Es importante notar que este proceso no consiste en diseñar las métricas en sí, sino sólo en identificar y asignar las métricas más apropiadas para cuantificar cada uno de los atributos del árbol de requerimientos, seleccionándolas desde un catálogo (repositorio) de métricas. Estas métricas deberían

⁸ Recordar el término modelo de concepto (Concept model) de la Tabla 7.

haber sido diseñadas y acordadas previamente por expertos, por ejemplo, haciendo uso de algún sistema colaborativo de revisión de métricas, como el descrito en [BAF, 2006], donde se define el proceso deseable para la creación de métricas por medio del acuerdo de un grupo de expertos y/o interesados de la organización. Básicamente, *Diseñar la medición* consiste en (ver Figura 5):

- *Establecer ente* es una actividad opcional que se puede postergar ya que podría ocurrir que en este momento no se tengan aun claramente definidas cuál o cuáles son las entidades concretas. Pero es posible su realización debido a que la medición se realiza sobre atributos de una entidad concreta por lo que se debe permitir identificar las entidades que se van a evaluar.
- *Asignar una métrica a cada atributo* es una actividad iterativa que se debe realizar por cada uno de los atributos especificados en el árbol de requerimientos. Esta actividad está compuesta por cuatro sub-actividades, dos de las cuales son condicionales (ver Figura 5). La primera es *Identificar una métrica que cuantifique el atributo*, esta actividad se realiza a partir de la selección de la métrica adecuada en un catálogo de métricas teniendo en cuenta la *Especificación del contexto*. Lo cual permite utilizar siempre métricas que estén especificadas de una manera consistente y sean adecuadas para el propósito establecido en la necesidad de información. Si en el repositorio no existe una métrica adecuada, es necesario comenzar un proceso colaborativo de revisión de métricas que queda fuera del alcance de este estudio. En caso de que la métrica seleccionada sea una métrica indirecta, se deben identificar las métricas relacionadas y los atributos que son cuantificados por éstas. En definitiva, se deben ejecutar las actividades de *Identificar las métricas relacionadas* e *Identificar los atributos que son cuantificados por las métricas relacionadas*. Por último, dependiendo del tipo de métrica, directa o indirecta, esta posee un método de medición o de cálculo (ver Figura 2). Muchas veces el método puede estar automatizado por una o varias herramientas. En los casos en que exista alguna herramienta disponible que automatice el método se realiza la actividad *Seleccionar una herramienta*. La elección de la herramienta podría realizarse al momento de implementar la medición, por ser una tarea íntimamente relacionada con el acto de la medición en sí. Sin embargo, podría ocurrir que quién diseñe la medición sea una persona diferente a quién ejecute la medición, por lo que se podría asumir que aquel que se encarga del diseño de la medición sería más apto para saber cuál es la herramienta que debe emplearse acorde al objetivo establecido.

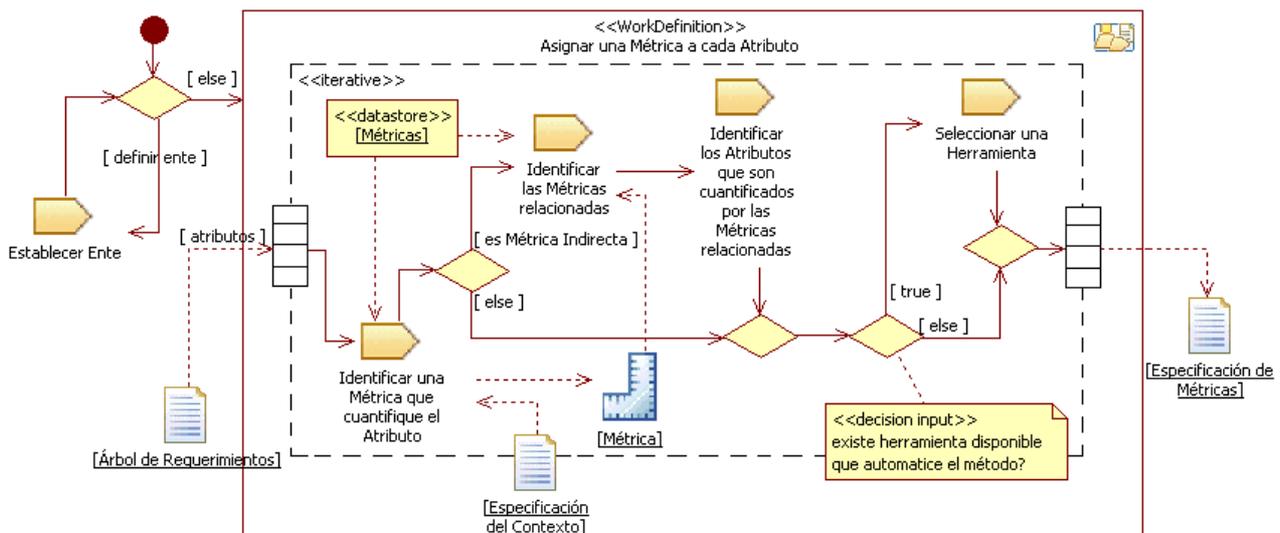


Figura 5. Flujo de actividades: Diseñar la medición.

La salida de la actividad *Diseñar la medición* es la *especificación de las métricas* asociadas a los atributos del árbol de requerimientos junto con la *especificación de las métricas relacionadas*.

4.1.2.3. Diseñar la evaluación

El objetivo de *Diseñar la evaluación* consiste en definir para cada atributo y concepto calculable del árbol de requerimientos un indicador⁹ que lo evaluará. Es decir, definir cómo se van a interpretar los valores de los atributos y conceptos, para finalmente obtener el grado de satisfacción brindado por los requerimientos. Esta actividad tiene como entrada los *conceptos, atributos y métricas* definidas en los procesos anteriores y la *base de datos* de donde se seleccionan los indicadores. Su salida es la *Especificación de indicadores*. Involucra a los siguientes subprocesos (ver Figura 6):

- *Identificar indicadores elementales*. Se ocupa de especificar un indicador elemental para cada uno de los atributos determinados en el árbol de requerimientos, usando como entrada la métrica asociada en la *Especificación de métricas*.
- *Identificar indicadores parciales/globales*. A diferencia de la anterior, se encarga de especificar un indicador parcial o global para cada uno de los conceptos determinados en el árbol de requerimientos.

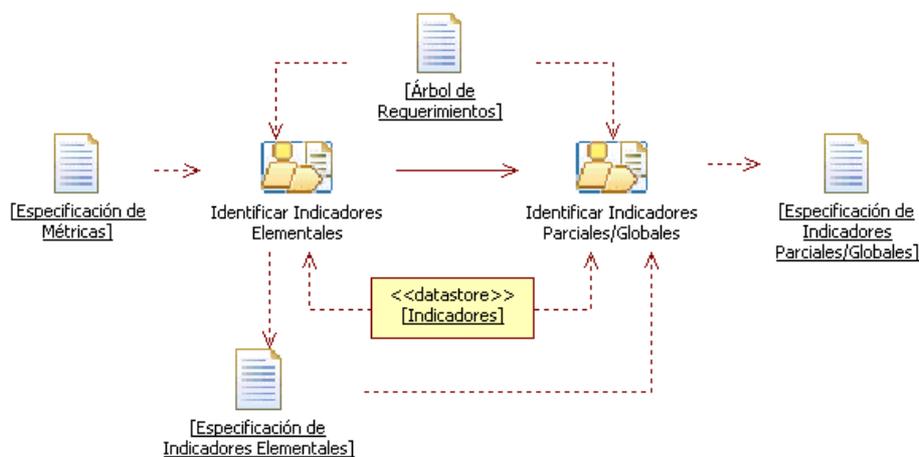


Figura 6. Flujo de actividades: Diseñar la evaluación.

La primera actividad en el diseño de la evaluación es *Identificar indicadores elementales* (ver Figura 6). Su objetivo es especificar un indicador elemental para cada uno de los atributos determinados en el árbol de requerimientos, usando como entrada la métrica asociada en la *Especificación de métricas*. Las actividades involucradas al *Identificar indicadores elementales* (ver Figura 7) son: *Establecer el modelo elemental*, *Establecer el método de cálculo*, e *Identificar la escala*. Siendo la segunda actividad opcional y la tercera dependiente de la realización del subproceso *Definir criterios comunes de evaluación*.

Observando el diagrama de la Figura 7, se puede notar que las actividades mencionadas se deben realizar de manera iterativa para cada uno de los atributos del árbol de requerimientos. Primero, se debe *Establecer el modelo elemental* para el indicador. Esta actividad consiste en:

- *Identificar la función elemental de evaluación*. Esta actividad implica definir una función que permita obtener el grado de satisfacción brindado por el requerimiento elemental (atributo), mediante un mapeo $X \rightarrow IE$, que vaya desde un valor medido (X) a un valor de Indicador (IE). Este mapeo puede ser de diferentes tipos, por ejemplo: exacto, por rangos o por umbrales, por mencionar algunos.
- *Asignar valores a los parámetros del modelo*. Esta actividad es dependiente del modelo a utilizar. Se ejecuta si el modelo requiere ciertos parámetros para su cálculo.

⁹ Recordar el término indicador (Indicator) de la Tabla 7.

En primer lugar se debe Identificar la función global de evaluación. Esta actividad implica utilizar un modelo ya existente (como pueden ser un modelo de agregación LSP -Logic Scoring of Preference [DUJ, 1996]- o un modelo de redes neuronales, entre otros), obteniéndolo desde un repositorio, o bien, definir un nuevo modelo acorde a las necesidades. En el caso de necesitar definir un modelo nuevo, se debe tener en cuenta que la función debe proporcionar un valor (ya sea de tipo numérico o categórico) que represente el nivel de de preferencia para el requerimiento evaluado. Independientemente de si se utilice un modelo global existente o se defina uno nuevo, luego se deben Identificar los criterios de decisión que se asociarán al modelo. Estos criterios sirven para la interpretación de los valores obtenidos en la evaluación (cálculo de los indicadores).

Luego de Establecer un modelo parcial/global, se debe especificar cómo se realizará el cálculo que permita obtener el valor de cada uno de los indicadores utilizando el modelo o función asociado al mismo. Esta actividad se denomina Establecer el método de cálculo. Por ejemplo, en el caso de que el cálculo sea por un agente automático es fundamental (siempre que el agente lo requiera) contar con la especificación del método para que este pueda realizar el cálculo con total éxito. No es así el caso, cuando son agentes humanos quienes intervienen en el cálculo del indicador. No siempre es necesario contar con un método de cálculo debido a que muchas veces la función (modelo) es fácilmente interpretable por las personas.

A continuación, se debe Identificar la escala, cuyo objetivo es definir cuál será la escala, el tipo de escala y la unidad que tendrán todos los indicadores (globales, parciales y elementales) que se definan en los subprocesos siguientes. Cabe notar que la escala, tipo de escala y unidad son dependientes de la fórmula o modelo del indicador.

Por último, se debe Asignar valores a los parámetros del modelo. Por ejemplo, dependiendo de la necesidad de información y del contexto de la evaluación, los evaluadores podrían acordar la asignación de diferentes pesos (en el caso de utilizar un modelo aditivo basado en pesos, o un modelo LSP) para distintos atributos o subconceptos de un mismo nivel, como una forma de reflejar mayor importancia de unos respecto de otros en relación a los objetivos del caso que se esté evaluando. Otros parámetros, por ejemplo al utilizar redes neuronales, pueden ser los pesos asociados a cada neurona o el factor de aprendizaje empleado para corregir los pesos de forma dinámica al calcular el valor del indicador.

Al finalizar el proceso de Diseñar la evaluación, como artefacto de salida se obtiene un *documento con la especificación de los distintos indicadores elementales, parciales y globales*, el cual contiene la escala y los niveles (o grados) de aceptabilidad, entre otros metadatos, necesarios para calcular el árbol de requerimientos y determinar finalmente el nivel de satisfacción global para la necesidad de información establecida.

4.1.2.4. Implementar la medición

Una vez diseñada la medición se está en condiciones de ejecutar el proceso de medición. Implementar la medición consiste en obtener un valor o medida, numérica o categórica, para cada uno de los atributos de una o más entidades, utilizando como entrada el *conjunto de métricas* obtenidas al Diseñar la medición, y las *herramientas* (si las hubiera) que automatizan los métodos de medición y/o cálculo. Este proceso principal se compone de las siguientes actividades (ver Figura 9):

- Establecer ente. En este momento se debe establecer obligatoriamente al menos un ente a evaluar, si es que aún no se ha establecido. Esto es porque la medición se realiza sobre atributos pertenecientes a una entidad concreta.
- Medir los atributos. Esta actividad implica cuantificar cada uno de los atributos, los definidos en el árbol de requerimientos y los atributos relacionados identificados en el proceso Diseñar la medición. La actividad que permite obtener los valores de los atributos se denomina Cuantificar

atributo. Dicha actividad puede ser realizada por la herramienta que automatiza el método de medición o cálculo o manualmente por un agente humano, siguiendo la especificación dada en el método. Como resultado obtendremos todos los *valores asociados a cada uno de los atributos* que caracterizan a las entidades bajo análisis. Las medidas deben ser adecuadamente almacenadas en un *repositorio* con el fin de servir como entrada al proceso *Implementar la evaluación*, como así también, serán útiles al momento de analizar la información obtenida en la evaluación y brindar recomendaciones.

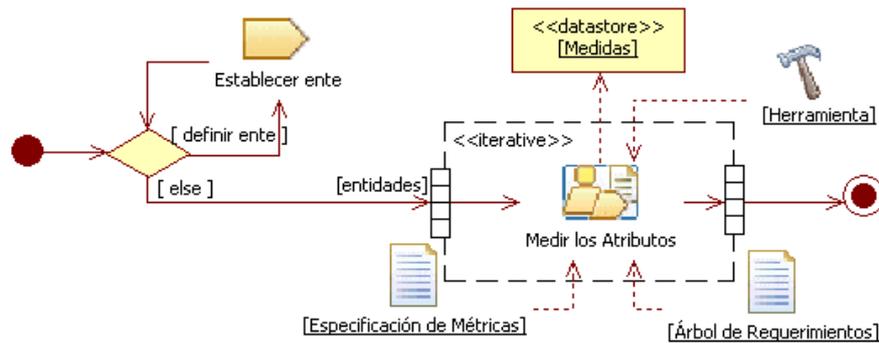


Figura 9. Flujo de actividades: Implementar la medición.

4.1.2.5. Implementar la evaluación

A continuación, se debe *Implementar la evaluación*. El objetivo de esta actividad es obtener los valores de los distintos indicadores y conocer en qué proporción se satisfacen los requerimientos establecidos en la necesidad de información. Esta actividad se nutre de la *especificación obtenida en el proceso Diseñar la evaluación*, del *árbol de requerimientos* y los *valores obtenidos al Implementar la medición*. Como resultado se obtienen los *valores de los diferentes indicadores*, tanto elementales como parciales y globales, que servirán de entrada a procesos de análisis y recomendación. *Implementar la evaluación* consiste en dos subprocesos, que se realizan una vez por cada una de las entidades definidas anteriormente, a saber (ver Figura 10):

- *Calcular indicadores elementales*. Este subproceso tiene como objetivo realizar un mapeo o transformación de los valores obtenidos en la medición, normalmente heterogéneos en cuanto a su escala y unidad, a un conjunto de valores normalizados para poder interpretar finalmente el concepto foco que describe la necesidad de información. El cálculo de los indicadores elementales se logra realizando la actividad *Calcular indicador elemental* para cada atributo del árbol de requerimientos, utilizando la *herramienta* que automatiza el método de cálculo, o siguiendo la descripción del método dada en la *Especificación del indicador*.
- *Calcular indicadores parciales/globales*. El objetivo de esta actividad es producir todos los valores de los indicadores parciales/globales teniendo como entrada los *valores de los indicadores elementales* obtenidos anteriormente, como así también la *Especificación de indicadores*. El cálculo de los indicadores parciales/globales depende de los valores de los indicadores elementales. Al igual que todos los cálculos anteriormente mencionados, este puede realizarse por medio de un agente automático o humano.

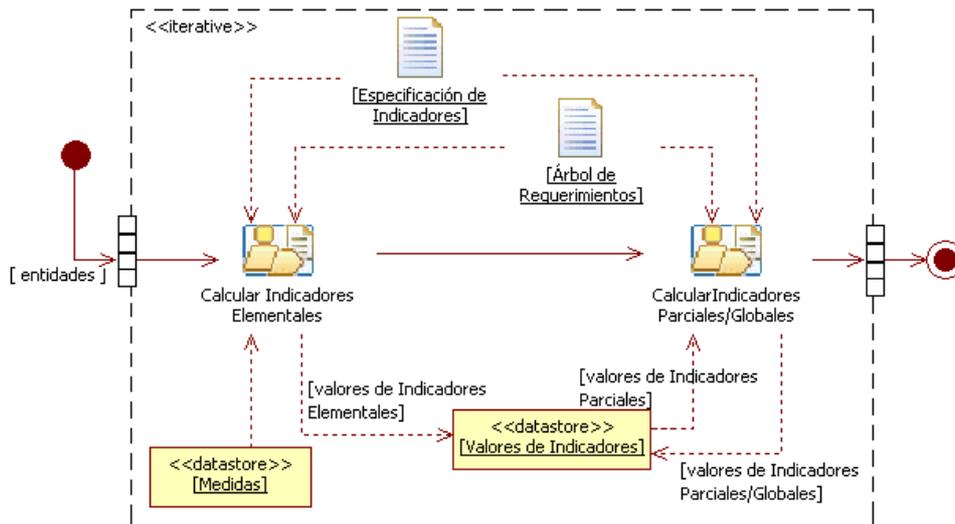


Figura 10. Flujo de actividades: Implementar la evaluación.

4.1.2.6. Analizar y recomendar

La última actividad, *Analizar y recomendar*, consiste en la realización de actividades orientadas al análisis de los datos y la justificación de los resultados obtenidos. Las principales actividades a seguir son (ver Figura 11):

- *Diseñar el análisis.* Esta actividad implica definir tanto los métodos y técnicas (matemáticos y estadísticos) de análisis que se utilizarán -ya sea de tipo cuantitativo y/o cualitativo, como los objetivos que se persiguen al realizar tal análisis. Para diseñar el análisis se tiene en cuenta los tipos de los datos especificados en la medición y en la evaluación, conjuntamente con los objetivos establecidos en la *Especificación de requerimientos no funcionales*. También es importante especificar cuáles serán las herramientas que se utilizarán para realizar el análisis y los medios a través de los cuales se mostrará la información obtenida (tablas, cuadros comparativos y gráficos, entre otros).
- *Implementar el análisis.* Su objetivo es obtener resultados claros y concisos a partir de los datos obtenidos en la medición y la evaluación. Los datos numéricos e información generada deben ser volcados en tablas, gráficos y otros documentos para permitir visualizar apropiadamente los resultados conseguidos y así facilitar luego la toma de decisiones.
- *Producir informe de los resultados.* Su objetivo es presentar la documentación de las conclusiones del caso. Para ello los evaluadores analizan los resultados del análisis considerando el foco de la evaluación, los objetivos y el perfil de usuario establecidos.
- *Realizar recomendaciones.* Es una actividad opcional pero requerida en muchos casos. Las recomendaciones pueden especificar qué cursos de acción (quizás incluyendo debilidades y fortalezas de cada uno) se deben seguir para hacer frente a los problemas identificados como producto del análisis.

Para ampliar información acerca del proceso de M&E de GOCAME y su modelado ver [BEC, 2009] y [BEC, 2010].

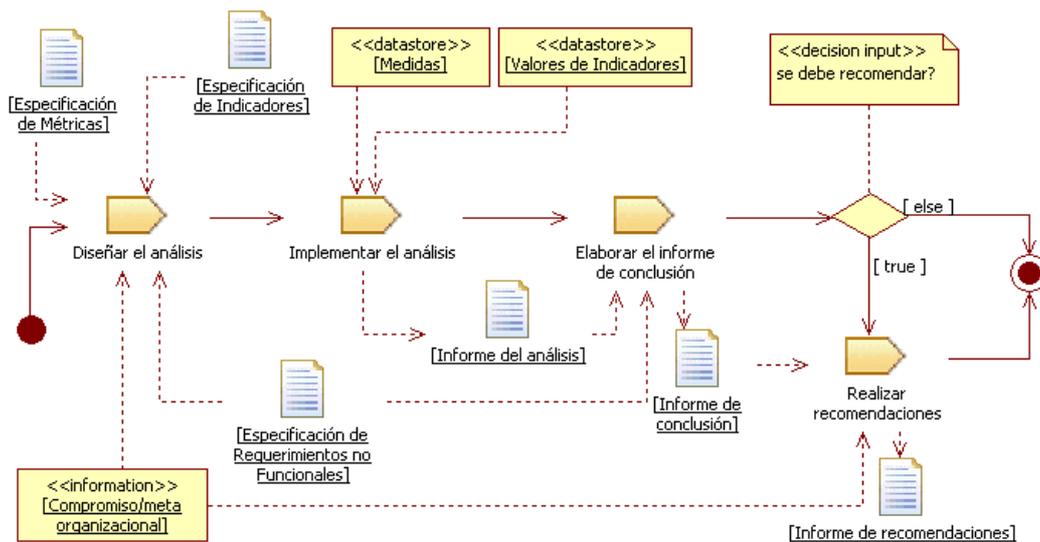


Figura 11. Flujo de actividades: Analizar y recomendar.

A partir de la descripción del proceso de GOCAME y de lo comentado en la sección 3.2. sobre este tema, vemos que esta estrategia posee una gran cantidad de actividades y subactividades. Algunas de ellas se encuentran parcialmente descritas y fueron incluidas en el modelado del proceso realizado por medio de Diagramas de Actividad de UML 2.0 (como se pudo apreciar en las figuras anteriores). Según [BEC, 2009] se utilizó UML (y SPEM) porque es un lenguaje de modelado altamente aceptado y lo suficientemente amplio para modelar aspectos relacionados al flujo de actividades y artefactos (vista funcional, de comportamiento, y en menor grado de información). El modelado de la vista organizacional así como la definición de roles se encuentra ausente en los documentos considerados. Esta ausencia trae consigo la carencia de la asignación de roles a las actividades propuestas. Si volvemos a la definición de los elementos de un proceso vemos que los artefactos son importantes. En GOCAME los artefactos fueron nombrados pero raramente se los describe de una manera completa. Por otro lado, si revisamos la literatura, vemos que GOCAME se fue robusteciendo paulatinamente, lo que permitió que los términos utilizados en la descripción de su proceso se correspondan, en su gran mayoría, a términos definidos en su base conceptual. También es digno de remarcar que en [BEC, 2009] se muestra explícitamente que la definición del proceso muestra el apego a los estándares ISO del proceso para evaluadores [ISO/IEC 14598-5, 1999] y del proceso de medición de software [ISO/IEC 15939, 2007].

4.1.3. Metodología, Métodos y Herramientas

Como se pudo apreciar en la sección anterior, las actividades realizadas en la medición y evaluación incluyen varios aspectos que van desde especificar el árbol de requerimientos de conceptos y atributos de calidad hasta realizar la evaluación de los valores obtenidos mediante el uso de indicadores. Por lo que es necesario contar con una metodología que integre todos estos aspectos, es decir, un conjunto bien definido y cooperante de métodos, modelos, técnicas y herramientas que, aplicados sistemáticamente a las distintas actividades del proceso, produzca los valores de métricas, indicadores y resultados de análisis y recomendación. Con este propósito surgió la metodología WebQEM (Web Quality Evaluation Method) [OLS, 2002], la cual integra las actividades para especificar requerimientos no-funcionales, medición, evaluación, y recomendación, cubriendo de esta forma la necesidad de contar con el tercer pilar del enfoque mencionado al comienzo de este trabajo: los métodos y técnicas.

La metodología WebQEM aporta un enfoque eficaz, centrada en expertos y/o usuarios, para evaluar y analizar la calidad de productos software en general. Se basa en el uso de un modelo jerárquico de requerimientos de calidad (o árbol de requerimientos) conformado por características de más alto nivel, subcaracterísticas de menor nivel de abstracción y atributos. Se pueden utilizar las características

prescriptas en la norma ISO 9126-1 [ISO/IEC 9126-1, 2001], aunque también pueden usarse otras definidas por la organización.

La metodología permite evaluar y determinar el grado de satisfacción, o nivel de cumplimiento, de las características del modelo para un determinado producto software. La evaluación se realiza mediante el análisis de indicadores (también llamados variables de preferencia) globales, parciales¹⁰ y elementales obtenidos, a partir de la cuantificación (medición) de los atributos (conceptos de menor nivel en el modelo) a través de métricas (directas e indirectas).

La evaluación parte de la especificación de los criterios (funciones de preferencia) que permiten transformar los valores obtenidos en la medición a indicadores elementales. Luego se especifican modelos y métodos de agregación de características, sub-características y atributos (como Modelo de Puntaje Lineal Aditivo, Modelo de Puntaje de Preferencia Lógica, entre otros), para calcular indicadores parciales y globales, a partir de los indicadores elementales.

La metodología comprende una serie de procesos y actividades (mostradas en las figuras de la sección 4.1.2.), y una serie de métodos, modelos y herramientas para llevarlas a cabo.

Con respecto al soporte tecnológico al proceso de M&E se han desarrollado las siguientes herramientas, a lo largo del tiempo:

- Web-Site MA (Automatización de Métricas en la Web) [LAF, 2000]. Surge ante la necesidad de una herramienta que permita automatizar algunos aspectos de la recolección de datos y realizar el cálculo automático de algunas métricas orientadas a la web. Sirve como apoyo a la metodología WebQEM. Es una herramienta que brinda soporte al proceso de medición a partir de la definición de métricas web. Permite la automatización de métricas y la generación de informes en formato gráfico o textual. Es capaz de administrar distintos proyectos, cada uno con sus respectivas opciones de métricas seleccionadas e informes respectivos.
- C-INCAMI_Tool. Surge con el objetivo de brindar soporte tecnológico al proceso de Medición y Evaluación. Es una mejora de la herramienta desarrollada en el año 2005 denominada INCAMI Tool ([MOL, 2005] y [PAP, 2005]), la cual ofrece los mecanismos necesarios para especificar los datos generados en proyectos de medición y evaluación, utilizando de forma clara y consistente los conceptos del marco INCAMI. C-INCAMI Tool [BEC, 2009] agrega la posibilidad de guardar información referente al contexto en el cual se enmarca el proyecto de medición y evaluación y sigue de manera estricta el proceso modelado en la sección anterior.

A continuación se describe en más detalle la herramienta C-INCAMI_Tool que da soporte tecnológico al proceso de la estrategia a evaluar.

4.1.4. Introducción a C-INCAMI Tool

C-INCAMI Tool es una aplicación web que sigue de manera estricta el proceso de medición y evaluación prescripto en la estrategia GOCAME. Por un lado, sirve de guía al usuario para llevar a cabo aquellas tareas involucradas en las actividades de definición y especificación de requerimientos, información de contexto y diseño e implementación de la medición, permitiendo guardar los resultados con el fin de ser utilizados posteriormente para efectuar la evaluación. Por otro lado, permite especificar un

¹⁰ La diferencia entre Indicador Parcial y Global no es semántica sino mas bien estructural. Un Indicador Global interpreta o evalúa un concepto calculable de alto nivel (Calidad en Uso, Costo, etc.), mientras que un Indicador Parcial interpreta o evalúa conceptos calculables de menor nivel (Funcionalidad, Eficiencia, Portabilidad, entre otros), en un árbol de requerimientos. De igual manera se diferencia un requerimiento parcial de uno global.

conjunto de datos y metadatos necesarios para asegurar que los valores sean repetibles y comparables, de forma consistente, entre proyectos, basándose en el marco C-INCAMI que utiliza los conceptos de la ontología de métricas e indicadores como base conceptual.

La aplicación Web interactúa con un repositorio que contiene las instancias de los conceptos básicos, como por ejemplo atributos, métricas y el conjunto de objetos que la definen (escala, función, método de medición o de cálculo, etc.), categorías de entidad, entre otros, que serán compartidos por todos los proyectos de medición y evaluación de la organización. De esta forma se establece una base homogénea para todos los proyectos, permitiendo efectuar comparaciones de forma consistente, y el reuso de instancias de conceptos. Este repositorio es mantenido por un sistema de revisión ([BAF, 2006] y [RIV, 2007]).

La herramienta permite la creación de proyectos de requerimientos no funcionales, de medición y de evaluación. Por cada proyecto de requerimientos no funcionales se pueden definir uno o más proyectos de medición. A partir de este último se pueden definir uno o más proyectos de evaluación. Lo que permite al usuario una diversidad importante a la hora de realizar estudios de evaluación y medición.

Dentro de la definición del proyecto de requerimientos no funcionales provee la posibilidad de seleccionar propiedades del contexto, definir la necesidad de información y armar el modelo de conceptos (ver Figura 12). Dentro de un proyecto de medición permite la selección o definición de métricas directas e indirectas (ver Figura 13) y la especificación de los valores medidos. Por último, dentro de un proyecto de evaluación permite la definición de indicadores globales, parciales y elementales y la posibilidad de realizar la evaluación de manera automática (ver Figura 14).

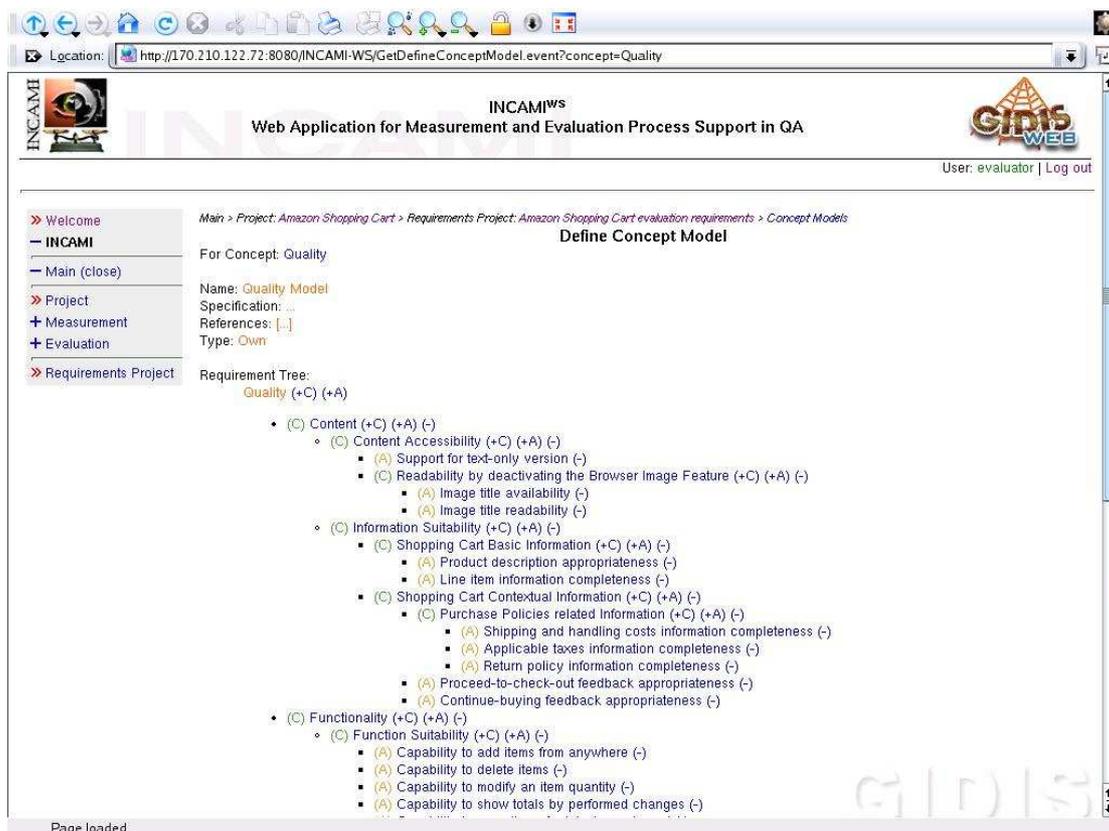


Figura 12. Pantalla que permite la especificación del modelo de conceptos.

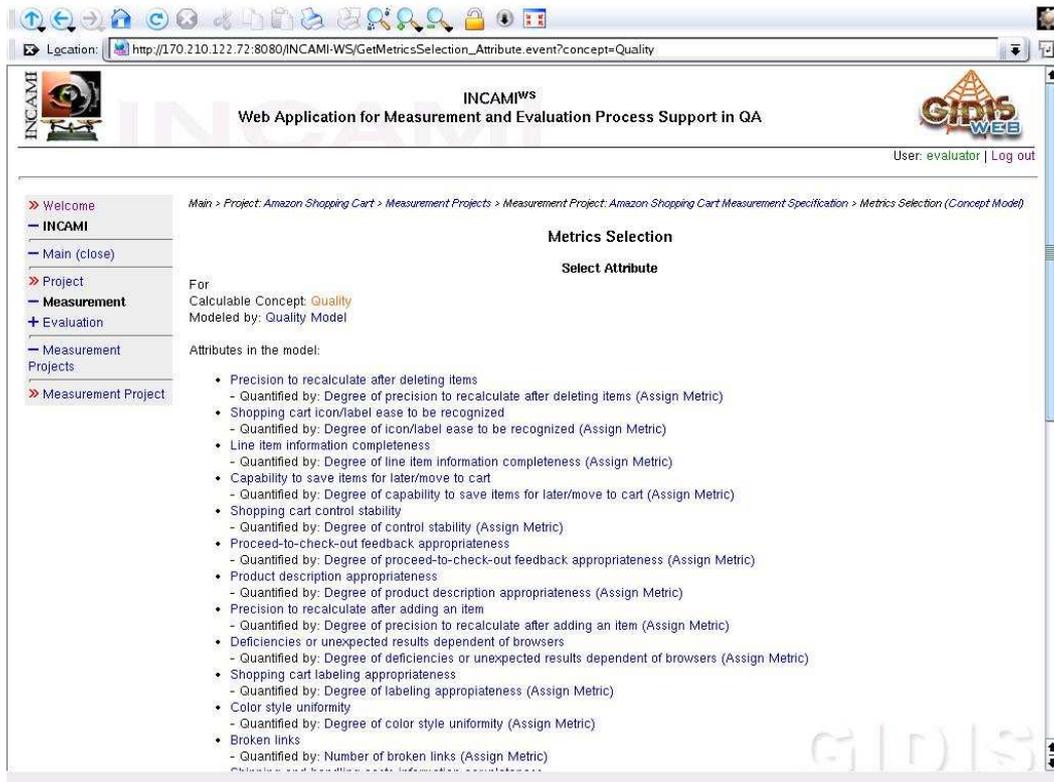


Figura 13. Pantalla de selección de métricas.

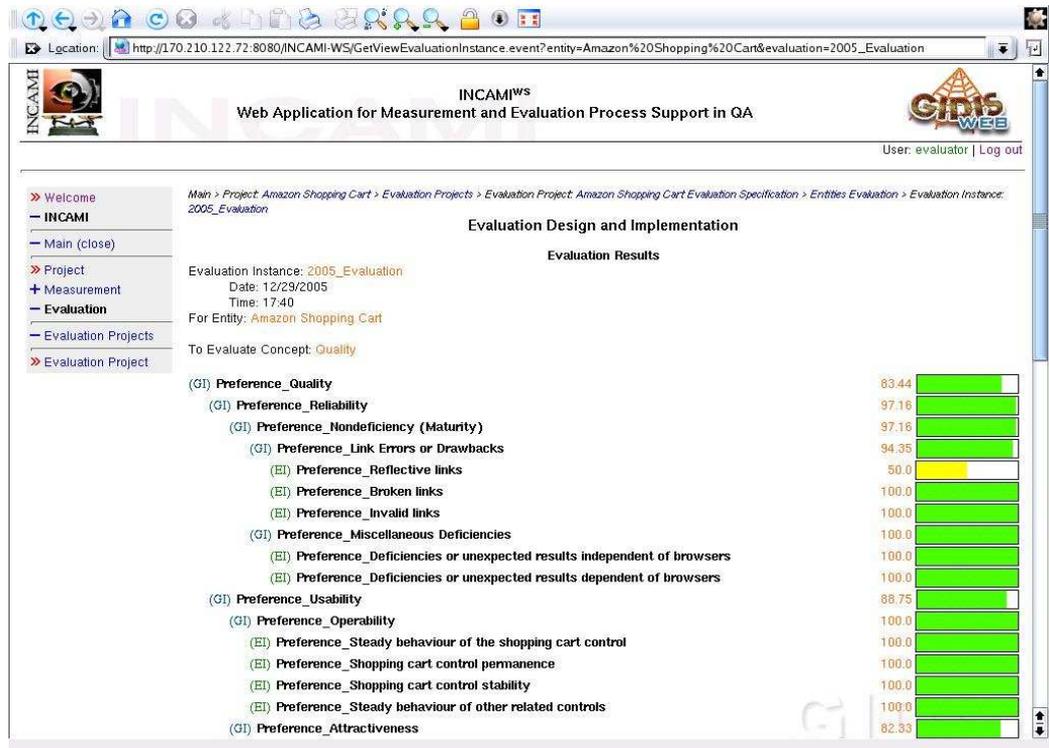


Figura 14. Pantalla que muestra los valores calculados de los indicadores.

4.2. Estrategia GQM⁺Strategies ¹¹

Surge como el resultado de 30 años de evolución y uso del paradigma GQM. GQM⁺Strategies es un enfoque de medición construido sobre GQM [BAS, 1994] que permite planificar e implementar programas de medición de software orientados a objetivos. GQM⁺Strategies agrega a GQM un mecanismo para enlazar explícitamente los objetivos de medición de software a nivel de proyecto con los objetivos de alto nivel de la organización de software, como así también, objetivos y estrategias a todos los niveles del negocio. Este enlace ayuda a justificar los esfuerzos realizados en la medición de software y, a su vez, los datos recolectados contribuyen a la toma de decisiones de alto nivel. Como se dijo en el estado del arte, GQM es un enfoque ampliamente usado por la industria y la academia que permite la gestión de proyectos de software de manera cuantitativa, sin embargo, no relaciona los objetivos de medición con los objetivos de la organización en la cual el software está siendo desarrollado. Si bien GQM⁺Strategies es relativamente nuevo, las primeras referencias surgen en el año 2007, esta patentado y posee muchas líneas de investigación que están trabajando en su mejora y su uso conjunto con otras técnicas y/o métodos ([MAN, 2010], [MAN, 2010-1]). Los trabajos acerca de GQM, publicados entre los años 1984 y 2001, se focalizan principalmente en su proceso, la definición de sus principales términos (objetivos, preguntas y métricas), su aplicación en ámbitos industriales y su relación con otras técnicas como lo son BSC [KAP, 1996] y QIP [GRE, 1995]. En cambio, las publicaciones acerca de GQM⁺Strategies se centran más bien, en el proceso de enlazar los objetivos y estrategias a los distintos niveles, en la definición de un conjunto más amplio de conceptos y en el marco conceptual formado por estos últimos. Esta situación hizo que al momento de la descripción de GQM⁺Strategies se tuvieran en cuenta todas las fuentes de información tanto referidas a GQM como GQM⁺Strategies.

Sus autores sostienen que este enfoque fue derivado de las experiencias obtenidas en el desarrollo de software pero puede ser aplicado a un amplio conjunto de dominios [BAS, 2010].

Es conveniente aclarar en este momento, que a nuestro entender la palabra estrategia aplicada a este caso puede llevar a confusión en esta sección. Desde nuestra perspectiva el enfoque GQM⁺Strategies es una estrategia de M&E como un todo (según discutido en la sección 2.2.), es decir, la nombraríamos como la estrategia integrada de M&E GQM⁺Strategies. Con respecto a la palabra «strategies» (estrategias) utilizada por los autores, tanto en su nombre como en la definición de su enfoque, se refiere –a nuestro entender- más bien al término «táctica». Una táctica es, en términos generales, un plan/curso de acción específico empleado con el fin de alcanzar un objetivo concreto, mientras que una estrategia es un conjunto de acciones planificadas sistemáticamente en el tiempo que se llevan a cabo para lograr un determinado fin. Más allá de esta sutil diferenciación, en la descripción de este enfoque se utilizará la palabra “estrategia” tal cual es utilizada por los autores.

4.2.1. Base y Marco Conceptual

La base terminológica de GQM⁺Strategies está formada por un conjunto de 18 términos agrupados en un glosario según [BAS, 2010] y [BAS, 2007-1]. En el resto de las publicaciones las definiciones se van presentando a medida que se desarrolla el trabajo, en algunas ocasiones en la sección donde se presenta la estrategia. Dichos términos forman parte de dos componentes primarios denominados Elementos de GQM⁺Strategies y Grafo GQM. En la Tabla 9 se presentan los términos y definiciones enunciados en la documentación perteneciente a GQM⁺Strategies.

GQM⁺Strategies introduce el concepto de niveles. Por lo que, algunos autores realizan una distinción explícita entre los términos: objetivo de negocio, objetivo de software, objetivo de medición u objetivo

¹¹ GQM⁺Strategies es una marca registrada con N° 302008021763 en la Oficina Alemana de Patentes y Marcas. Número internacional de registro IR992843.

GQM. A un alto nivel, un objetivo puede ser un objetivo abstracto y difícil de operacionalizar mientras que a un nivel bajo el objetivo es directamente mensurable. Los objetivos de negocios de alto nivel existen sobre niveles estratégicos. Es decir, los objetivos de negocio son refinados por las estrategias. El resultado de aplicar estrategias (tácticas) es la obtención de objetivos más concretos. Usando este mecanismo, objetivos de negocios abstractos son refinados hasta lograr que sean operacionalizables. El número de niveles no es predefinido y está determinado por la estructura de la organización. El concepto de nivel brinda flexibilidad al enfoque, ya que es fácilmente adaptable a cualquier organización mediante el proceso de derivación que traduce los objetivos de alto nivel a objetivos operacionales.

Términos de los Elementos de GQM⁺Strategies	
Factores de Contexto	Variables que representan el ambiente organizacional y afectan los tipos de modelos y datos que pueden ser usados. En inglés <i>Context factors</i> . Obtenido de [BAS, 2010].
Suposiciones	Estimaciones desconocidas que pueden afectar la interpretación de un dato. En inglés <i>Assumptions</i> . Obtenido de [BAS, 2010].
Estrategias	Conjunto de enfoques posibles para el logro de un objetivo que puede ser refinado por un conjunto de actividades concretas. En inglés <i>Strategies</i> . Obtenido de [BAS, 2007-1].
Objetivos de Nivel i	Conjunto de objetivos de más bajo nivel heredados desde los objetivos de los niveles previos (i-1) como parte de los objetivos estratégicos de los niveles previos. En inglés <i>Level i goals</i> . Obtenido de [BAS, 2010].
Objetivos de Negocio	Un conjunto jerárquico de objetivos de la organización que desea lograr en general en orden de mantener el éxito del negocio. En inglés <i>Business goals</i> . Obtenido de [BAS, 2007-1].
Objetivos de Software	Un conjunto de objetivos directamente relacionados con el proceso o producto de software para implementar las estrategias. En inglés <i>Software Goals</i> . Obtenido de [BAS, 2007-1].
Objetivos de Medición	Objetivos que ayudan a operacionalizar los pasos de un escenario mediante la medición. En inglés <i>Measurement Goals</i> . Obtenido de [BAS, 2007-1].
Escenarios	Conjunto de pasos concretos para el logro de los objetivos de software. En inglés <i>Scenarios</i> . Obtenido de [BAS, 2007-b].
Elemento Goal ⁺ Strategies	Un objetivo único y sus estrategias (tácticas) derivadas. Incluye información de contexto y suposiciones que explican cómo el objetivo se enlaza con las estrategias correspondientes. En inglés <i>Goal⁺Strategies element</i> . Obtenido de [VLA, 2010].
Términos del Grafo GQM	
Modelos de Interpretación	Modelos que ayudan a interpretar los datos para determinar si los objetivos a todo nivel han sido logrados. En inglés <i>Interpretation models</i> . Obtenido de [BAS, 2010].
Grafo GQM	Un objetivo simple GQM que mide un elemento Goal ⁺ Strategies. Incluye sus correspondientes preguntas, métricas y modelos de interpretación. En inglés <i>GQM graph</i> . Obtenido de [VLA, 2010].

Tabla 9. GQM⁺Strategies: conceptos y sus definiciones.

A su vez en [BAS, 2007-1], los autores refinan los objetivos a nivel de negocios en 4 objetivos más específicos:

- Objetivos de crecimiento: son metas que incluyen la adquisición de nuevos proyectos en el área de competencia actual, la evolución de las competencias existentes, la creación de nuevas competencias, etc.
- Objetivos de éxito: son metas que incluyen la entrega de productos de calidad a los clientes, controlar los costos, reducción de tiempo, etc.
- Objetivos de mantenimiento: son metas que incluyen transparencia, la satisfacción de los empleados, control de riesgos, capacitación continua.
- Objetivos con foco específico: son metas que incluyen la motivación de hacer más eficiente el servicio de asistencia, o predecir si un esfuerzo propuesto tiene un buen retorno de la inversión.

En [MAN, 2010], se define el término Grilla GQM+Strategies (GQM+Strategies grid) como la colección integrada de todos los elementos GQM+Strategies, grafos GQM y todos sus enlaces. Este concepto surge ya que en el proceso de derivación de la grilla, cada objetivo es enlazado con elementos de contexto y suposiciones. Mientras los factores de contexto son hechos acerca del ambiente de negocios que son modelados, las variables de suposiciones modelan incertidumbres acerca del ambiente.

En [BAS, 2010] y [BAS, 2007-1] exponen la definición de objetivos de negocio pero si bien siguen la misma idea están expresadas de manera distinta (Tabla 10):

Objetivos de negocio	
Metas de la organización que desea lograr en general para alcanzar sus objetivos estratégicos.	[BAS, 2010]
Un conjunto jerárquico de objetivos de la organización que desea lograr en general en orden de mantener el éxito del negocio.	[BAS, 2007-1]

Tabla 10. *Objetivos de Negocio – sus definiciones.*

Lo cual demuestra una falta de coordinación o visión global en el avance del enfoque aún cuando la mayoría de los autores están en ambos trabajos.

A los términos anteriormente descriptos se le deben agregar aquellos que están definidos en la literatura perteneciente a GQM (enfoque sobre el cual está construido GQM+Strategies). Estos términos están mostrados en la Tabla 11.

Conceptos	Descripción
Métrica	En la teoría de la medición, es un mapeo usado para asignar un valor a un atributo de una entidad. En inglés <i>Metric</i> . Obtenido de [DIF, 1996].
Métrica GQM	Describe algo que nos gustaría medir. Es la pieza final de la definición operacional de un objetivo. En inglés <i>GQM metric</i> . Obtenido de [DIF, 1996].
Pregunta	Representa la información requerida para lograr el objetivo. Direccionan la necesidad de información en lenguaje natural permitiendo que el Plan GQM sea más legible. <i>Question</i> . Obtenido de [BRI, 1996].
Hipótesis	Permite averiguar cuál es el conocimiento actual con respecto a la métrica definida anteriormente. En inglés <i>Hypothesis</i> . Obtenido de [BRI, 1996].
Medida	Define operacionalmente el dato a ser recolectado para responder las preguntas. Su definición incluye su escala de medición y su rango. En inglés <i>Measure</i> . Obtenido de [BRI, 1996].
Modelos GQM	Usa los datos recolectados como entrada para responder a la pregunta. En inglés <i>GQM model</i> . Obtenido de [BRI, 1996].
Objeto de estudio	Lo que será analizado. En inglés <i>Object of study</i> . Obtenido de [BRI, 1996].
Propósito	El porqué del objeto que será analizado. En inglés <i>Purpose</i> . Obtenido de [BRI, 1996].
Foco de calidad	La propiedad o atributo del objeto que será analizada. En inglés <i>Quality Focus</i> . Obtenido de [BRI, 1996].
Punto de vista	Quien usará los datos recolectados. En inglés <i>Viewpoint</i> . Obtenido de [BRI, 1996].

Tabla 11. *GQM: conceptos y sus definiciones.*

Sólo en [DIF, 1996] se presenta un glosario de términos propiamente dicho, que consta de otros vocablos –tales como Paradigma GQM, Enfoque GQM, Plan GQM, Plan de medición- que van más allá de los conceptos involucrados en el dominio. Por ejemplo, Paradigma GQM está definido como un término colectivo para el conjunto de principios básicos sobre la medición orientada a objetivos, las plantillas y guías que ayudan en la definición de objetivos y los métodos de aplicación de los principios básicos. Un sinónimo es Enfoque GQM. Luego define los documentos involucrados en el proceso, por ejemplo, el Plan GQM, está definido como un objetivo único más el conjunto de preguntas y métricas que proveen la

definición operacional del objetivo. Documenta el refinamiento de un objetivo de medición específico a través de un conjunto de preguntas en un conjunto de métricas, es decir, qué métricas son usadas para lograr el objetivo de medición y porque se deben usar. Además, el Plan GQM, es usado para guiar las tareas de análisis porque documenta el propósito de los datos recolectados.

A su vez, en [BRI, 1996] y [BAS, 1988] se definen distintas categorías de preguntas que tienen que ver con el foco de calidad y la definición del producto/proceso.

Como se pudo apreciar en lo expuesto anteriormente la definición de términos no es rigurosa en la documentación de GQM⁺Strategies. Es más, como sucede con el término objetivo de negocio, suelen presentarse definiciones no homogéneas en distinta literatura relacionada.

Por otro lado, los conceptos definidos se encuentran relacionados en un marco conceptual semi-formal. Esto se puede apreciar en la *Figura 15* obtenida de [BAS, 2010] y *Figura 16* obtenida de [BAS, 2009]. Incluso su representación se muestra de manera distinta en diferentes artículos. En ningún caso el modelado muestra atributos que puedan ayudar a la definición más precisa de los conceptos.

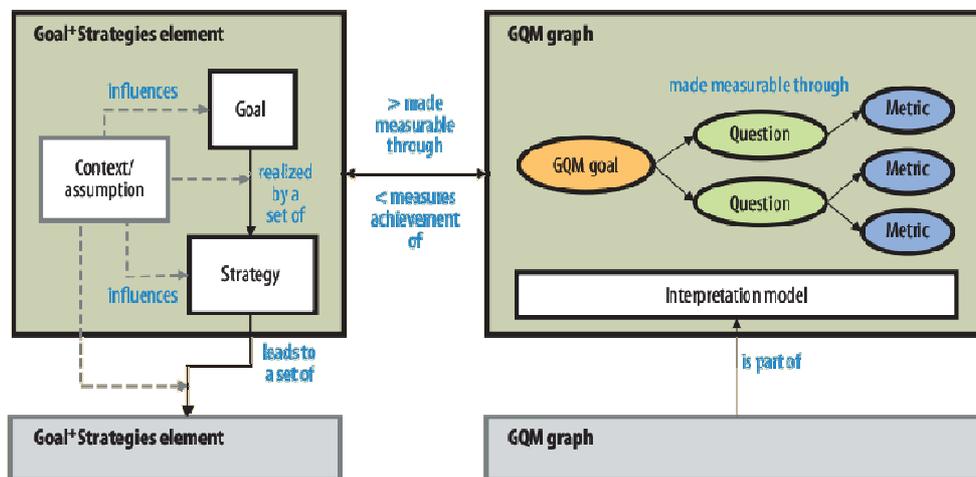


Figura 15. Principales conceptos y relaciones de los componentes de GQM⁺Strategies.

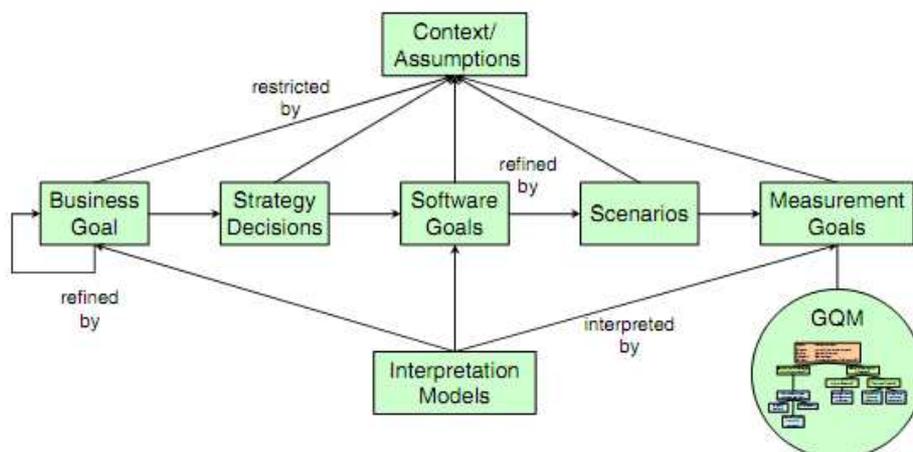


Figura 16. Otra vista de los principales conceptos y relaciones de los componentes de GQM⁺Strategies.

En la Figura 15 se aprecia que el marco conceptual al igual que en la definición de los términos de GQM⁺Strategies están divididos en dos módulos o agrupación de conceptos, que tienen que ver con dos niveles de abstracción:

1. Elemento de GQM⁺Strategies (*Goal⁺Strategies element*) que involucra los conceptos pertenecientes a GQM⁺Strategies.
2. Grafo GQM (*GQM graph*) que involucra los conceptos pertenecientes al primer enfoque de GQM.

Si analizamos los dos marcos conceptuales presentados anteriormente (Figura 15 y Figura 16) vemos que las relaciones involucradas difieren. La Figura 15 muestra explícitamente que existen dos componentes que agrupan los conceptos de la estrategia. El primer componente (Elementos de GQM⁺Strategies) incluye un objetivo simple (*Goal*) y las estrategias derivadas (*Strategy*), tanto como toda la información de contexto y las suposiciones (*Context/assumption*) que explican cómo los objetivos y las estrategias se enlazan. Las relaciones involucradas son que los factores de contexto y suposiciones influyen los objetivos y las estrategias. Mientras que un objetivo es realizado por un conjunto de estrategias. En cambio, el grafo GQM –segundo componente, refleja un objetivo GQM simple, las preguntas, métricas correspondientes y un modelo de interpretación. El modelo de interpretación permite la interpretación de los datos para determinar si los objetivos a han sido logrados. Entre ambos componentes se puede ver una relación bidireccional, la cual un Elemento Goal⁺Strategies es mensurable por medio de un grafo GQM y el grafo GQM mide el logro de un Elemento Goal⁺Strategies.

En cambio, la Figura 16, muestra los conceptos un poco más desagregados. Donde vemos que un objetivo de negocio puede ser refinado por otro objetivo de negocio en una relación que puede tener varios niveles de agregación. Luego se expresa explícitamente que un objetivo de software esta refinado por escenarios. También, indica que los distintos niveles de objetivos, como lo son los de negocio, los de software y los de medición, son interpretados por los modelos de interpretación. Por último, muestra que todos los componentes excepto los modelos de interpretación son restringidos por los factores de contexto y las suposiciones.

Al ser un modelo no formal, en ambos casos, las relaciones carecen de cardinalidad, lo que dificulta en algunos casos la interpretación del modelo, como así también la semántica de las relaciones. Si bien ambos modelos son distintos, muestran cierta concordancia en lo que expresan.

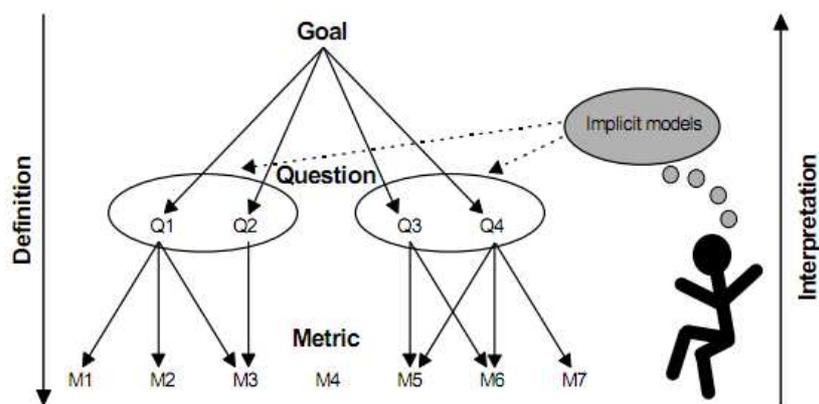


Figura 17. Principales conceptos y relaciones de los componentes de GQM.

El modelo de conceptos que representa el enfoque GQM (mostrado en la Figura 17 y extraído de [SOL, 1999]), se corresponde al componente del grafo GQM de la estrategia GQM⁺Strategies (Figura 16). Este modelo de conceptos no formal, muestra la relación entre los objetivos, las preguntas y las métricas. Agregando la relación de que los modelos son aplicados a nivel de preguntas y surgen del conocimiento

implícito de los involucrados adquirido durante años de experiencia. Dichos modelos deben ser explicitados durante el proceso de medición. También, este modelo conceptual deja bien en claro que dicho enfoque posee dos perspectivas: (1) De arriba hacia abajo (top-down): que permite la definición de los objetivos, preguntas y métricas. (2) De abajo hacia arriba (bottom-up): que permite el análisis e interpretación de la medición.

En definitiva, en esta sección se presentaron los conceptos junto con sus definiciones del dominio de GQM⁺Strategies, teniendo en cuenta el enfoque base GQM. Por lo expuesto se puede apreciar que su base conceptual se basa en una lista de términos definidos y por lo tanto posee un bajo grado de riqueza. Su grado de correspondencia entre los términos definidos en la base conceptual y los términos específicos para un dominio es muy bajo, dado que sólo el término métrica se encuentra definido. También se presentaron tres marcos conceptuales no formales que describen gráficamente la relación entre los distintos conceptos. Estos marcos conceptuales, aunque distintos y mostrados desde diversos puntos de vista, respetan en gran medida la terminología definida en su base conceptual. Con respecto a la modularidad del marco conceptual vemos que sólo en el primero (*Figura 15*) se divide en dos componentes, poco relacionados a componentes esperables en este dominio como manejo de proyectos, requerimientos no funcionales, medición, evaluación y análisis. A continuación, una vez analizados los términos del dominio y sus relaciones se detalla el proceso que subyace el enfoque GQM⁺Strategies.

4.2.2. Modelado del Proceso

En esta sección se detalla el proceso que los interesados deben seguir si quieren instaurar un programa de medición con GQM⁺Strategies. Se debe tener en cuenta que existe un par de tareas básicas que pueden ser instanciadas dependiendo el escenario concreto de la organización donde el enfoque se aplica. El detalle del proceso posee dos partes bien distintivas: La primera parte detalla el proceso de enlazar los objetivos de negocio de alto nivel a objetivos más concretos, mediante el uso de escenarios y estrategias. Este proceso es encontrado o documentado en la bibliografía perteneciente a GQM⁺Strategies. La segunda parte muestra el proceso de enlazar objetivos de medición con preguntas y, posteriormente, las preguntas con sus métricas. Este proceso es el documentado en la bibliografía perteneciente a GQM.

A su vez en [BAS, 2007-1] y [BAS, 2009] se detalla un tercer proceso denominado *Implementar el programa de medición*¹² que se realiza luego del proceso *Definir el programa de medición* y que consta de cuatro actividades principales: (1) *Instrumentar la medición* (2) *Validar y recolectar los datos* (3) *Interpretar, visualizar y analizar los datos* (4) *Administrar el programa de medición*.

4.2.2.1. Modelado de procesos de GQM⁺Strategies

Las publicaciones de GQM⁺Strategies y GQM en general le brindan una gran importancia a la descripción de su proceso. En las publicaciones de GQM⁺Strategies los autores expresan y modelan las actividades necesarias para poner en práctica la estrategia sin entrar en detalle en el proceso propiamente dicho del enfoque GQM. Enfoque sobre el cual está construida GQM⁺Strategies.

En primer lugar se describirá el proceso de derivación de la grilla de GQM⁺Strategies, el cual consiste de tareas básicas que son instanciadas dependiendo del escenario concreto de aplicación. En [BAS, 2009] se distinguen dos tipos diferentes de procesos los cuales pueden realizarse en forma secuencial o paralela según la necesidad o determinación de la organización que lo aplica. Por un lado, se describen las tareas necesarias para definir objetivos y sus estrategias relacionadas, y por el otro, las tareas necesarias para

¹² Al igual que en la sección de GOCAME, las actividades se enuncian con cursiva y subrayado mientras que los artefactos se enuncian con cursiva.

medir los objetivos y estrategias definidas. En la Figura 18 se muestra el modelado de dicho proceso extraído de [BAS, 2009].

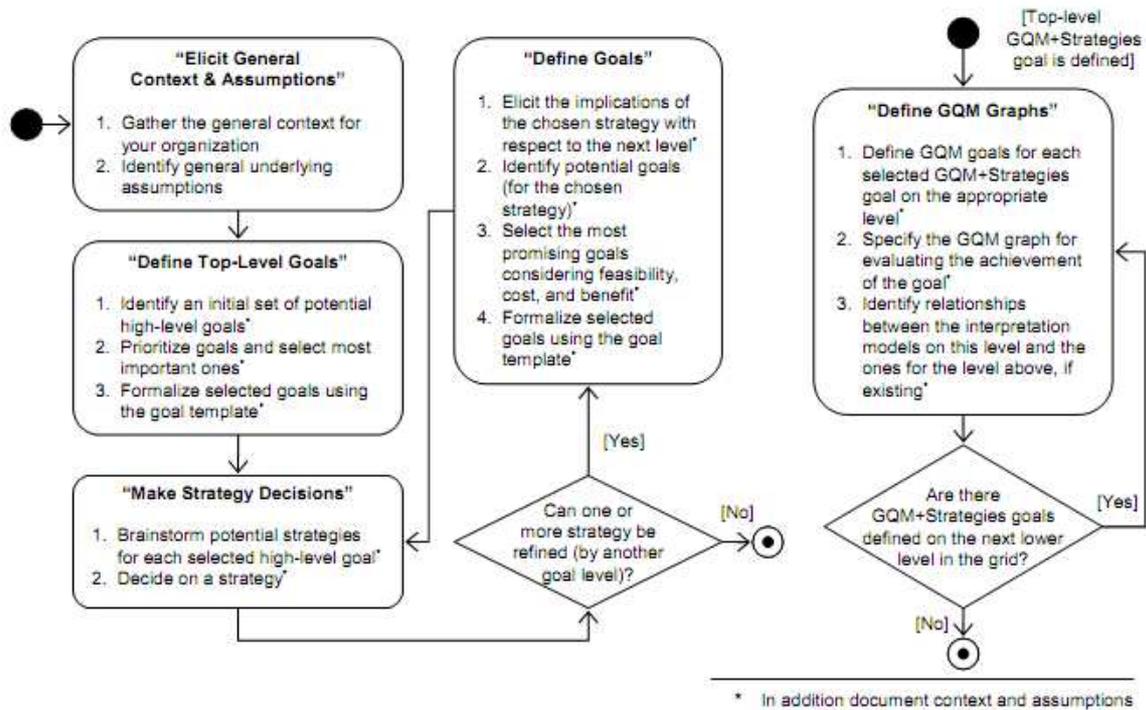


Figura 18. Proceso de derivación de la grilla GQM+Strategies. Obtenido de [BAS, 2009].

4.2.2.1.1. Definir los objetivos y estrategias.

El proceso de definir objetivos y estrategias consiste de las siguientes actividades:

- Elicitar suposiciones y contexto en general (*Elicit general context & assumptions* en Figura 18). El objetivo de esta actividad es definir el ambiente organizacional (negocio) especificando los factores de contexto, como así también, documentar la incertidumbre a partir de las suposiciones. Esta actividad está compuesta por dos tareas. Una de ellas es Definir factores de contexto de la organización que incluye la caracterización del producto o servicio provisto, de los clientes, el ingreso de recursos, el modelo de negocio, la identificación de los procesos existentes y herramientas. La otra tarea es Documentar los supuestos subyacentes que llevan a los objetivos empresariales. Los supuestos subyacentes son conjeturas sobre aquellas cosas que son verdad pero que no existe evidencia empírica que lo sustente.
- Definir Objetivos de Alto Nivel (*Define top-level goals*). Esta actividad tiene como objetivo identificar, priorizar y formalizar los objetivos de alto nivel de la organización. Es importante analizar potenciales conflictos entre los mismos. Para llevar a cabo esta actividad es necesario primero Identificar los objetivos de alto nivel potenciales. Los objetivos potenciales pueden surgir de las siguientes preguntas: ¿Cuáles son los principios organizacionales que se quieren cambiar? ¿Qué aspectos se quieren mantener? ¿Cuáles son los elementos claves del ambiente? Para más ejemplos ver [BAS, 2009]. Segundo, se debe Priorizar los objetivos que fueron definidos en el paso anterior. En esta actividad, como se dijo anteriormente, se debe prestar especial atención en la identificación de conflictos y otras relaciones que pueden existir entre dichos objetivos. Por último, y luego de que los objetivos más importantes fueron determinados, se necesita formalizarlos. Por lo tanto, Formalizar los objetivos es la tercera actividad. Para llevarla a cabo se utiliza el modelo denominado “Plantilla de objetivo GQM+Strategies” mostrado en la Figura 19. Esta plantilla

documenta: la actividad básica que debería ser realizada con la finalidad de lograr el objetivo, el foco principal del objetivo, el objeto bajo consideración, la cuantificación de los objetivos especificado por una magnitud, el periodo de tiempo en el cual se logra la magnitud, el alcance y las restricciones básicas que pueden limitar la consecución del objetivo. También, es importante que quede registrado las potenciales relaciones con los otros objetivos (complementarios o competitivos) que fueron listados. Es importante tener en cuenta que algunos de los conceptos que están presentes en el modelo fueron descriptos en el glosario de su base terminológica.

<u>Actividad:</u>
<u>Foco:</u>
<u>Objeto:</u>
<u>Magnitud:</u>
<u>Periodo de tiempo:</u>
<u>Alcance:</u>
<u>Restricciones:</u>
<u>Relaciones:</u>

Figura 19. Modelo de plantilla de objetivo GQM⁺Strategies.

- Tomar Decisiones Estratégicas (Make strategy decisions). Su objetivo es seleccionar las estrategias más prometedoras a partir de una lista de potenciales estrategias que permiten el logro de los objetivos. Esta actividad consta de dos tareas o subactividades. La primera es Identificar la lista de las estrategias potenciales para el logro de los objetivos empresariales. La segunda actividad es Seleccionar la estrategia más prometedora. La selección se realiza mediante la consideración de la relación costo-beneficio, y teniendo en cuenta, los factores de contexto y las suposiciones que restringen la factibilidad de las potenciales estrategias.
- Definir Objetivos (Define goals). La finalidad de esta actividad es que la estrategia sea refinada por otro nivel de objetivos, usando las implicaciones de las estrategias del nivel superior para determinar los objetivos del nivel inferior. Se debe realizar sólo si una o más estrategias deben ser refinadas en otro nivel de objetivos. El criterio para detener el refinamiento depende de la organización para la cual se está aplicando la estrategia. Usualmente, el criterio de terminación es el momento en el cual se logra un conjunto de pasos concretos que pueden ser fácilmente implementados en la organización. La primera tarea a llevar a cabo es Elicitar las implicaciones de las estrategias de alto nivel elegidas con respecto los objetivos de más bajo nivel. Por ejemplo, si la estrategia elegida es testear la confiabilidad, el proceso de testing deberá ser examinado. La segunda tarea es Identificar objetivos de más bajo nivel. A continuación, se debe Seleccionar el objetivo más prometedor. En este caso, al igual que lo que sucede con la selección de las estrategias, se debe tener en cuenta su factibilidad, costo y beneficio. Los factores de contexto y suposiciones ayudan a definir los criterios de selección más adecuados. Por último, se debe Formalizar los objetivos de bajo nivel. Como se dijo arriba, se debe utilizar el modelo denominado “Plantilla de objetivo GQM⁺Strategies” mostrado en la Figura 19.

Crear la parte de medición de la grilla para cada nivel de objetivo y estrategias no es una tarea aislada, es decir, las métricas derivadas a través de diferentes niveles de la Grilla GQM⁺Strategies usualmente se solapan. A continuación, se especifica la siguiente actividad que permite la planificación y el análisis de los datos a recolectar.

4.2.2.1.2. Definir el Grafo GQM.

Es el otro proceso que se debe llevar a cabo para poner en práctica la estrategia GQM⁺Strategies. El objetivo de la actividad Definir el grafo GQM (*Define GQM graphs*) es desarrollar un *plan de medición* que permita evaluar el logro de los objetivos y las estrategias. Esta actividad consta de tres tareas: Identificar objetivos de medición potenciales; Determinar las preguntas, métricas, criterios de evaluación y modelos de interpretación; e, Identificar relaciones entre los modelos de interpretación. La primera tarea Identificar objetivos de medición potenciales utiliza el modelo denominado “Plantilla de Objetivos GQM” que es mostrada en la **Figura 20**. Esta plantilla es usada para formalizar los objetivos de medición y permite la definición del objeto de medición, el propósito, el aspecto de calidad, el punto de vista y el contexto.

<u>Objeto:</u>
<u>Propósito:</u>
<u>Foco de Calidad:</u>
<u>Punto de Vista:</u>
<u>Contexto:</u>

Figura 20. Modelo de plantilla de Objetivos GQM.

Si bien la “Plantilla de Objetivos GQM” y la “Plantilla de objetivo GQM⁺Strategies” son similares definen dos tipos de objetivos distintos. Mientras que la primera define objetivos de medición la segunda define objetivos del negocio a distintos niveles de abstracción. La siguiente tarea es Determinar las preguntas, métricas, criterios de evaluación y modelos de interpretación. En primer término, se debe definir las preguntas y métricas tanto como el criterio de evaluación. Este último permite evaluar el logro de los objetivos de medición. Luego se debe definir el modelo de interpretación que permite la agregación e interpretación de los datos de medición recolectados. El objetivo de esta tarea es proveer una guía no sólo para planificar, sino también, para analizar y observar el resultado de los datos medidos. Esto es sumamente importante para la alta dirección de la organización que debe tomar decisiones ayudando a encaminarse hacia el logro de los objetivos designados y a la evaluación de las estrategias implementadas. La finalidad de la última tarea, Identificar relaciones entre los modelos de interpretación, es utilizar la información del nivel actual para extender y mejorar significativamente los modelos de interpretación de los niveles superiores.

El proceso entero de derivar objetivos de negocio y objetivos de medición es consolidado a través de modelos de interpretación. Durante el proceso de interpretación los objetivos GQM medidos y los estados de las variables de contexto y suposiciones influyen la evaluación de la realización del objetivo de negocio.

El proceso de derivación del Grafo GQM está especificado con todo detalle en la literatura perteneciente al enfoque GQM [SOL, 1999], sobre el cual está construido GQM⁺Strategies. En el párrafo anterior se dio una breve descripción de cómo se presenta este proceso en la literatura que compete a GQM⁺Strategies. Luego en la siguiente sección se desarrolla de manera más amplia el proceso definido en el enfoque GQM. El motivo de esta desagregación en la descripción es que para el estudio comparativo se tomó la segunda definición, tal cual se indicó en la introducción de la sección 4.2.2.

4.2.2.1.3. Implementar el programa de medición.

Luego de definir el programa de medición, se debe desplegar dentro del contexto de la organización. La implementación de la medición consiste de cuatro actividades. La primera actividad es Instrumentar la

medición. Su objetivo es operacionalizar la medición. Las tareas que generalmente incluyen son crear el plan de medición y preparar las herramientas de recolección de datos. La segunda actividad es Recolectar y validar los datos. La recolección de los datos debe ir acompañada de la validación de los mismos. El objetivo es asegurar un correcto análisis e interpretación basado en datos válidos. Los datos potencialmente inválidos o erróneos -generalmente determinados por estadísticas descriptivas o chequeos de consistencia, son eliminados moderando de este modo su impacto en el análisis e interpretación. Otra tarea recomendable es controlar que el proceso de recolección de datos se ejecute según lo especificado en el plan de medición. La tercera actividad es Analizar, visualizar e interpretar los datos. El análisis y visualización típicamente consiste primero en realizar estadísticas descriptivas y luego aplicar modelos de calidad. Estas dos tareas requieren del Procesamiento de los datos, que incluye tareas como: formateo, integración, eliminación, transformación y reducción de los mismos.

Y por último, se debe Gestionar el programa de medición. Como cualquier otro proceso de ingeniería, la medición para que sea efectiva, debe ser integrada en los procesos del proyecto y la organización además de ser gestionada apropiadamente. Las actividades de gestión deben incluir las tareas:

- Planificar la medición implica el establecimiento de compromisos a nivel de proyectos y de gestión, la definición del programa de medición y su integración con los procesos de gestión y técnicas existentes, establecimiento de estructuras organizacionales para la ejecución del programa de medición.
- Ejecutar la medición se refiere a la recolección, análisis e interpretación de los datos obtenidos en la medición de acuerdo a lo definido en el plan de medición.
- Evolucionar la medición. Esta tarea tiene como objetivo monitorear y mejorar los métodos del proceso de medición. Por ejemplo, se debería evaluar los costos y beneficios de establecer programas de medición. El control iterativo y la mejora permite adaptar la medición a características cambiantes del contexto.

Las últimas actividades, Definir el grafo GQM e Implementar el programa de medición, son especificadas de manera más precisa en la siguiente sección donde se detalla el proceso de GQM.

4.2.2.2. Modelado de procesos de GQM

GQM es aplicado para definir los objetivos de medición basados en los objetivos de la compañía de alto nivel, y posteriormente refinarlos a valores que pueden ser medidos (métricas). GQM define un objetivo, lo refina en preguntas y puntualiza las métricas que deben proveer la información para responder a estas preguntas.

Con respecto al proceso de GQM, la literatura permite deducir cuatro procesos principales: Planificar, Definir el plan de medición, Recolectar los datos e Interpretar (ver Figura 21). Cada uno de estos procesos está comprendido en una fase de su metodología (detallada en la sección 4.2.3.) y está compuesta por unas cuantas actividades y tareas. A continuación se describe y modela el proceso necesario para aplicar GQM.

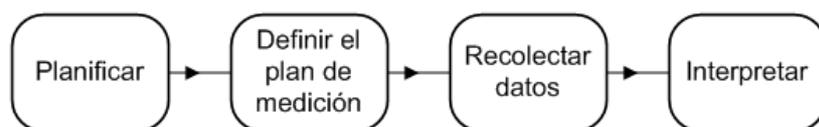


Figura 21. Principales procesos de GQM.

4.2.2.2.1. Planificar GQM.

El proceso de *Planificar GQM* consta de cinco actividades y posee dos objetivos. El primero es recolectar la información necesaria para la introducción exitosa del programa de medición y, el segundo, preparar y motivar a los miembros de la organización para participación en el programa de medición. Esto es muy útil para la promoción y aceptación del programa de medición por parte de todos los integrantes de la organización. El artefacto más importante producido es el *plan de proyecto* el cual debe documentar calendarios, objetivos y procedimientos. En la Figura 22 se muestran los cinco subprocesos involucrados en la planificación mientras que a continuación se brinda un detalle de cada uno de ellos.

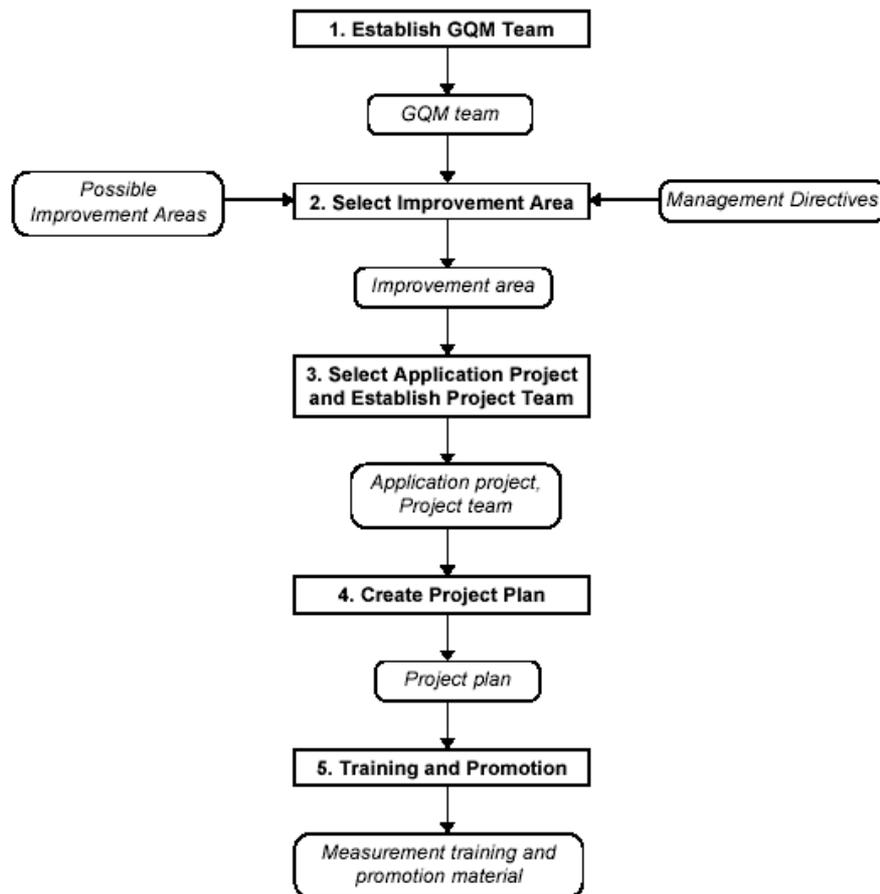


Figura 22. Subprocesos dentro del proceso de Planificación de GQM. Obtenido de [SOL, 1999].

La primera actividad del proceso de planificación es *Establecer el equipo GQM (Establish GQM team)*. Su objetivo es seleccionar un grupo de personas, distinto e independiente al equipo del proyecto, como responsable de la continuidad del programa de medición. Esto es muy importante, ya que la práctica demostró que cuando se aproximan las fechas de entrega las actividades de medición reciben menos atención si no se posee un equipo independiente [SOL, 1999]. El enfoque sugiere que en caso de no poseer un equipo independiente, las actividades podrían ser desarrolladas por el departamento de Aseguramiento de Calidad o el Grupo de Procesos de Ingeniería de Software, por ejemplo. Idealmente el equipo GQM debería:

- ser independiente del equipo de proyecto,
- no tener interés en el resultado de la medición,
- poseer suficiente conocimiento sobre los objetos de medición,

-
- tener una actitud de mejora continua y
 - tener una actitud positiva con el objetivo de motivar al equipo del proyecto.

Una de las claves de éxito del programa de medición es que el equipo GQM y de proyecto posean un alto nivel de cooperación y confianza. Además, es necesario que el equipo GQM posea algunos conocimientos sobre los productos y procesos medidos. Esto le permite adquirir capacidad para discutir las distintas interpretaciones de los datos reunidos con el equipo de proyecto, como así también, poseer una mente orientada a la mejora y considerarse a sí mismo como facilitadores del aprendizaje [SOL, 1999]. Por otro lado, el equipo GQM debe tener bien en claro que los desarrolladores son las personas que poseen todo el conocimiento sobre los productos y procesos, y por lo tanto, ellos son los responsables de sus proyectos y sus mediciones.

Los roles que se deben desempeñar dentro del equipo GQM son los siguientes:

- director o administrador (manager): su principal responsabilidad es la continuidad del programa de medición.
- entrenador (coach): es la persona experta que lleva adelante el programa de medición aportando toda su experiencia y conocimientos.
- ingenieros de soporte: son los involucrados directos y encargados de dar soporte a las actividades de medición del programa.

Las principales actividades del equipo GQM son:

- Planificar el programa de medición en el marco del proyecto de desarrollo.
- Llevar a cabo las actividades de medición y la creación de los entregables requeridos por GQM.
- Chequear la recolección de los datos realizada por el equipo de proyecto y procesar los datos disponibles.
- Preparar la interpretación de los datos medidos para organizar las sesiones de retroalimentación.
- Moderar las sesiones de retroalimentación.
- Realizar los reportes de progreso para el equipo de proyecto y la administración, distribuir y empaquetar los resultados obtenidos.

Por último, las habilidades personales de los miembros del equipo GQM juegan un rol importante en el éxito del programa de medición. En especial la habilidad de motivar a las personas. Cuando un equipo carece de estas habilidades, el programa de medición en su conjunto tiene poco éxito. Por lo tanto, un equipo GQM debería incluir un equipo de personas acreditado.

Seleccionar el área de mejora (Select improvement area) es la segunda actividad cuyo objetivo es identificar y seleccionar áreas de mejora de procesos o productos. Los problemas que enfrenta la organización, los objetivos de negocios de alto nivel y las directivas gubernamentales son muy importantes al momento de realizar la selección. También deben considerarse aspectos como el costo, tiempo, riesgo y calidad porque conjuntamente con los objetivos aportan una idea clara de los objetivos de mejora. En el modelado del proceso a estos factores los denomina directivas de gestión. Las áreas de mejora deben ser refinamientos operacionales de los objetivos de mejora de la corporación y las metas del negocio. "Incrementar la satisfacción del cliente", "expandir el mercado compartido" son ejemplos de tales objetivos.

Una vez que las áreas de mejora han sido identificadas, se debe documentar realizando una descripción del área de mejora o problema, de los productos o procesos involucrados, las influencias tecnológicas, organizacionales, legislativas y de ambiente, la gente involucrada y las experiencias previas de medición y GQM. El *documento con la información de las áreas de mejora* será utilizado como entrada para las fases siguientes.

Seleccionar el proyecto donde aplicar la medición y establecer el equipo del proyecto (*Select application project and establish project team*) es la tercera actividad. La disposición, motivación y entusiasmo del equipo del proyecto es un factor clave en el éxito del programa de medición porque ellos son los encargados de ejecutar las actividades de medición adoptando los nuevos procesos. Por lo tanto, es fundamental que los objetivos de la medición y las ideas de mejora se alinien con los objetivos del equipo del proyecto.

El equipo GQM posee una significativa influencia en la elección del área de mejora porque se selecciona antes de determinar el equipo del proyecto. Sin embargo, el equipo GQM, no debe ser completamente responsable del programa de medición ya que el equipo del proyecto es el propietario del programa y de sus resultados. Si ellos deciden detener las mediciones o cambiar su alcance, esto se debe respetar. Lo único que puede hacer el equipo GQM es discutir el cambio y tratar de convencerlos de que no es apropiado. Por otro lado, el equipo GQM es el encargado de monitorear y estimular continuamente la dedicación que el equipo de proyecto le brinda a las actividades de medición. Los productos que surgen de esta actividad son: el *proyecto* y el *equipo de proyecto*.

La actividad, *Crear el plan de proyecto* (*Create project plan*), es la cuarta dentro del proceso de planificación. Una vez que se seleccionó el área de mejora, se establecieron ambos equipos de trabajo – GQM y de proyecto, se debe llevar a cabo el *plan de proyecto* sobre el cual se basará el programa de medición. Para su desarrollo el equipo GQM se basa en toda la información que el equipo del proyecto le brinda. Todo plan de proyecto debe contener:

- Un resumen que presente el programa de medición que ronde alrededor de 20 líneas.
- Una introducción que comente el alcance del programa de medición relacionando claramente los objetivos de mejora con los objetivos del proyecto de desarrollo de software.
- Una caracterización del programa de medición a tres diferentes niveles: organizacional, de proyecto y de equipos.
- Un cronograma donde se muestran aspectos de gestión relacionados al programa de medición. Algunos ejemplos son líneas de tiempo, lista de entregables, asignación de recursos, análisis de costo beneficio.
- Un proceso de gestión, donde constan prioridades, procedimientos de reportes y actividades de control de riesgos.
- Una descripción de las estructuras relevantes al programa de medición a nivel organizacional, de equipo del proyecto y equipo GQM.
- Una estrategia de entrenamiento y promoción, donde se detallan las actividades de entrenamiento que se planean brindar al equipo del proyecto. También, como se pretende promover y diseminar los resultados en la organización.

Una sección muy importante es el análisis de costo-beneficio porque contribuye a la aceptación del proyecto de medición por parte de la gestión de la organización. El análisis de costo-beneficio inicial se basa en el esfuerzo que los equipos GQM y del proyecto necesitan realizar para completar la ejecución del programa de medición. Recaltar los beneficios que ofrecerán los objetivos de mejora una vez logrados es también fundamental.

El equipo GQM debe esforzarse por realizar un plan realista acerca del programa de medición que permita que todos los pasos, definición de GQM, recolección de datos e interpretación, sean realizados en el tiempo establecido por el cronograma. El *plan de proyecto* debe especificar qué miembros del equipo del proyecto serán involucrados en cada paso, hitos y fechas límites, lista de entregables, etc.

El *plan de proyecto* sirve, en principio, como una propuesta para la administración con el objetivo de recibir la aprobación y el compromiso con el proyecto de medición. Una vez que la propuesta se acepta, el plan de proyecto debe evolucionar con el tiempo. Este debe ser mantenido y cuando información adicional surge tiene que ser incluida dentro el plan.

La última actividad de este proceso es *Entrenar y promocionar (Training and promotion)*. El objetivo de esta actividad es mantener a la gente que participa en el proyecto motivada y entusiasmada, y por consiguiente, que continúen comprometidas con los objetivos del proyecto. El entusiasmo, la motivación y el compromiso de la gente con los objetivos del proyecto y el programa de medición es esencial para el éxito. Para trabajar en estos aspectos, el equipo GQM debe organizar regularmente sesiones de promoción y entrenamiento donde:

- presentan claramente la definición de los objetivos de mejora propuestos,
- explican los beneficios del programa de medición,
- indican el impacto de la medición en las actividades diarias de desarrollo y,
- discuten las experiencias de medición de otros proyectos u organizaciones.

Idealmente, todo el personal que participa en el programa de medición debería ser parte de estas sesiones. Es fundamental que el responsable de la gestión del proyecto como los representantes de la gestión de alto nivel estén presentes durante estas sesiones. El equipo GQM debe ser totalmente sincero con respecto a las mejoras y beneficios esperados porque los gerentes de proyecto necesitan asignar su gente al programa de medición y por lo tanto deben planear su esfuerzo. Además, porque el esfuerzo gastado por el equipo del proyecto es considerado como una inversión, la cual no debe ser asumida si las ganancias esperadas no superan la inversión.

Por otro lado, cuando el proyecto de medición es aprobado, los miembros del equipo del proyecto tienen que ser entrenados para cumplir con sus roles dentro del programa de medición. El equipo GQM debe organizar sesiones de entrenamiento donde se expliquen:

- los principios de la medición,
- el paradigma GQM y
- el método para llevar a cabo la medición.

Estas sesiones de entrenamiento deben focalizarse sobre el último punto: explicar el método para llevar a cabo las mediciones. El equipo GQM debe explicar a los miembros del equipo de proyecto cuales son los pasos del proceso dentro del programa de medición e indicarles cuan involucrados están en estos pasos. Luego de la explicación del método, el cronograma debe ser presentado, para que conozcan en qué momento es requerida su participación. En estas sesiones, el equipo GQM no debe poner énfasis en la formación teórica, porque el equipo de proyecto está interesado en oír consejos prácticos con respecto al método. Ellos quieren responder las siguientes preguntas:

- ¿Qué tareas de medición debo realizar?
- ¿Por qué debería realizar estas tareas?
- ¿Cómo y cuándo debo realizar estas tareas?
- ¿Cuánto esfuerzo es requerido para realizar estas tareas?
- ¿Las tareas influyen en mis actividades diarias?

- ¿Qué beneficios obtengo por esto? ¿Qué aprendería?

Como mínimo, una sesión de entrenamiento debe ser organizada para dejar en claro todos los puntos mencionados. Si algo quedó inconcluso, otras sesiones deben organizarse. Lo importante es que todos los miembros del equipo del proyecto que están involucrados en la medición deben ser entrenados antes de que las actividades comiencen.

El producto de esta actividad es el *material de promoción y entrenamiento de la medición*.

4.2.2.2.2. Definir plan de medición

El proceso de *Definir el plan de medición*, tiene por objetivo precisar el programa de medición. Existen tres documentos -*el plan GQM, de medición y de análisis*, que contienen toda la información respecto al programa de medición y deben ser producidos durante este proceso. Definir los objetivos de medición, revisar o producir los modelos de procesos de software, realizar las entrevistas, definir y revisar preguntas e hipótesis, definir métricas, controlar las métricas teniendo en cuenta la consistencia y la completitud, producir los planes de GQM, medición y análisis, revisar los planes son algunas de las actividades necesarias en este proceso (mostradas en la Figura 23). A continuación, se detallaran dichas actividades.

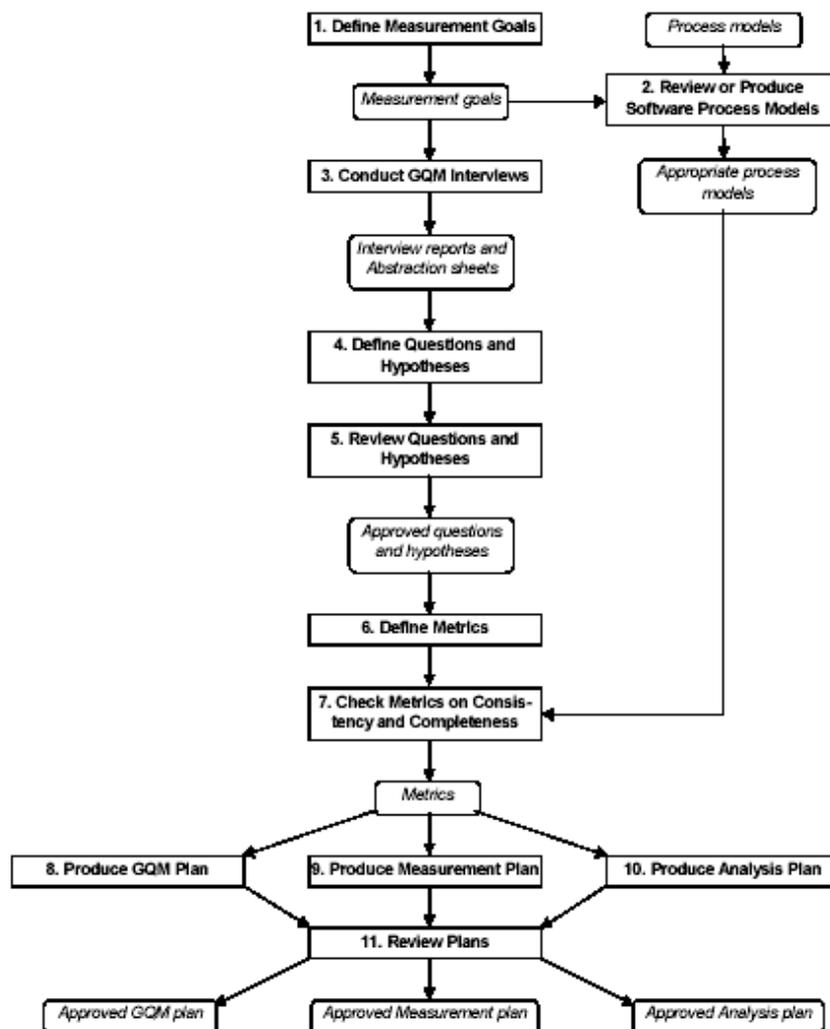


Figura 23. Subprocesos dentro del proceso de Definir el plan de medición. Obtenido de [SOL, 1999].

La primera actividad es *Definir los objetivos de la medición (Define measurement goals)*. Los objetivos son derivados a partir de los objetivos de mejora identificados en la fase de planificación y documentados en el plan del proyecto. Una forma de obtener un alto compromiso con el programa de medición por parte del equipo del proyecto es involucrarlo en la definición de los objetivos de medición. Además, esto les ayuda a entender porque la medición debe ser aplicada.

El equipo GQM será el encargado de refinar los objetivos de mejora globales en objetivos de medición, en el caso de que el equipo de proyecto y sus administradores posean poca experiencia en la definición de objetivos. Luego del refinamiento, se debe llevar a cabo una sesión de revisión donde el equipo de proyecto rectifica o ratifica dichos objetivos. En cambio, si el equipo de proyecto es experimentado, la sesión se utilizara para definir los objetivos GQM. Al concluir la sesión todos deben estar de acuerdo sobre lo definido y tener un amplio entendimiento de cada objetivo.

Los objetivos de medición deben ser definidos en forma estructurada para facilitar una clara lectura y un rápido entendimiento. Para este propósito, se han definidos plantillas que soportan la definición de un objetivo de medición por medio de la especificación de un propósito, una perspectiva y características de contexto. La Figura 24 ilustra dicha plantilla y brinda una pequeña descripción de cada campo. Esta plantilla fue redefinida en la literatura de GQM⁺Strategies y mostrada en la Figura 20.

Analyse	the object under measurement
For the purpose of	understanding, controlling, or improving the object
With respect to	the quality focus of the object that the measurement focuses on
From the viewpoint of	the people that measure the object
In the context of	the environment in which measurement takes place

Figura 24. Plantilla sugerida por GQM para definir objetivos de medición. Obtenido de [SOL, 1999].

Muchos objetivos surgen durante una sesión, pero sólo pueden ser considerados algunos de ellos. Seleccionar aquellos objetivos que son relevantes para el negocio, o los que representan los objetivos estratégicos de la administración, o los que soportan los procesos de alta prioridad de la organización son algunos de los criterios que se pueden utilizar para su elección. Más allá de estos criterios, muchas veces seleccionar o priorizar los objetivos suele ser una tarea ardua.

Si todos los miembros del equipo de proyecto se han involucrado en la definición de los objetivos, estarán motivados para afrontar el trabajo del programa de medición. Para lograr el éxito del programa, además se necesita una administración comprometida e involucrada. Esta debería ser capaz de mostrar como los objetivos de la medición se relacionan con los objetivos de negocio y soporta la mejora del negocio.

La actividad siguiente es *Revisar o producir modelos de procesos de software (Review or produce software process models)*. La definición del programa de medición es respaldada por los modelos de procesos de desarrollo de software que permiten revisar el conjunto de métricas para saber si son consistentes y completas –esto es realizado en la séptima actividad de este proceso. Por lo tanto, el objetivo de este paso es generar y/u obtener los modelos de procesos apropiados y aprobarlos para poder identificar mediciones.

En el caso de que la organización disponga de modelos de procesos, es imprescindible que sean revisados y, si es necesario, mejorarlos para que soporten la definición de las mediciones. Es fundamental que los modelos de procesos describan la forma en la cual el trabajo es realmente llevado a cabo y no, la forma ideal en la cual debería ser realizado. Como la medición es ejecutada durante el transcurso del proyecto, es importante, que el modelo de procesos sea una imagen actual y real de la forma de trabajo.

Por otro lado, es elemental que todos los miembros que integran el programa de medición estén de acuerdo sobre los modelos.

Si la organización no dispone de modelos de procesos o productos relevantes que ayuden a definir los objetivos de medición, el equipo GQM será el encargado de desarrollarlos. Una vez que el equipo GQM ha modelado todos los procesos relevantes, el equipo de proyecto debe revisarlos y dar su consentimiento.

La tercera actividad es Conducir entrevistas GQM (*Conduct GQM interviews*). Durante la definición de objetivos, preguntas, métricas e hipótesis, el equipo de proyecto debe proveer al equipo GQM la mayor cantidad de información. Los miembros del equipo son expertos en el objeto de medición, por lo tanto, constituyen la principal fuente de conocimiento que puede ser extractada. El principal propósito de esta actividad es hacer que el conocimiento implícito de los miembros del proyecto se convierta en explícito, por lo que, apuntan a capturar las definiciones, suposiciones y modelos de cada miembro del proyecto. El entrevistador debe prestar especial atención en no afectar las respuestas conduciendo al entrevistado en alguna dirección. Por último, la información adquirida desde diferentes personas durante las entrevistas deberá ser combinada en pasos siguientes.

Las “*hojas de abstracción*” [LAT, 1998] son utilizadas como soporte a la comunicación entre el equipo GQM y el equipo de proyecto durante las entrevistas. Estas proveen un enfoque estructurado que permite analizar las características relevantes del objetivo previniendo la omisión de alguna de ellas. Las características relevantes y las dependencias del objetivo descrito en el plan GQM son resumidas en la hoja de abstracción. Las cuatro secciones de una hoja de abstracción son:

- Foco de calidad (*Quality focus*): permite obtener qué métricas pueden ser medidas en el objeto que representa el objetivo.
- Hipótesis base (*Baseline hypotheses*): permite averiguar cuál es el conocimiento actual con respecto a la métrica definida anteriormente. Es decir, las expectativas son documentadas como “Hipótesis”.
- Factores de Variación (*Variation factors*): permite indagar sobre los factores del ambiente que se espera que influyeran a la métrica.
- Impacto sobre la hipótesis base (*Impacts on baseline hypotheses*): permite examinar cómo estos factores influyen las mediciones actuales, y qué tipo de dependencias se asumen entre las métricas y los factores de influencia.

Un modelo de la hoja de abstracción es dado en la Figura 25. Las cuatro secciones pueden ser verificadas por consistencia y completitud, porque relaciones mutuas existen entre las secciones. Por ejemplo, para cada foco de calidad debería haber al menos una hipótesis y posiblemente algunos factores de variación. También, para cada factor de variación debería haber al menos un impacto sobre la hipótesis.

Object:	Purpose:	Quality focus:	Viewpoint:	Environment:
Quality focus		Variation factors		
Baseline hypotheses		Impacts on baseline hypotheses		

Figura 25. Plantilla de hoja de abstracción. Obtenido de [SOL, 1999].

La hoja de abstracción es una herramienta poderosa que puede ser usada durante la configuración del programa de medición: información desde las entrevistas pueden ser organizadas en forma estructurada y copiadas desde las hojas de abstracción en el plan GQM. Sin embargo, las hojas de abstracción pueden ser también usadas para estructurar la presentación e interpretación de los datos medidos durante las sesiones de retroalimentación. De hecho, una hoja de abstracción es una página de resumen del plan de GQM. No todas las mediciones directas definidas en el plan GQM son representadas en una hoja de abstracción, solamente aquellas básicas que reflejan las métricas más importantes.

Este paso tiene como resultado un *conjunto de reportes de entrevistas y hojas de abstracción*.

A continuación se deben *Definir preguntas e hipótesis (Define questions and hypotheses)*. Este proceso posee implícito dos actividades. La primera es la definición de preguntas cuyo objetivo es soportar la interpretación de los datos hacia los objetivos de medición. Las preguntas deben ser definidas de forma tal que soporten la interpretación de los datos con respecto a los objetivos de medición. Los objetivos son definidos a un nivel abstracto, las preguntas son refinamientos de los objetivos a un nivel operacional, las cuales son más apropiadas para la interpretación de los datos obtenidos en la medición.

La respuesta a una pregunta debe concluir si el objetivo fue alcanzado. Para cumplir este requisito, durante la definición de las preguntas, son necesarias verificaciones. Se debe cotejar que las preguntas definidas tienen la habilidad de fundamentar la conclusión del objetivo de manera satisfactoria. Si las preguntas son definidas de forma muy abstracta, la interpretación de los datos presentará dificultad porque la relación entre las preguntas y los datos es difícil de entender. Por el contrario, si las preguntas son definidas un nivel muy detallado, una clara interpretación desde las preguntas hacia el objetivo no será posible. Para soportar una interpretación óptima de los datos recolectados para responder las preguntas y concluir sobre un objetivo, las preguntas deberían ser definidas a un nivel intermedio de abstracción entre las métricas y los objetivos. Este concepto está representado en la Figura 26 obtenido de [SOL, 1999].

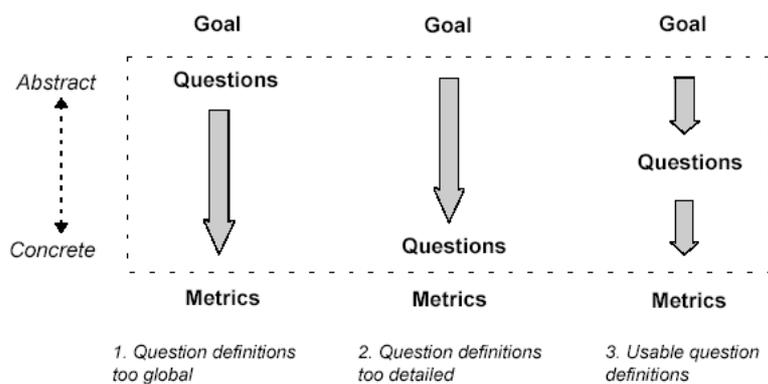


Figura 26. Nivel de abstracción de la definición de preguntas de GQM.

La segunda actividad implícita es la definición de la hipótesis cuyo objetivo es estimular al equipo de proyecto para que piense acerca de la situación actual ayudando a un mejor entendimiento del proceso o producto. Para cada pregunta se debe definir cuál es la respuesta esperada determinando de esta manera la hipótesis. Durante la interpretación de los datos, las hipótesis serán comparadas con los resultados de la medición. La comparación tiene como propósito incitar al equipo de proyecto a identificar y analizar las razones subyacentes que causan que los resultados actuales se desvíen o conformen con sus expectativas. La comparación no debería evaluar la exactitud de la hipótesis sino las causas que originan los desvíos. Por otro lado, la formulación de hipótesis previene la terminación en una situación donde la gente piensa erróneamente que conocen el resultado.

Desde el punto de vista de la teoría del aprendizaje, las hipótesis formuladas ayudan a incrementar el efecto de aprendizaje obtenido a partir de la medición. Al formular la hipótesis, el conocimiento del equipo de proyecto se convierte en explícito. Esto ayuda a que el nuevo conocimiento obtenido mediante la medición se relacione con experiencias y conocimientos existentes permitiendo que conceptos no familiares sean interpretados como familiares.

Al finalizar este paso se debe obtener la *lista de preguntas e hipótesis*, definidas con respecto a los objetivos de medición.

Revisar las hipótesis y preguntas (*Review questions and hypotheses*) es la siguiente actividad. Su objetivo es asegurar que las preguntas e hipótesis fueron capturadas y formuladas correctamente. Como las preguntas se reformulan a partir de lo obtenido en las entrevistas puede suceder que durante la traducción se cometan errores o que el equipo GQM realice malas interpretaciones. Las hipótesis deben ser revisadas también, porque junto con las preguntas, son usadas para definir métricas que serán utilizadas para la recolección de datos. Una *lista de preguntas e hipótesis aprobada* es el resultado.

A continuación, se debe Definir métricas (*Define metrics*). Una vez que los objetivos fueron refinados en una lista de preguntas es necesario realizar la especificación de las métricas. Las métricas se definen para proveer información cuantitativa que permita responder las preguntas de manera satisfactoria. Pueden verse, como un refinamiento de las preguntas en mediciones cuantitativas de procesos y/o productos. Una vez que todas las métricas han sido medidas, suficiente información debería estar disponible para responder las preguntas.

Se deben identificar los factores que influyen los resultados de las métricas. Si estos factores no son considerados durante la definición del programa de medición, algunas conclusiones o interpretaciones de los datos recolectados pueden ser erróneas. Usualmente, los factores de influencia, son definidos como métricas.

La *lista de las métricas* necesarias para proveer información adecuada para responder las preguntas es el documento que resulta de este paso.

La séptima actividad a realizar es Verificar las métricas por consistencia y completitud (*Check metrics on consistency and completeness*). Los objetivos, preguntas y métricas deben ser consistentes y completos respecto a los modelos de procesos y productos que participan en el desarrollo (ver Figura 27). Por lo que chequeos de consistencia y completitud deben realizarse.

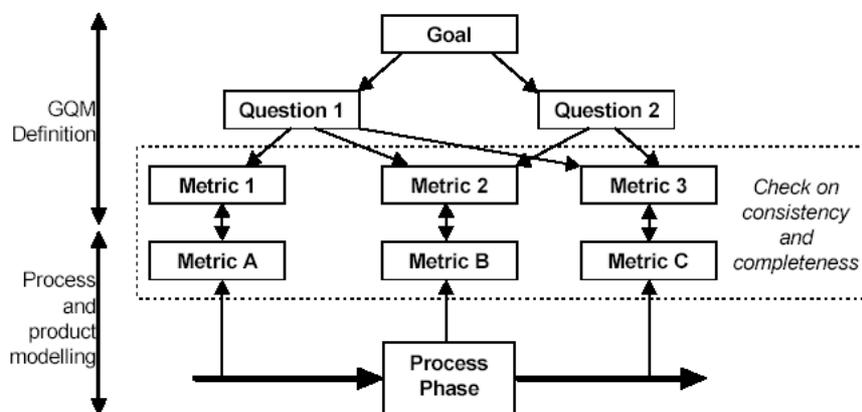


Figura 27. Chequeo de completitud y consistencia.

Si durante el chequeo existen definiciones que parecen erróneas, incompletas o inconsistentes se deben tomar medidas correctivas. Ajustar las definiciones para cumplir con los modelos de procesos o ajustar los modelos de procesos para cumplir con las definiciones de los objetivos, preguntas y métricas son dos formas de solucionar estas discrepancias.

Producir un Plan GQM (Produce GQM plan) es la actividad que debe realizarse a continuación. El *plan GQM* es un documento que contiene objetivos, preguntas, métricas e hipótesis para el programa de medición. El *plan GQM* se utiliza como guía para la interpretación de los datos y provee las bases para el desarrollo del plan de medición y el plan de análisis.

El *plan GQM* describe el refinamiento desde los objetivos de medición en preguntas, y subsecuentemente, desde las preguntas en métricas. Cuando se poseen métricas indirectas, también tiene que describir todas las mediciones directas que deben ser recolectadas para cada métrica indirecta. El *plan GQM* es usado con el propósito de:

- documentar formalmente el programa de medición haciendo explícita la descripción de objetivos, preguntas, hipótesis y métricas.
- guiar al equipo de proyecto en la interpretación de los datos recolectados. Los resultados de la medición deben proveer las respuestas a las preguntas definidas en el plan GQM y permitir emitir conclusiones respecto a los objetivos GQM.
- orientar la definición de procedimientos de recolección de datos. El Plan GQM define las métricas que serán recolectadas, por lo tanto, sirve como base para la definición del plan de medición, el cual describe los procedimientos de recolección de datos.
- ayudar en la definición del Plan de Análisis, el cual simula y propone la interpretación de los datos usando gráficos y tablas antes de que los datos actuales sean recolectados.
- fundamentar el sistema de soporte de la medición. Este sistema asiste al equipo GQM en el almacenamiento, mantenimiento, análisis y presentación de los datos de medición. Es importante tenerlo en cuenta en el momento de desarrollar el módulo que analiza los datos recolectados.

Al finalizar este paso se debe contar con un *Plan GQM preliminar*.

La actividad *Producir un plan de medición (Produce measurement plan)* tiene como principal objetivo originar un *Plan de medición preliminar*. Este plan describe diferentes aspectos de cada medición directa que se identificó en el Plan GQM. Para cada medición debe:

- proveer definiciones formales de mediciones directas,
- proveer descripciones textuales de mediciones directas,
- definir todos los posibles resultados (valores) de las mediciones directas,
- identificar el personal que recolectará la métrica directa,
- definir el momento en el tiempo cuando se debería recolectar la métrica directa, y
- definir cuál es el medio (herramienta o formulario) a utilizar en la recolección.

En el Plan de Medición debe, además, definir y describir los formularios de recolección de datos y las herramientas de recolección de datos automatizadas.

Posteriormente se debe ejecutar la actividad *Producir un plan de análisis (Produce analysis plan)*. El propósito de esta es obtener un *Plan de Análisis preliminar*, donde se describa cómo la información relevante es procesada de forma que pueda ser fácilmente interpretada. El *Plan de Análisis* se basa en las preguntas y objetivos definidos en el *Plan GQM* para generar gráficos y tablas que permitan mostrar los resultados de las mediciones. Este plan ayuda al equipo de proyecto a conocer, con anterioridad a la realización de las mediciones, cómo serán presentados los datos recolectados.

El análisis que se puede realizar es la comparación de las hipótesis con los datos obtenidos de las mediciones. En esta comparación se deben tener en cuenta los factores de variación que pueden afectar los resultados y las preguntas documentadas en el *Plan GQM*. Para llevar a cabo este análisis hay que estudiar los datos hipotéticos, los datos actuales (o reales obtenidos) y los factores de variación, teniendo en cuenta sus influencias. Esto permite examinar si los factores de variación impactan sobre el objeto bajo estudio en forma menor o mayor a lo estimado.

Los resultados de comparar los datos hipotéticos con los datos actuales deben ser interpretados por las personas que proveyeron las hipótesis y las métricas, lo cual significa aplicar una interpretación «botton-up». De aquí, la importancia en la presentación de los datos que permita una fácil interpretación por parte del equipo de proyecto. El equipo GQM sólo debe guiar al equipo de proyecto en las interpretaciones.

Por último, el *Plan de Análisis* establece un punto de partida para el desarrollo del material de retroalimentación. Es conveniente que este material sea presentado al equipo de proyecto, siendo esta otra forma de que los miembros del equipo se motiven y comprometan con el programa de medición.

La última actividad de este proceso es *Revisar planes (Review plans)*. Los *Planes GQM, de Medición y de Análisis* representan la definición formal del programa de medición y describen todo lo relacionado a la medición. Debido a su importancia en el programa de medición, estos planes deben ser revisados y aprobados por el equipo de proyecto antes de que cualquier tipo de recolección se inicie. Una sesión de revisión es propicia para lograr un acuerdo sobre estos documentos. Esta reunión debe enfocarse en determinar si los miembros del equipo de proyecto:

- están de acuerdo con la definición de los objetivos, preguntas y métricas?
- identifican definiciones faltantes o innecesarias?
- están de acuerdo con la definición propuesta del material de retroalimentación?

Una vez que los tres planes están aprobados por el equipo del proyecto y el equipo GQM está conforme con su definición, el proceso de recolección de datos puede comenzar.

4.2.2.2.3. Recolectar los datos

A continuación, se describen las actividades que deben llevarse a cabo durante el proceso que se encarga de *Recolectar los datos*, como así también, aquellos asociados al entrenamiento de los equipos. Estas actividades están ilustradas en la Figura 28.

La primera actividad es *Mantener un período de prueba (Hold trial period)*. Su objetivo es ensayar los procedimientos de recolección de datos, las herramientas y los formularios. Y en caso de ser necesario, mejorarlas. Es fundamental para el éxito del programa de medición, que se cuente con un periodo de recolección de prueba que se extienda entre dos o tres días. En este lapso las herramientas, formularios y procedimientos son testeados por una o dos personas que pertenecen al equipo de proyecto. En general, son los ingenieros “senior” los que ejecutan esta tarea, porque el resto del equipo confía en ellos y en sus sugerencias. De este modo, el equipo se siente mucho más seguro de los procedimientos. Cualquier mejora que se considere necesaria debe realizarse. Al final de este paso se cuenta con todos los elementos probados y adaptados a la situación.

A continuación, se debe *Realizar una sesión inicial (Hold kick-off session)*. El equipo GQM, luego de actualizar los procedimientos, formularios y herramientas, debe organizar una reunión, denominada sesión inicial o de arranque, donde todos los participantes del programa de medición deberían estar presentes. El principal objetivo de esta actividad es obtener un acuerdo con el equipo de proyecto de que la recolección

de datos necesita comenzar. También se debe explicar cuidadosamente el objetivo del programa de medición, los procedimientos de recolección, el uso de las herramientas y formularios. Al finalizar la sesión no deben existir dudas y los participantes acuerdan comenzar con la recolección de los datos.

Una vez comenzada la recolección, el equipo GQM debe monitorear al equipo de proyecto en el uso de los procedimientos, herramientas y formularios. Ante cualquier desviación o uso incorrecto, el equipo GQM debe proveer inmediatamente soporte y entrenamiento adicional. Problemas pequeños tienden a escalar durante la recolección de los datos.

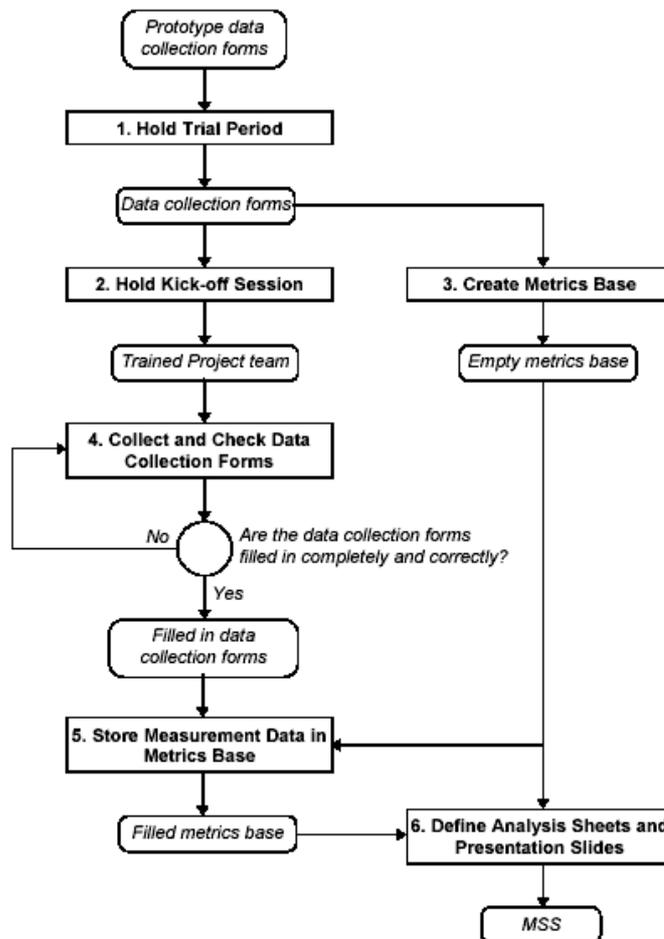


Figura 28. Subprocesos dentro del proceso de Recolección de Datos. Obtenido de [SOL, 1999].

La tercera actividad es la de propiamente Recolectar los datos (Collect data). Mientras la recolección es realizada los datos son reunidos en los formularios y entregados al equipo GQM con cierta frecuencia, preferentemente en forma diaria. El equipo GQM verifica que los datos sean correctos y completos. En caso de error, se deben tomar acciones correctivas de inmediato. En caso contrario, se deben almacenar los formularios en la base de métricas. La Figura 28 muestra que la base de métricas es creada cuando se comienza con las mediciones y es el primer paso en el desarrollo del sistema de soporte a la medición.

Para que la recolección pueda ser llevada a cabo, es necesario contar con procedimientos de recolección de datos, que son descriptos en el plan de medición. Cada procedimiento define todos los aspectos necesarios para llevar a cabo las tareas de recolección. La definición de un procedimiento debe indicar:

- qué persona debe recolectar el dato,

- cuándo debe ser recolectado,
- la manera de recolectar el dato de forma eficiente y efectiva, y
- a quién se debe entregar el dato recolectado.

Estos aspectos ayudan a la elección de las herramientas y formularios de recolección.

Como el lector pudo observar este fue el primer subproceso que no fue detallado íntegramente en la literatura. A continuación, se describirá la última actividad necesaria para implementar el enfoque de GQM.

4.2.2.2.4. Interpretar

Este proceso es importante porque trata de encontrar respuestas a las preguntas que subyacen al programa de medición. El equipo GQM reúne, almacena y procesa los datos de las mediciones apuntando a la obtención de conclusiones. Ver Figura 29 para obtener una representación gráfica de las actividades que involucra.

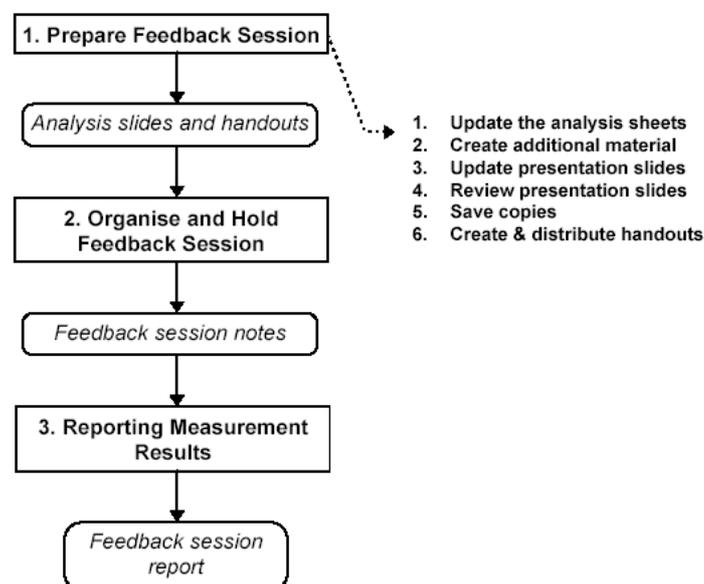


Figura 29. Subprocesos dentro del proceso de Interpretación. Obtenido de [SOL, 1999].

La primera actividad necesaria para interpretar los datos recolectados es Preparar la sesión de retroalimentación (*Prepare feedback session*). Los resultados del programa de medición son discutidos en la sesión de retroalimentación. Esta sesión es muy importante y, en muchos casos, determina el éxito o el fracaso del programa. Por lo que, el equipo GQM, debe proveer sesiones de retroalimentación de buena calidad incentivando a que los miembros del equipo mantengan una actitud dirigida por objetivos y constructiva. Sucede que muchas veces las organizaciones invierten gran cantidad de tiempo y dinero en los programas de medición y luego no saben cómo utilizar los datos recolectados perdiendo la motivación hacia la instrumentación de un programa de medición.

El *Plan GQM* brinda las bases para la preparación de estas sesiones. La idea es realizar el procesamiento de los datos recolectados en un material que pueda ser presentado e interpretado en la sesión de retroalimentación. En el procesamiento no hay que perder de vista las preguntas que fueron definidas en el *Plan GQM* porque a partir de las respuestas presentadas en el material el equipo de proyecto debe ser capaz de concluir si los objetivos de medición definidos fueron logrados. Idealmente, el análisis debería ser apoyado por el sistema de soporte de la medición.

El equipo GQM prepara la sesión de retroalimentación mediante un procedimiento de seis pasos sencillos:

- Actualizar las hojas de análisis (Update the analysis sheets): la creación del material a utilizar en la sesión de retroalimentación es un esfuerzo significativo por parte del equipo GQM. Se deberían excluir aquellas mediciones que se desvían significativamente de los otros datos e incluir las preguntas GQM que tratan de responder los gráficos y tablas presentados en la hoja de análisis. Al finalizar este paso, el equipo GQM tiene en su poder las *hojas de análisis* listas para entregar a los miembros del equipo de proyecto.
- Crear material de retroalimentación adicional (Create additional material): el material incluido para realizar la sesión de retroalimentación debe responder las preguntas GQM que originaron los objetivos del programa de medición y destacar cualquier característica relevante. La creación de material adicional, no conduce a abandonar los objetivos y preguntas originales, sino que puede aportar ideas conductoras para próximos programas de medición.
- Actualizar presentaciones (Update presentation slides): los gráficos y tablas que se encuentran en las presentaciones deben estar enlazadas a las hojas de análisis.
- Revisar presentaciones (Review presentation slides): lo ideal es mostrar entre 15 y 20 presentaciones por sesión de retroalimentación. Un esfuerzo extra es necesario para seleccionar aquellas presentaciones más significativas. Una vez elegidas deben revisarse para que no posean errores y su contenido sea claro para evitar interpretaciones erróneas.
- Realizar copias de las presentaciones y de la base de métricas (Save copies): se deben realizar copias de seguridad de las presentaciones y los datos de las mediciones.
- Crear y distribuir información (Create & distribute handouts): las presentaciones y los datos de medición deben ser impresos y distribuidos algunos días antes de la sesión de retroalimentación. Los participantes pueden estudiar el material con anterioridad resultando en una sesión de retroalimentación más efectiva y eficiente.

A continuación, se debe Organizar y realizar la sesión de retroalimentación (Organise and hold feedback session). El objetivo es discutir los resultados de la medición y transformarlos en puntos de acción. El equipo de proyecto junto con el equipo GQM se reúnen para discutir los resultados de las mediciones cada seis u ocho semanas. La duración de estas reuniones no debe superar las tres horas, idealmente, una sesión productiva dura una hora y media. En este tiempo los equipos discuten entre 15 y 20 presentaciones.

Generalmente las sesiones de retroalimentación siguen el siguiente esquema:

- apertura realizada por el moderador general perteneciente al equipo GQM,
- resumen del paradigma GQM presentando sus principios,
- introducción detallada del objeto de medición,
- presentación de gráficos y tablas, y
- evaluación.

Estas sesiones son un punto delicado en el programa de medición. Por más sugerencias sobre el análisis de datos referirse a [GOO, 1993].

Una vez ejecutada la sesión de retroalimentación se debe Realizar reportes de las interpretaciones de los resultados de las mediciones (Reporting measurement result). El equipo GQM es el encargado de realizar un reporte de la reunión contando las observaciones, interpretaciones, conclusiones y puntos de acción que se formularon durante la sesión. La distribución de los reportes se debe realizar cuidadosamente y con el consentimiento del equipo de proyecto. La alta administración debe recibir reportes que presentan una visión conjunta de los resultados y no los datos, para evitar malas interpretaciones. La organización

completa debe conocer los resultados para que vaya tomando conciencia de la importancia del programa de medición.

Es aconsejable reutilizar las experiencias y resultados obtenidos en programas de medición futuros, por lo que se debe documentar los resultados de manera que sea fácilmente accesible y entendible. Esto no es sencillo de realizar, porque no se conocen las necesidades de información futuras.

Como el lector pudo apreciar GQM⁺Strategies posee una gran cantidad de actividades y subactividades. Algunas de ellas se encuentran parcialmente descritas y fueron incluidas en el modelado del proceso, realizado mediante un lenguaje semiformal que abarca, en mayor o menor medida, las cuatro vistas esperadas (funcional, informacional, de comportamiento y organizacional indicadas en la sección 3.2.2.). GQM⁺Strategies posee algunos roles definidos explícitamente y asignados a actividades propuestas. Con respecto a los artefactos que fueron nombrados raramente se los describe de una manera completa pero en general tienen en cuenta su descomposición en sub artefactos. Por otro lado, si revisamos la literatura, vemos que los términos utilizados en la descripción de su proceso se corresponden, en su gran mayoría, a términos definidos en su base conceptual. Por último, en el caso de esta estrategia no se encontró en la literatura revisada ningún indicio de que el proceso se apegue a alguno de los estándares del dominio de M&E.

En esta sección y en la anterior, se presentó el proceso necesario para aplicar la estrategia GQM⁺Strategies detallando todas sus actividades y tareas. De este modo se documentó el pilar del proceso quedando pendiente de describir, en la siguiente sección, el tercer pilar que tiene que ver con Metodología, Métodos y Herramientas.

4.2.3. Metodología, Métodos y Herramientas

Como se dijo anteriormente una metodología comprende una serie de fases (ver Figura 30) y actividades, como así también, una serie de métodos, modelos y herramientas para llevarlas a cabo. Por detrás del enfoque GQM se definieron cuatro fases, que involucran las actividades definidas anteriormente.

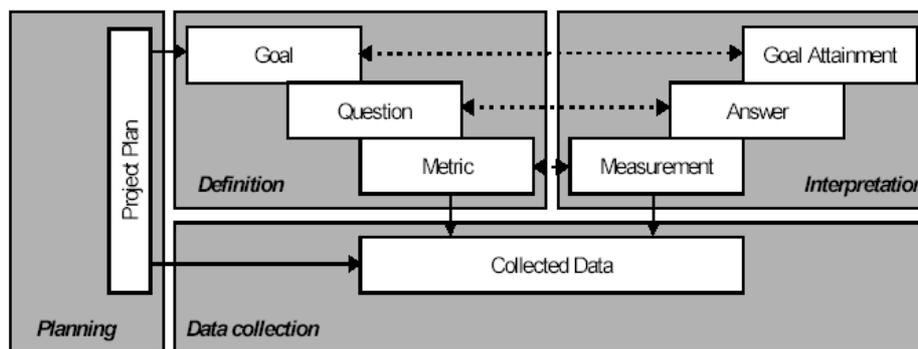


Figura 30. Fases de la Metodología GQM. Obtenido de [SOL, 1999].

A continuación se explican cada una de las fases:

- Fase de planificación: Su objetivo es cumplir con todos los requerimientos de GQM que garantizan el éxito del programa de medición. Algunas de las actividades claves de la fase de planificación son entrenar al personal, involucrar a la administración, planificar, entre otras.
- Fase de Definición: En esta fase se define el programa de medición. Se deben documentar los objetivos, preguntas, métricas e hipótesis. Estas últimas representan las expectativas del resultado de la medición.

-
- Fase de Recolección de datos: Comienza cuando la fase de definición esta completa. Su objetivo es obtener datos a partir de la definición de recolección. Para ello, se utilizan formularios, herramientas, etc. Los datos recolectados deben ser almacenados en una base de datos de medición.
 - Fase de Interpretación: En esta fase los datos que fueron recolectados son procesados teniendo en cuenta las métricas y tratando de responder las preguntas definidas. De esta forma, se puede evaluar si los objetivos fueron alcanzados.

Durante toda la ejecución del enfoque se hablan en diversas oportunidades de las sesiones que el equipo GQM debe coordinar. Sin duda las sesiones son un método adecuado para la comunicación de equipos de trabajo donde el objetivo puede variar desde extraer información a mostrar los resultados obtenidos, pasando por la discusión de puntos de acción. Por ejemplo, la sesión para definir y seleccionar objetivos puede plantearse dando respuesta a las siguientes siete preguntas [SOL, 1999]:

- ¿Cuáles son los objetivos estratégicos de la organización?
- ¿Qué fuerzas tienen un impacto en los objetivos estratégicos?
- ¿Cómo se puede mejorar la performance?
- ¿Cuáles son los problemas mayores?
- ¿Cuáles son los objetivos de mejora?
- ¿Cómo se pueden alcanzar los objetivos de mejora?
- ¿Cuáles objetivos de medición son posibles y cuáles son las prioridades?

Para llevar a cabo la actividad de *Revisar o producir modelos de procesos de software* se pueden utilizar métodos de revisión que incluyen revisiones formales, sesiones de lluvias de ideas, entrevistas estructuradas, presentaciones, etc.

Para poder obtener la definición de objetivos, preguntas, métricas e hipótesis –llevada a cabo mediante la actividad *Conducir entrevistas GQM*, el equipo de proyecto debe proveer al equipo GQM la mayor cantidad de información. La manera que el equipo GQM posee para extraer dicho conocimiento, es conduciendo entrevistas estructuradas e individuales a cada miembro del equipo de proyecto. Es recomendable conducir entrevistas individuales, con el objetivo de que la adquisición de conocimiento se realice sin factores que puedan influenciar la opinión del entrevistado. Un documento importante para llevar a cabo esta actividad y otras es la hoja de abstracción. El equipo GQM puede usar la hoja de abstracción en distintas formas:

- Rellenar junto con el miembro del proyecto la hoja de abstracción, comenzando a discutir el foco de calidad y la hipótesis de fondo, y luego los factores de variación y el impacto correspondiente.
- Entrenar al equipo de proyecto en el uso de las hojas de abstracción, y cuando ellos son familiares con el concepto, permitirles que la completen. Este enfoque requiere una inversión mayor debido a que no es fácil entrenar gente en el concepto de hoja de abstracción.
- Rellenar la hoja de abstracción por adelantado antes de la entrevista. En este caso el equipo GQM prepara la entrevista y genera una versión borrador. Este enfoque debe ser manejado cuidadosamente, debido a que el entrevistador está representando implícitamente sus modelos en la hoja de abstracción. Luego, el objetivo de la entrevista es validar la versión borrador de la hoja de abstracción. Para seguir este enfoque, es necesario, que el equipo GQM tenga un conocimiento claro y acabado del objeto del objetivo de medición y su contexto.
- Usar la hoja de abstracción como una guía para el análisis e interpretación de los resultados de las sesiones de retroalimentación.

Una técnica utilizada en la definición de preguntas para lograr el correcto nivel de abstracción, es documentar las preguntas formuladas por los miembros del proyecto en las entrevistas. Tales preguntas

pueden ser demasiado detalladas o muy abstractas, pero si se agrupan preguntas similares, normalmente será más fácil definir cuál es la más adecuada.

Con respecto a los métodos de recolección de datos el equipo GQM debe estar abierto y evaluar las distintas formas de recolección con sus respectivas ventajas y desventajas. La recolección manual de datos es fácil y flexible. Es el método más usado, pero se debe tener especial cuidado en la confección de los formularios para permitir su posterior verificación. Durante la recolección los formularios pueden sufrir cambios siempre y cuando estén respaldados por el equipo de proyecto. Los formularios electrónicos (implementados mediante e-mail, páginas web y aplicaciones de bases de datos) requieren el mismo esfuerzo para su confección que los formularios manuales, con la ventaja de que los datos no tienen que ser transcritos nuevamente, las bases de datos están siempre actualizadas y se mantienen en forma centralizada. Su principal desventaja es que consume más tiempo de mantenimiento.

Con respecto a las herramientas utilizadas durante la aplicación del enfoque, existen herramientas de recolección de datos automáticas, las cuales calculan métricas específicas de acuerdo a un algoritmo predefinido. El uso de este tipo de herramientas resultan eficiente, sin embargo, el equipo GQM debe ser cuidadoso y no limitar la recolección de datos a ellas. La información de mayor valor, generalmente, es brindada por los miembros del equipo y no por las herramientas. Otra desventaja es que requieren mayor entrenamiento por parte del equipo de proyecto. Para mayor detalle de las distintas formas de recolección de datos remitirse a [SOL, 1999].

La literatura citada [SOL, 1999] describe el desarrollo de un sistema de soporte a la medición (sus siglas en inglés MSS) que sea configurable para cada programa de medición. Este sistema puede estar basado en herramientas genéricas tales como hojas de cálculo, software estadístico, aplicaciones de base de datos o herramientas de presentación. Un MSS completo debería dar soporte a todas las actividades de medición, por lo que debería proporcionar facilidades para recolectar, almacenar, mantener, procesar, presentar y empaquetar los datos de medición. Una característica importante, es su flexibilidad y accesibilidad. En [SOL, 1999] se encuentra una descripción detallada de la funcionalidad requerida y una posible arquitectura.

En [FUG, 1998] y [LAV, 2000] se describe la experiencia ganada al aplicar GQM en un Laboratorio Digital (Italia) y el soporte tecnológico utilizado. Este artículo presenta brevemente las características de una herramienta desarrollada específicamente para soportar la definición del plan GQM. Es una herramienta implementada para Windows que satisface los siguientes requerimientos:

- Crear, actualizar y mostrar los planes GQM y los formularios. Realiza chequeo de consistencia de los planes.
- Reusar parcial o totalmente planes ya definidos.
- Mantener enlaces entre los planes GQM y los datos recolectados permitiendo la visualización de estos últimos en diferentes formatos.



PARTE III: DESARROLLO

Capítulo 5: Calidad de las Capacidades de Estrategias de M&E: Diseño del Estudio comparativo

En el capítulo 2 se justificó la necesidad de contar con una estrategia integrada de M&E de soporte a procesos de aseguramiento de calidad en las organizaciones de software, y además, se indicó que para comprender el estado actual de este recurso –y potencialmente mejorarlo- es necesario diseñar y ejecutar su evaluación. En esta sección presentamos el diseño realizado que permite comprender y comparar distintas estrategias integradas de M&E tomando como guía de medición y evaluación a GOCAME (introducido en la sección 4.1).

El foco principal de este estudio es evaluar la calidad de las capacidades de una estrategia de M&E teniendo en cuenta los tres principios o fundamentos discutidos anteriormente. Definimos al concepto calculable calidad de las capacidades (Capability Quality) como “*el grado en que un recurso es adecuado y apropiado para soportar y realizar acciones cuando es usado bajo condiciones específicas*”.

En la sección 5.1. se detalla el diseño de los requerimientos no funcionales especificando la necesidad de información, el contexto, el árbol de requerimiento y definiendo los conceptos y atributos utilizados. Luego en la sección 5.2. se detalla el diseño de la medición especificando el conjunto de métricas, directas e indirectas, que cuantifican los atributos. Por último, en la sección 5.3. se detalla el diseño de la evaluación, esto es –definición de indicadores (elementales, parciales y global), de los modelos (elementales y global), de los criterios de decisión, pesos y operadores. Lo presentado en este capítulo fue publicado en [PAP, 2010].

5.1. Diseño de Requerimientos no funcionales

Según el proceso definido en GOCAME la primera actividad a realizar es *Definir requerimientos no funcionales* (ver Figura 3). Esta actividad comienza con el establecimiento de la necesidad de información (ver Figura 4). Por lo que se precisó la Necesidad de Información (ver Tabla 12) con el propósito de *comprender y comparar* desde el punto de vista del *líder de aseguramiento de la calidad* para la categoría de entidad *Estrategia Integrada de Medición y Evaluación* que a su vez pertenece a la súper-categoría *Recurso*. La necesidad de información fue definida según su especificación en la base conceptual presentada en la sección 4.1.1.

Necesidad de Información	
Propósito	<i>comprender y comparar</i>
Punto de vista	<i>líder de aseguramiento de la calidad</i>
Categoría de entidad	<i>Estrategia Integrada de Medición y Evaluación</i>
Super Categoría	<i>Recurso</i>
Foco	<i>Calidad de las Capacidades</i>

Tabla 12. Definición de la necesidad de información.

El objetivo de esta tesis es evaluar la calidad de las capacidades de una estrategia de M&E teniendo en cuenta los tres principios o fundamentos ya enunciados. Para poder llevar a cabo una evaluación es necesario, en primer lugar, comprender la calidad actual de cada una de las estrategias que participa en el estudio para luego poder realizar una comparación. Por lo que, el propósito de la necesidad de información se determinó como *comprender y comparar*.

Nos pareció adecuado tomar el punto de vista del *líder de aseguramiento de la calidad* para realizar la evaluación ya que es la persona responsable en el área de aseguramiento de calidad. Y en definitiva quien tiene el poder de decisión al momento de evaluar y proponer una estrategia u otra para implantar el proceso/programa de medición o evaluación.

Con respecto a la categoría de entidad a evaluar, el objeto del caso de estudio son las *estrategias integradas de medición y evaluación*. Consideramos tales estrategias como un *recurso* del proyecto, desde el punto de vista del ente a valorar. Un recurso es un elemento utilizado para poder llevar a cabo la ejecución de una tarea; en nuestro caso: la manera de implementar un programa de medición y evaluación de software desde el área de aseguramiento de la calidad.

El concepto calculable de más alto nivel (foco, según la Figura 2) es *Calidad de las Capacidades*. El foco fue definido como *“el grado en que un recurso es adecuado y apropiado para soportar y realizar acciones cuando es usado bajo condiciones específicas”*. En este ámbito, nos interesa evaluar cuan apropiada y adecuada es una estrategia de M&E para poder implementar un programa de medición a partir de la integración de los tres pilares considerados importantes (modelo conceptual, proceso y método/herramienta).

A continuación, la actividad *Especificar el Contexto* se debe llevar a cabo, aunque es opcional (ver Figura 4). En el caso de nuestro estudio consideramos que las propiedades relevantes respecto de la necesidad de información especificada son:

- a) el *“ambiente de aplicación”*,
- b) la *“disponibilidad de documentación”* y
- c) el *“nivel de integración a nivel de proyecto de las características: base/marco conceptual, proceso y métodos/técnicas”*.

Decimos que estas propiedades son relevantes debido a que:

- a) dependiendo de su ambiente de aplicación una estrategia puede ser aplicada en la industria o en el ámbito académico,
- b) la disponibilidad de la documentación es fundamental para el desarrollo del estudio comparativo, y
- c) nos interesa evaluar estrategias integradas de M&E que den soporte a nivel de proyecto.

Una vez seleccionadas las propiedades que caracterizan el contexto, se debe proceder a cuantificar cada una de ellas utilizando la métrica asociada a la propiedad, según se especifique en el catálogo de propiedades de contexto. Al finalizar esta actividad, en el caso analizado se obtuvo que para la propiedad a) el valor es *“ambiente académico e industrial”*, para b) es *“documentación pública de acceso libre”* y para c) el valor es *“con cumplimiento simultáneo”*¹³.

¹³ Con cumplimiento simultáneo queremos indicar que el valor de entrada de estas tres características a la función conjuntiva de agregación (cuya salida es el valor del indicador de la calidad de las capacidades) fuera distinto de cero.

Lo que resta para completar la actividad de *Definir los Requerimientos No-Funcionales* es llevar a cabo la actividad *Seleccionar un Modelo de Concepto* (ver Figura 4). Recordemos que el concepto foco es *Calidad de las Capacidades* para el cual no existe un modelo de conceptos estándar ni tampoco en la literatura relacionada que lo evalúe. Por lo que se tuvo que definir un modelo de facto que esté conformado por todos los subconceptos, atributos y relacionarlos de manera que cumpla con la necesidad de información planteada.

Los subconceptos de más alto nivel asociados a *Calidad de las Capacidades* según se observa en la Figura 31 son los que representan a los tres pilares, a saber: *Calidad de las Capacidades del Proceso* (codificado 1.1.), *Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* (1.2.), y *Calidad de las Capacidades de la Metodología* (1.3.) respectivamente. Estos subconceptos fueron definidos según los metadatos especificados en la base conceptual presentada en la sección 4.1.1. y su definición se presenta en la Tabla 13.

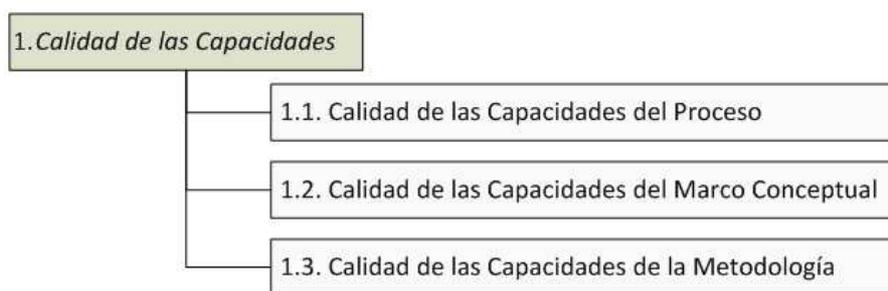


Figura 31. Subconceptos de alto nivel asociados al concepto “Calidad de las Capacidades”.

Código: 1.1.

Nombre: Calidad de las Capacidades del Proceso

Definición: El grado en que el proceso es adecuado y apropiado para soportar y realizar las acciones especificadas.

Referencias:

Código: 1.2.

Nombre: Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual

Definición: El grado en que el marco conceptual es adecuado y apropiado para soportar efectivamente la especificación formal y explícita de los principales conceptos, propiedades, relaciones y restricciones acordados del dominio.

Referencias:

Código: 1.3.

Nombre: Calidad de las Capacidades de la Metodología

Definición: El grado en que la metodología es apropiada y adecuada para soportar y realizar las actividades del proceso.

Referencias:

Tabla 13. Subconceptos del concepto calculable “Calidad de las Capacidades”.

Una vez definidos los subconceptos que representan los tres fundamentos que consideramos importantes encontrar en una estrategia de medición y evaluación integrada, se especificaron para cada uno de ellos los subconceptos que los conforman. Para tener un panorama completo de la especificación del árbol de requerimientos que consta de 31 atributos relacionados a 15 subcaracterísticas ver Tabla 14.

-
-
1. Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)
 - 1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso
 - 1.1.1. Adecuación de las Actividades
 - 1.1.1.1. *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*
 - 1.1.1.2. *Compleitud de la Descripción de las Actividades*
 - 1.1.1.3. *Granularidad del Proceso*
 - 1.1.1.4. *Formalidad de la Descripción de las Actividades*
 - 1.1.1.5. *Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades*
 - 1.1.2. Adecuación de los Artefactos
 - 1.1.2.1. *Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos*
 - 1.1.2.2. *Compleitud de la Descripción de los Artefactos*
 - 1.1.2.3. *Granularidad de los Artefactos*
 - 1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso
 - 1.1.3.1. Adecuación de la Vista Funcional
 - 1.1.3.1.1. *Disponibilidad de la Vista Funcional*
 - 1.1.3.1.2. *Compleitud de la Vista Funcional*
 - 1.1.3.1.3. *Granularidad de la Vista Funcional*
 - 1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional
 - 1.1.3.2.1. *Disponibilidad de la Vista Informacional*
 - 1.1.3.2.2. *Compleitud de la Vista Informacional*
 - 1.1.3.2.3. *Granularidad de la Vista Informacional*
 - 1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento
 - 1.1.3.3.1. *Disponibilidad de la Vista de Comportamiento*
 - 1.1.3.3.2. *Compleitud de la Vista de Comportamiento*
 - 1.1.3.3.3. *Granularidad de la Vista de Comportamiento*
 - 1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional
 - 1.1.3.4.1. *Disponibilidad de la Vista Organizacional*
 - 1.1.3.4.2. *Compleitud de la Vista Organizacional*
 - 1.1.3.4.3. *Granularidad de la Vista Organizacional*
 - 1.1.4. Conformidad del Proceso
 - 1.1.4.1. *Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual*
 - 1.1.4.2. *Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E*
 - 1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual
 - 1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual
 - 1.2.1.1. *Modularidad del Marco Conceptual*
 - 1.2.1.2. *Formalidad del Modelado del Marco Conceptual*
 - 1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual
 - 1.2.2.1. *Compleitud de la Base Conceptual*
 - 1.2.2.2. *Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual*
 - 1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual
 - 1.2.3.1. *Conformidad del MC a la Terminología de la Base Conceptual*
 - 1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología
 - 1.3.1. Adecuación de la Metodología
 - 1.3.1.1. *Disponibilidad de la Metodología*
 - 1.3.1.2. *Compleitud de la Asignación de Métodos a Actividades*
 - 1.3.1.3. *Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología*
 - 1.3.2. Conformidad de la Metodología
 - 1.3.2.1. *Conformidad de la Metodología. a la Terminología de la Base Conceptual*

Tabla 14. Árbol de requerimientos para evaluar la “Calidad de las Capacidades de una Estrategia Integrada de M&E”.

Observando la Tabla 14 vemos que el subconcepto *1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso* quedó conformado por subcaracterísticas que representan cuán apropiadas son las actividades (*1.1.1. Adecuación de las Actividades*), los artefactos (*1.1.2. Adecuación de los Artefactos*), el modelado del proceso y sus vistas

(1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso) y la conformidad del proceso a estándares y su base terminológica (1.1.4.Conformidad del Proceso).

El subconcepto 1.1.1.Adecuación de las Actividades definido como “el grado en que las actividades proveen propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto” está compuesto por cinco atributos mostrados en la Tabla 15. La definición de los mismos está en función de los metadatos especificados en la base conceptual presentada en la sección 4.1.1.

Código: 1.1.1.1.

Nombre: Disponibilidad de la Descripción de las Actividades

Definición: Especificación explícita de la descripción de las actividades enunciadas del proceso.

Objetivo: Averiguar en qué medida las descripciones de las actividades enunciadas del proceso están disponibles.

Código: 1.1.1.2.

Nombre: Completitud de la Descripción de las Actividades

Definición: Grado en que las actividades enunciadas están descriptas.

Objetivo: Conocer el grado de completitud de las descripciones de las actividades enunciadas.

Código: 1.1.1.3.

Nombre: Granularidad del Proceso

Definición: Grado de detalle en la descomposición de la estructura del proceso.

Objetivo: Averiguar el grado de detalle del proceso teniendo en cuenta su descomposición estructural.

Comentario: Un proceso puede ser de grano fino o grueso según la división de su estructura jerárquica.

Código: 1.1.1.4.

Nombre: Formalidad de la Descripción de las Actividades

Definición: Grado de formalidad en la especificación de la descripción de las actividades enunciadas.

Objetivo: Conocer el grado de formalidad de las descripciones de las actividades enunciadas del proceso.

Comentario: Una actividad enunciada puede ser formal, semiformal, o informal.

Código: 1.1.1.5.

Nombre: Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades

Definición: Indicación explícita del rol asignado a una actividad enunciada.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades enunciadas tienen indicación explícita de roles.

Tabla 15. Atributos pertenecientes al del concepto calculable “1.1.1.Adecuación de las Actividades”.

El subconcepto 1.1.2.Adecuación de los Artefactos definido como “el grado en el que los artefactos proveen propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto” está compuesto por tres atributos: 1.1.2.1.Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos cuya definición es “especificación explícita de la descripción de los artefactos enunciados del proceso”, 1.1.2.2.Completitud de la Descripción de los Artefactos definido como “el grado en que los artefactos enunciados están descriptos” y 1.1.2.3.Granularidad de los Artefactos cuya definición es “grado de detalle en la descomposición de la estructura de los artefactos enunciados”. Para mayor detalle de todos los conceptos y atributos presentados en esta sección ver el Anexo A.

El subconcepto *1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso* está definido como “el grado en que el modelado del proceso provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto”. Esta subcaracterística es la única que a su vez está formada por conceptos calculables que permiten conocer el grado de adecuación de las distintas vistas del proceso. Por lo que está conformada por las siguientes subcaracterísticas: *1.1.3.1.Adecuación de la Vista Funcional*, *1.1.3.2.Adecuación de la Vista Informacional*, *1.1.3.3.Adecuación de la Vista de Comportamiento* y *1.1.3.4.Adecuación de la Vista Organizacional*. Para cada una de estas subcaracterísticas se definieron atributos que se refieren a propiedades cuantificables por métricas tales como: *disponibilidad*, *completitud* y *granularidad*.

El subconcepto *1.1.4.Conformidad del Proceso* definido como “el grado por el cual el proceso se ajusta a estándares, convenciones o regulaciones legales y prescripciones similares relacionadas a la terminología y/o al proceso” está compuesto por dos atributos. El primero de ellos es *1.1.4.1.Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual* que fue definido como “el grado en que los términos de la descripción del proceso se corresponden con los conceptos enunciados y definidos en la base conceptual terminológica”. El segundo atributo se denominó *1.1.4.2.Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E* y fue definido como “el grado en que el proceso adhiere a un estándar internacional”.

Por otro lado, el subconcepto *1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* quedó conformado por subcaracterísticas que representan cuán apropiado es el marco conceptual (*1.2.1.Adecuación del Marco Conceptual*), la base conceptual (*1.2.2.Adecuación de la Base Conceptual*) y la conformidad del marco conceptual (*1.2.3.Conformidad del Marco Conceptual*).

El subconcepto *1.2.1.Adecuación del Marco Conceptual* definido como “el grado en que el marco conceptual provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito previsto” está conformado por dos atributos: *1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual* definido como “el grado en que el marco conceptual presenta una división explícita en diferentes módulos o componentes” y *1.2.1.2.Formalidad del Modelado del Marco Conceptual* definido como “el grado de formalidad en el modelado del marco conceptual”.

El subconcepto *1.2.2.Adecuación de la Base Conceptual* definido como “el grado en que la base terminológica provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito previsto” está conformado por dos atributos: *1.2.2.1.Completitud de la Base Conceptual* definido como “el grado en que los términos definidos en la base conceptual terminológica se corresponden con los términos específicos y acordados para un dominio dado” y *1.2.2.2.Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual* definido como “El tipo de nivel de estructuración de la base conceptual”.

Como último subconcepto de *1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* se especificó *1.2.3.Conformidad del Marco Conceptual*. Este concepto fue definido como “el grado en que el marco conceptual se ajusta a los términos definidos de la base conceptual” y posee un único atributo denominado *1.2.3.1.Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual* cuya definición es “el grado en que los términos empleados en el marco conceptual se corresponden con los términos enunciados y definidos en la base terminológica”.

Por último, el subconcepto *1.3.Calidad de las Capacidades de la Metodología* definido como “el grado en que la metodología es apropiada y adecuada para soportar y realizar las actividades del proceso” quedó conformado por subcaracterísticas que representan cuán adecuada es la metodología (*1.3.1.Adecuación de la Metodología*) y la conformidad de la metodología (*1.3.2.Conformidad de la Metodología*).

El subconcepto *1.3.1.Adecuación de la Metodología* definido como “*el grado en que la metodología es adecuada para satisfacer necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto*” está conformado por tres atributos mostrados y definidos en la **Tabla 16** según los metadatos presentados en la sección 4.1.1.

Código: 1.3.1.1

Nombre: *Disponibilidad de la Metodología*

Definición: Disponibilidad de una especificación explícita de la metodología para soportar y realizar las actividades del proceso.

Código: 1.3.1.2

Nombre: *Compleitud de la Asignación de Métodos a Actividades*

Definición: El grado en el cual las actividades enunciadas poseen indicación explícita de un método definido que la soporte.

Código: 1.3.1.3

Nombre: *Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología*

Definición: Indicación explícita de la/s herramienta/s que automaticen a la metodología.

Tabla 16. Atributos pertenecientes al del concepto calculable “1.3.1. Adecuación de la Metodología”.

Por último, el subconcepto *1.3.2.Conformidad de la Metodología* definido como “*el grado en que la metodología adhiere a los términos definidos en la base conceptual terminológica*” posee un único atributo denominado *1.3.2.1.Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual* cuya definición es “*el grado en que los términos de la metodología se corresponden con los términos definidos en la base conceptual terminológica*”.

Al finalizar la actividad *Definir Requerimientos no Funcionales* (ver Figura 3) se obtiene como salida un documento estructurado con la *especificación de los requerimientos no funcionales*, es decir, la definición de la necesidad de información, la especificación de las propiedades de contexto y el modelo instanciado, con todas las definiciones. Tener en cuenta que posteriormente a este documento se le deben agregar los atributos relacionados que surgen a partir del diseño de la medición. Para mayor detalle de las definiciones ver Anexo A.

5.2. Diseño de la medición

Siguiendo el proceso definido en GOCAME, la segunda actividad es Diseñar la Medición (ver Figura 3), por lo que para cada atributo del árbol se debe seleccionar la métrica más significativa desde el repositorio de métricas (estereotipado como <<datastore>> en la Figura 5). Es importante notar que este proceso no consiste en diseñar las métricas en sí, sino sólo en identificar y asignar las métricas más apropiadas para cuantificar cada uno de los atributos del árbol de requerimientos, seleccionándolas desde un catálogo de métricas. Estas métricas deberían haber sido diseñadas y acordadas previamente por expertos, por ejemplo, haciendo uso de algún sistema colaborativo de revisión de métricas, como el descrito en [BAF, 2006], donde se define el proceso deseable para la creación de métricas por medio del acuerdo de un grupo de expertos y/o interesados de la organización.

Para el presente estudio comparativo, fue necesario definir y acordar cada una de las métricas utilizadas, debido a que hasta el momento, en la literatura internacional relacionada, no se habían documentado evaluaciones similares en este dominio y ente. Recordemos (Figura 2) que una métrica está

formada por un método definido y la escala de medición. En caso de que la métrica sea directa el método es de medición mientras que una métrica indirecta posee un método de cálculo. Por lo que, para cada atributo del árbol se determinó si la métrica que lo cuantifica es directa o indirecta y se definieron en base a la plantillas mostradas en Figura 32 a) y b). Como el lector puede apreciar la plantilla de especificación de la métrica, contiene todos los metadatos que deben ser almacenados, además de valores concretos (datos) que a la postre se registrarán al momento de la implementación de la medición. Por lo que para una métrica directa se almacenan (en el catálogo de métricas) además del nombre y objetivo, el método de medición, tipo, especificación de las reglas de conteo, potencial herramienta que automatiza al método, escala, tipo de escala, unidad si corresponde (recordar que sólo las escalas numéricas soportan el concepto de unidad), etc. En la Figura 32 c) se muestra la plantilla de los tipos de escalas que se deben anexar a la plantilla de métricas según corresponda. Estas plantillas poseen los metadatos especificados en la base conceptual C-INCAMI introducida en la sección 4.1.1. (y detallada en [OLS, 2008]).

Atributo:
Métrica Directa:
Código:
Nombre:
Objetivo:
Referencias:
Precisión:
Autor:
Versión:
Método de Medición:
 Nombre:
 Especificación:
 Referencias:
 Tipo:

Atributo:
Métrica Indirecta:
Código:
Nombre:
Objetivo:
Referencias:
Precisión:
Autor:
Versión:
Método de Cálculo:
 Nombre:
 Especificación:
 Referencias:
Función:
 Nombre:
 Especificación:
Métrica Relacionada:

Escala Numérica:
Representación:
Tipo de Valor:
Tipo de Escala:
Unidad:

Escala Categórica:
Tipo de Valor:
Tipo de Escala:
Valores Permitidos:
 Valor Numérico:
 Nombre:
 Descripción:

Figura 32. Plantilla de metadatos de métricas: a) directa. b) indirecta. c) tipos de escalas.

Para cada métrica se definió un código que comienza con la letra M y sigue con la codificación del atributo según su posición en el árbol de requerimientos. También, para cada una se definió un acrónimo conformado por las letras iniciales de cada palabra que se encuentra en su nombre. Para el ejemplo mostrado en la Tabla 17, el código es M.1.1.1.1 (ya que cuantifica al atributo 1.1.1.1) y su acrónimo es GDDA (debido a que su nombre es Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades). De esta manera existen dos formas de hacer referencia de manera simple al momento de nombrar una métrica.

Por cuestiones de legibilidad no se describen todas las métricas en este capítulo, sin embargo, la definición completa de las mismas se pueden consultar en el Anexo B. El primer atributo que se analizó es

Disponibilidad de la Descripción de las Actividades y se determinó que lo cuantifica una métrica indirecta que quedó definida la siguiente Tabla 17.

Atributo: *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.1.

Nombre: Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades (GDDA)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que están descritas con respecto al total de actividades enunciadas.

Referencias:

Autor: Fernanda Papa

Precisión:

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GDDA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GDDA

Especificación:

$$GDDA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow (\#AMD / TAE) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad:

Nombre: Porcentaje

Descripción: Valor que representa una proporción de un todo.

Acrónimo: %

Métricas Relacionadas:

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)

Tabla 17. Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.

Como se mencionó anteriormente, la métrica indirecta *Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* depende de dos métricas directas: *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)* y *Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)* que están definidas en la Tabla 18. La especificación de su función determina que si el *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)* es igual a cero el valor de la medición es cero, en otro caso, es la división entre el *Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)* dividido el *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)* multiplicado por 100.

Todas las métricas directas comparten la misma unidad, “*Actividad*” que posee la siguiente descripción “*una actividad (tomando el término como sinónimo tanto de proceso como de tarea) es una operación compuesta (en el sentido de proceso) o atómica (en el sentido de tarea) que es realizada por uno o más agentes en un proceso. Su objetivo es producir o modificar uno o más artefactos*” y su acrónimo es “Ac.”. La definición de los atributos *Cantidad de Actividades Enunciadas* y *Cantidad de Actividades Mínimamente Descriptas* no fue dada anteriormente porque son atributos que no pertenecen al árbol de requerimientos sino que son cuantificados a raíz de participar en la definición de métricas indirectas cuyos

atributos sí pertenecen al modelo de conceptos. Para mayor detalle de las definiciones ver Anexo A sección 6 (atributos relacionados).

Atributo: *Cantidad de Actividades Enunciadas*

Definición: Una actividad es enunciada cuando pertenece al proceso bajo análisis y su etiqueta tiene un único significado.

Objetivo: Conocer en qué medida las actividades del proceso son enunciadas.

Métrica Directa:

Nombre: Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas que forman parte del proceso.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de TAE

Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. El nombre o la etiqueta de cada actividad enunciada debe ser semánticamente distinta. Las actividades que son iguales pero que son nombradas de distinta forma sólo deben agregarse una vez.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

Atributo: *Cantidad de Actividades Mínimamente Descriptas*

Definición: Una actividad es descripta mínimamente cuando es una actividad enunciada y presenta de forma textual y explícita un objetivo específico y una descripción.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades en el proceso están explícita y literalmente descriptas.

Métrica Directa:

Nombre: Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que están mínimamente descriptas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #AMD

Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente que esté mínimamente descripta (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. La descripción puede estar junta o dispersa dentro de la documentación. En caso de que esté dispersa, debe existir una relación o enlace explícito que indique su correspondencia.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

Tabla 18. Métricas directas necesarias para calcular la métrica correspondiente al atributo "1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades".

La siguiente métrica que se definió es indirecta y cuantifica al atributo *Complejidad de la Descripción de las Actividades* (ver Tabla 19). Utiliza las siguientes métricas para especificación de su función: *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)*, *Número de Actividades Completamente Descriptas (#ACD)*, *Número de Actividades Parcialmente Descriptas (#APD)* y *Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)*. Para mayor detalle de las definiciones de las métricas relacionadas, ver Anexo B.3.

Atributo: *Complejidad de la Descripción de las Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.2.

Nombre: Grado de Complejidad de la Descripción de las Actividades (GCDA)

Objetivo: Calcular el grado de complejidad que presenta la descripción de las actividades enunciadas del proceso.

Referencias:

Autor: Fernanda Papa

Precisión:

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCDA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCDA

Especificación:

$$GCDA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow \\ ((\#ACD \times 0.55 + (\#APD - \#ACD) \times 0.35 + (\#AMD - \#APD) \times 0.1) / (\text{TAE} \times 0.55)) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Número de Actividades Completamente Descriptas (#ACD)

Número de Actividades Parcialmente Descriptas (#APD)

Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)

Tabla 19. Métrica indirecta correspondiente al atributo "1.1.1.2. Complejidad de la Descripción de las Actividades".

El atributo *Granularidad del Proceso* está cuantificado por una métrica directa llamada *Grado de Granularidad del Proceso (GGP)*. Esta métrica a diferencia de las ilustradas anteriormente posee una *Escala Categórica* con cuatro valores permitidos: *No existe*, *Baja*, *Media* y *Alta*. Estos valores expresan las categorías desde "no existe una descomposición estructural de los procesos" hasta "la descomposición estructural de sus procesos es generalmente de grano fino". A continuación, en la Tabla 20 se presenta la métrica *Grado de Granularidad del Proceso*.

Atributo: Granularidad del Proceso

Métrica Directa:

Código: M.1.1.1.3

Nombre: Grado de Granularidad del Proceso (GGP)

Objetivo: Determinar el grado de detalle del proceso de acuerdo a su descomposición estructural en sub procesos.

Comentario: Un proceso puede ser más o menos granular según su descomposición estructural jerárquica en sub procesos.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GGP

Especificación: Un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, un proceso cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que el proceso está dividido en subprocesos y a su vez en actividades atómicas. Note que el evaluador no debe evaluar el nivel de subprocesos.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No existe

Descripción: No existe una descomposición estructural de los procesos.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La descomposición estructural de sus procesos es generalmente de grano grueso.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La descomposición estructural de sus procesos es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La descomposición estructural de sus procesos es generalmente de grano fino.

Tabla 20. Métrica directa correspondiente al atributo "1.1.1.3.Granularidad del Proceso".

La métrica indirecta denominada *Grado de Formalidad de la Descripción de las Actividades* (ver Tabla 21) cuantifica al atributo *Formalidad de la Descripción de las Actividades* y depende de tres métricas directas: *Número de Actividades Formalmente Descriptas (#AFD)*, *Número de Actividades Semiformalmente Descriptas (#ASD)* y *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)*. Para la definición de las primeras dos métricas directas ver el Anexo B.3., mientras que la última métrica fue definida anteriormente.

Atributo: *Formalidad de la Descripción de las Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.4

Nombre: Grado de Formalidad de la Descripción de las Actividades (GFDA)

Objetivo: Calcular el grado de formalidad en que se especifican las actividades enunciadas en el proceso.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GFDA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GFDA

Especificación:

$$GFDA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow ((\#AFD \times 0.55 + \#ASD \times 0.45) / \text{TAE} \times 0.55) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número de Actividades Formalmente Descriptas (#AFD)

Número de Actividades Semiformalmente Descriptas (#ASD)

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Tabla 21. Métrica indirecta correspondiente al atributo "1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades".

La métrica indirecta que cuantifica el atributo *Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades* es la última métrica del concepto *1.1.1. Adecuación de las Actividades*. La especificación de su función se basa en las métricas directas *Número de Actividades con Rol Asignado (#ARA)* y *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)*. La definición de la métrica indirecta *Grado de Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades* se muestra en la Tabla 22 y en el Anexo B.3. se definen las métricas directas.

Con respecto a las métricas que cuantifican los atributos pertenecientes al concepto *1.1.2. Adecuación de los Artefactos* son análogas a las definidas para el concepto *1.1.1 Adecuación de las Actividades*.

Lo mismo sucede con las métricas que cuantifican la adecuación de las distintas vistas del proceso que están como subcaracterísticas del concepto *1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso* (ver Tabla 14). Cada subcaracterísticas -una por cada vista, a saber, funcional, informacional, de comportamiento y organizacional, posee tres atributos con sus respectivas métricas.

Atributo: Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.5.

Nombre: Grado de Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades (GDARA)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que poseen indicación explícita de rol con respecto al total de actividades enunciadas.

Referencias:

Autor: Fernanda Papa

Precisión:

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GDARA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GDARA

Especificación:

$$GDARA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow (\#ARA / TAE) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número de Actividades con Rol Asignado (#ARA)

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Tabla 22. Métrica indirecta correspondiente al atributo "1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades".

Lo primero que se mide es la Disponibilidad de la vista, lo que se lleva a cabo a partir de una métrica cuyo objetivo es "determinar si el proceso bajo análisis posee dicha vista disponible en la documentación". Esta métrica directa posee un método de medición cuya especificación es "un evaluador a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Es disponible cuando el proceso está modelado desde ese punto de vista en la documentación, caso contrario, es no disponible". Como se puede apreciar en la especificación del método de medición esta métrica posee una escala Categórica con dos valores posibles: *Disponible* y *No disponible*.

El segundo atributo tiene por objetivo "conocer el grado de completitud de cada vista". Este atributo es cuantificado por una métrica indirecta que, por ejemplo en la vista funcional, tiene por objetivo "cuantificar el número de actividades (enunciadas) que están modeladas en la vista funcional con respecto al total de actividades enunciadas", y en la vista organizacional tiene por objetivo "cuantificar el número de roles (enunciados) que están modelados en la vista organizacional con respecto al total de roles enunciados".

Por último, la métrica que cuantifica el atributo Granularidad cuya finalidad es "averiguar el grado de detalle de las distintas vistas con respecto de su modelización" es una métrica directa cuyo método de medición quedó especificado como "un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, una vista cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que la vista está dividida en subvistas". Es una métrica subjetiva –es decir,

depende del juicio humano (persona) que realice la medición-, y posee una escala *Categórica* cuyos valores son: *No existe, Baja, Media* y *Alta*.

Uno de los atributos perteneciente al concepto *1.1.4.Conformidad del Proceso* es el denominado *1.1.4.1.Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E* cuya definición es dada por “*el grado en que el proceso adhiere a un estándar internacional*” y su objetivo es “*averiguar el grado en que el proceso se ajusta a un estándar internacional*”. Este atributo está cuantificado por la métrica *Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E (GCPEPME)* mostrada en la Tabla 23.

Atributo: *Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E*

Métrica Directa:

Nombre: *Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E (GCPEPME)*

Objetivo: Determinar el grado en que el proceso adhiere a un estándar internacional.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GCPEPME

Especificación: Si existe indicación explícita de que el proceso adhiere a un estándar computar según la siguiente especificación.

GCPEPME=	}	No Adhiere	→ Si no existe indicación explícita.
		Adhiere Parcialmente	→ Si existe indicación explícita de adherencia parcial.
		Adhiere Totalmente	→ Si existe indicación explícita de adherencia total.

Referencias: La conformidad debe estar expresada explícitamente en la documentación.

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No Adhiere

Descripción: El proceso no adhiere a un estándar internacional.

Valor Numérico: 1

Nombre: Adhiere Parcialmente

Descripción: El proceso adhiere parcialmente a un estándar internacional.

Valor Numérico: 2

Nombre: Adhiere Totalmente

Descripción: El proceso adhiere totalmente a un estándar internacional.

Tabla 23. Métrica directa correspondiente al atributo “*Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E*”.

En las tablas presentadas a continuación, se definen tres métricas que cuantifican atributos de los conceptos calculables denominados *1.2.1.Adecuación del Marco Conceptual* (Tabla 24), *1.2.2.Adecuación de la Base Conceptual* (Tabla 25) y *1.2.3.Conformidad del Marco Conceptual* todos ellos pertenecientes al

concepto calculable 1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual (Tabla 26). Las dos primeras métricas son directas y poseen una escala *Categorica* mientras que la última es una métrica indirecta con una escala *Numérica* (ver Anexo B.2.).

Atributo: *Modularidad del Marco Conceptual*

Métrica Directa:

Código: M.1.2.1.1.

Nombre: Grado de Modularidad del Marco Conceptual (GMMC)

Objetivo: Determinar el grado en que el marco conceptual está dividido en diferentes módulos o componentes.

Referencias:

Autor: Fernanda Papa

Precisión:

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GMMC

Especificación: Se espera que el marco conceptual posea módulos que permita manejar proyectos, requerimientos no funcionales, medición, evaluación y análisis. Incluso estos módulos podrían estar divididos en diseño e implementación.

GMMC =	{	Ninguna	→ Si no existe el marco conceptual o no posee división de módulos o componentes.
		Baja	→ Si el marco conceptual presenta baja división de módulos o componentes.
		Alta	→ Si el marco conceptual presenta alta división de módulos o componentes.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: Ninguna

Descripción: No existe el marco conceptual.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: El marco conceptual presenta baja división de módulos o componentes.

Valor Numérico: 2

Nombre: Alta

Descripción: El marco conceptual presenta alta división de módulos o componentes.

Tabla 24. Métrica directa correspondiente al atributo "1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual".

Atributo: *Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual*

Métrica Directa:

Código: M.1.2.2.2

Nombre: Grado de Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual (GREBC)

Objetivo: Determinar el grado de riqueza de la base conceptual desde el punto de vista de su estructuración.

Referencias:

Autor: Fernanda Papa

Precisión:

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GREBC

Especificación:

GREBC =	}	Ninguna	→ Si no hay una base conceptual.
		Baja	→ Si la base conceptual está definida como un diccionario, glosario o una lista de términos definidos.
		Media	→ Si la base conceptual está definida como una taxonomía.
		Alta	→ Si la base conceptual está definida como una ontología.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: Ninguna

Descripción: No hay base conceptual.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La base conceptual está definida como un diccionario, glosario o una lista de términos definidos.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La base conceptual está definida como una taxonomía.

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La base conceptual está definida como una ontología.

Tabla 25. Métrica directa correspondiente al atributo "1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual".

Atributo: *Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.2.3.1

Nombre: Grado de Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual (GCMCTBC)

Objetivo: Determinar la proporción entre los términos del marco conceptual que se corresponden con los términos definidos en la base conceptual respecto del total de términos definidos en la base conceptual.

Referencias:

Autor: Fernanda Papa

Precisión:

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: GCMCTBC Determinación de

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: GCMCTBC función

Especificación:

$$\text{GCMCTBC} = \begin{cases} \text{Si existe la base conceptual y existe el marco conceptual} \\ \rightarrow \\ \text{Si } \#TBCT = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si } \#TBCT > 0 \rightarrow (\text{NCTMCBCT} / \#TBCT) \times 100 \\ \text{Sino } \rightarrow 0. \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Nivel de Correspondencia entre Términos del Marco Conceptual y la Base Conceptual Terminológica (NCTMCBCT)

Número de Términos en la Base Conceptual Terminológica (#TBCT)

Tabla 26. Métrica directa correspondiente al atributo "1.2.3.1. Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual".

Para terminar de ilustrar la actividad de *Diseñar la Medición* se presentan dos métricas que cuantifican atributos de los conceptos calculables denominados *1.3.1.Adecuación de la Metodología* y *1.3.2.Conformidad de la Metodología* todos ellos pertenecientes al concepto calculable *1.3.Calidad de las Capacidades de la Metodología*. La primera métrica directa, denominada *Grado de Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología (GDHAM)* cuantifica el atributo *Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología*. Su método de medición es subjetivo y posee una escala *Categorica* con tres valores permitidos: *No Soportada*, *Soportada Parcialmente* y *Soportada Completamente*. Mientras que la segunda métrica es indirecta y se denomina *Grado de Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual (GCMTBC)*. Esta métrica cuantifica al atributo *Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual* y su objetivo es "*determinar la proporción entre los términos de la metodología que se corresponden con los términos definidos en la base conceptual respecto del total de términos definidos en la base conceptual*". Posee una escala *Numérica*, su unidad es *Porcentaje* y la especificación de la función es:

$$\text{GCMTBC} = \begin{cases} \text{Si existe base conceptual terminológica y metodología} \rightarrow \\ \quad \text{Si \#CBCT} = 0 \rightarrow 0 \\ \quad \text{Si \#CBCT} > 0 \rightarrow (\text{NCTMBCT} / \text{\#CBCT}) \times 100. \\ \text{Sino} \rightarrow 0. \end{cases}$$

Para mayor detalle de la definición de las métricas, tanto indirectas como sus directas relacionadas ver el Anexo B donde consta la especificación de métricas asociadas a los atributos del árbol de requerimientos. La *especificación de métricas* que es el artefacto de salida de la fase de diseño de la medición (ver Figura 3) quedó conformado por 55 métricas de las cuales 40 son métricas directas y el resto indirectas. A continuación se comenta la siguiente actividad denominada *Diseñar la Evaluación*, y que obtiene como resultado la *Especificación de Indicadores*.

5.3. Diseño de la evaluación

El valor de una métrica no representa por sí mismo el nivel de satisfacción de un requerimiento elemental (atributo) por lo que es necesario definir un nuevo mapeo que permita la interpretación que se hace de los valores obtenidos mediante la métrica, que implica criterios de decisión respecto a los requerimientos previamente establecidos. Esta nueva variable se denomina Indicador Elemental. Asimismo existen Indicadores parciales y globales que permiten interpretar los requerimientos parciales y globales (conceptos calculables de diferentes niveles de abstracción). Por lo tanto la siguiente actividad a realizar, una vez especificadas todas las métricas, es la de *Diseñar la Evaluación* (ver Figura 3), que consiste en definir para cada atributo y concepto calculable del árbol de requerimientos un indicador que lo evaluará. Es decir, definir cómo se van a interpretar los valores de los atributos y conceptos, para finalmente obtener el grado de satisfacción brindado por los requerimientos.

A continuación se definen algunos criterios que son comunes (escala, el modelo global y el método de cálculo) para la mayoría de los indicadores según los metadatos especificados en la base conceptual de GOCAME (sección 4.1.1.). Esto permite que no se deban especificar repetidas veces a lo largo de esta sección los mismos parámetros. El Modelo Parcial/Global utilizado para todos los indicadores globales y parciales está representado por la función o algoritmo mostrado a continuación (Tabla 27):

$$\text{GI} (r) = (W_1 * I_1^r + W_2 * I_2^r + \dots + W_m * I_m^r)^{1/r}$$

donde:

- GI representa el indicador parcial o global a ser calculado.
- I_i son los valores de los indicadores del nivel más bajo, $0 \leq I_i \leq 100$
- W_i representa los pesos, $(W_1 + W_2 + \dots + W_m) = 1$; $W_i > 0$; $i = 1 \dots m$
- r es un coeficiente conjuntivo/disjuntivo para el modelo de agregación LSP

Tabla 27. Definición del modelo parcial/global.

Como modelo global se decidió utilizar un modelo de agregación lógica de preferencias, particularmente el modelo LSP (*Logic Scoring of Preference*) [DUJ, 1996], el cual soporta pesos para modelar importancias relativas y operadores lógicos para modelar relaciones a distintos niveles de intensidad de conjunción/disyunción (“y/o”) entre características y sub-características del modelo de concepto. Este modelo fue seleccionado debido a que se consideró más apropiado por su sensibilidad un modelo de agregación lógico que uno meramente lineal y aditivo. Básicamente esta decisión está justificada en el hecho de que un modelo de agregación lógico multi-criterio permite manejar

consistentemente relaciones de simultaneidad (operadores C), reemplazabilidad (operadores D) y neutralidad (operador A) entre elementos de un árbol –ver Figura 36–, además de soportar el problema de modelar requerimientos obligatorios (mandatorios), del que un modelo lineal y aditivo carece. Debido al modelo de agregación elegido, con posterioridad se debe especificar para cada indicador su peso, y para cada indicador global/parcial el operador que transforma entradas en salidas. A su vez, el modelo global posee criterios de decisión asociados que describen la forma en que cada valor debe ser interpretado en base a un conjunto de rangos que cubren todos los posibles valores de la escala del indicador. Estos criterios sirven para la interpretación de los valores obtenidos en la evaluación (cálculo de los indicadores). En el caso de estudio que estamos diseñando se definen los siguientes criterios de decisión: si $X < 50$, el grado de satisfacción es bajo; si $50 \leq X < 75$, el grado de satisfacción es intermedio; y si $X \geq 75$, el grado de satisfacción es alto. De esta forma decimos que se definieron tres criterios de decisión, donde el criterio correspondiente al grado de satisfacción intermedio posee un umbral inferior que es 50 y un umbral superior igual a 75. En la Tabla 28 se muestra la especificación del Criterio de decisión en forma textual y gráfica.

Criterio de Decisión / Niveles de Aceptabilidad:

- Si $00 \leq X < 050$: “Insatisfactorio” indica que acciones de cambio deben tomarse con una alta prioridad.
- Si $50 \leq X < 075$: “marginal” indica una necesidad de acciones de mejora.
- Si $75 \leq X \leq 100$: “Satisfactorio” indica una calidad satisfactoria de la característica analizada.



Tabla 28. Definición del criterio de decisión utilizado para obtener el grado de satisfacción de los indicadores.

Luego, el método de cálculo a utilizar quedó especificado de la siguiente forma:

1. Calcular el valor de cada uno de los Indicadores I_i asociados a los conceptos (y/o atributos) que se encuentran por debajo y directamente relacionados al concepto cuyo Indicador es IG (teniendo en cuenta el árbol de requerimientos).
2. Aplicar la función $IG(r) = (W_1 * I_1^r + W_2 * I_2^r + \dots + W_m * I_m^r)^{1/r}$

Por último, se identificó la escala que correspondería a los valores de todos los indicadores. En la Tabla 29 se definieron los valores de la escala a utilizar.

Escala: Numérica
Representación: Continua
Tipo de Valor: Real
Tipo de Escala: Absoluta
Unidad: Porcentaje

Tabla 29. Definición de la escala.

El primer subproceso que se debe llevar a cabo es *Identificar Indicadores Elementales* (ver Figura 6). Este subproceso consiste en especificar un indicador elemental para cada uno de los atributos determinados en el árbol de requerimientos, usando como entrada la métrica asociada en la *Especificación*

de Métricas. La plantilla de especificación de indicadores elementales contiene todos los metadatos que deben ser almacenados al momento de su definición (ver Figura 33). Para cada indicador elemental se almacena el nombre, autor, versión, peso, referencia, método de cálculo, modelo elemental y escala. A continuación se muestra el detalle de dos indicadores elementales a modo de ejemplo (si el lector desea ver la especificación completa debe dirigirse al Anexo C). La elección de dichos indicadores fue basada en que son figurativos del resto, ya que de algún modo representan los dos tipos de indicadores que se definieron.

<u>Atributo:</u>
<u>Indicador Elemental:</u>
<u>Nombre:</u>
<u>Autor:</u>
<u>Versión:</u>
<u>Peso:</u>
<u>Referencia:</u>
<u>Método de Cálculo:</u>
<u>Nombre:</u>
<u>Especificación:</u>
<u>Referencias:</u>
<u>Modelo Elemental:</u>
<u>Nombre:</u>
<u>Especificación:</u>
<u>Criterio de Decisión / Niveles de Aceptabilidad:</u>
<u>Escala Numérica:</u>

Figura 33. Plantilla utilizada para definir los indicadores elementales.

Es importante aclarar que los valores obtenidos a partir del modelo elemental para cada uno de los indicadores serán números entre 0 y 100. Esto es debido al tipo de escala que fue elegida anteriormente (en la definición de los indicadores no se vuelve a repetir). La escala es numérica y su unidad es porcentaje.

El primer tipo de indicadores elementales es el que realiza un mapeo directo, es decir, el mismo valor obtenido por medio de la medición es el valor del indicador. Esto es posible porque ambos, la métrica y el indicador, poseen la misma escala y unidad. Como muestra la **Tabla 30** el indicador elemental que evalúa el atributo *Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual* se denominó *Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual (NS_CPTBC)* y no es necesario realizar ningún cálculo ya que el mapeo es directo. Esto se ve reflejado en la especificación del modelo elemental. De este tipo de indicador hay 15 (ver Anexo C.2.).

Como sucedió con las métricas, para cada indicador definido se especificó un acrónimo conformado por las letras iniciales de cada palabra que se encuentra en su nombre. Este acrónimo ayuda a la identificación del indicador.

Gráficamente el modelo elemental se muestra en la Figura 34. El eje de abscisas representa el valor obtenido de la medición mientras que en el eje de ordenadas representa el valor del indicador. Se utilizaron los tres colores (rojo, amarillo y verde) para dar una idea acerca de su relación con el criterio de decisión antes definido.

Atributo: *Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual (NS_CPTBC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.50

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CPTBC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CPTBC

Especificación: NS_CPTBC = GCPTBC

Tabla 30. Indicador elemental perteneciente al atributo "1.1.4.1.Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual".

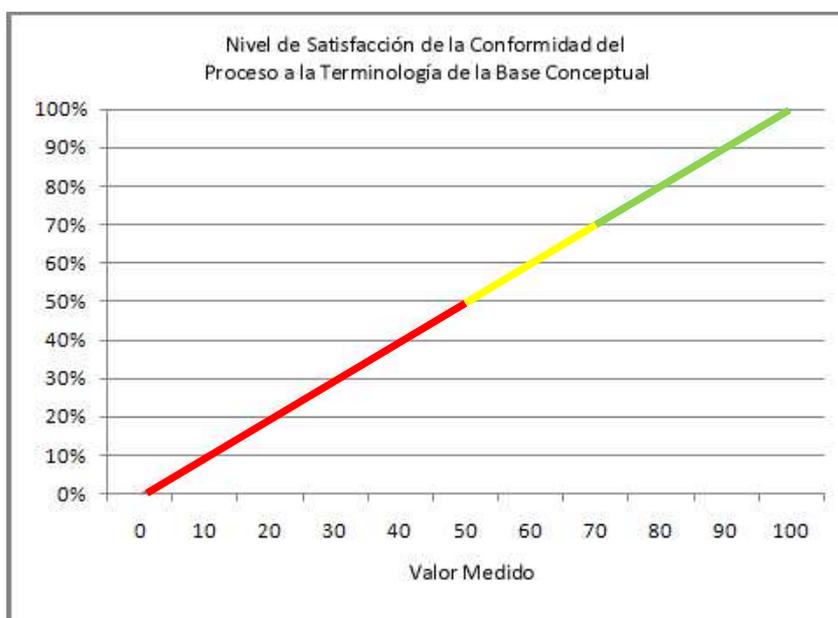


Figura 34. Gráfico del modelo elemental del indicador Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual.

Por último, el segundo tipo de indicadores elementales es el que realiza un mapeo entre un valor de medida cuya escala es *Categorica*, *Ordinal* y sus tipos de valores son *Símbolos* a un valor de indicador cuya escala es *Numérica* y su unidad es *Porcentaje*. Este es el caso del indicador elemental denominado *Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos (NS_GAr)*, mostrado en la Tabla 31, que evalúa el atributo *1.1.2.3.Granularidad de los Artefactos*. Para su cálculo se realiza una correspondencia entre los distintos símbolos pertenecientes a los valores permitidos y su valor correspondiente en la escala especificada (ver Figura 35).

Atributo: Granularidad de los Artefactos

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos (NS_GAR)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_GAR

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_GAR

Especificación:

NS_GAR =	}	No Existe	→ 0%
		Baja	→ 30%
		Media	→ 70%
		Alta	→ 100%

Tabla 31. Definición del indicador elemental perteneciente al atributo "1.1.2.3.Granularidad de los Artefactos".

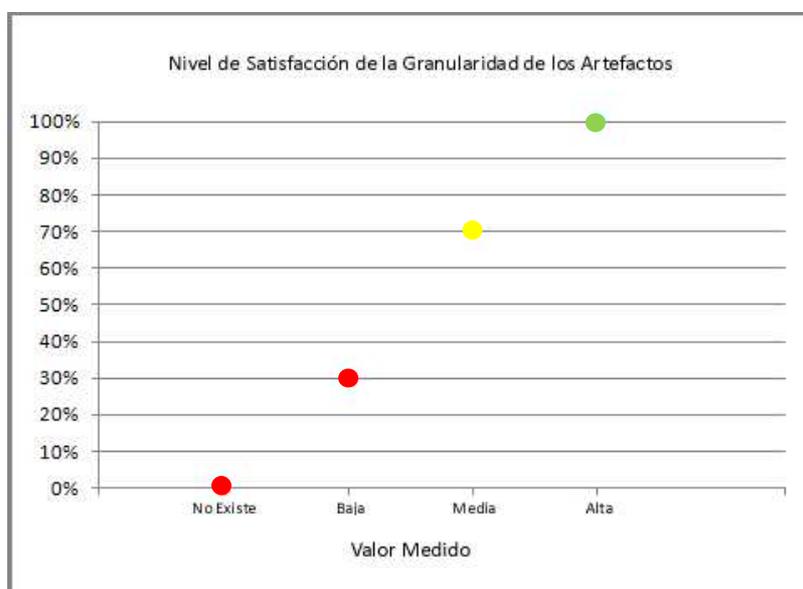


Figura 35. Gráfico del modelo elemental del indicador Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos.

El próximo subproceso que se debe llevar a cabo es *Identificar Indicadores Parciales/Globales* (ver Figura 6). Una vez definido cómo se evaluarán los atributos, se debe proceder a definir los indicadores parciales y globales utilizados para evaluar cada uno de los conceptos y subconceptos definidos en el proceso *Definir los Requerimientos No-Funcionales*. Se debe recordar que la definición del modelo, el método y la escala fueron establecidos de forma general para todos los indicadores parciales y globales. Lo que resta es, para cada uno de los indicadores parciales y globales, *Asignar valores a los parámetros del*

Modelo utilizado. En nuestro caso la función establecida como modelo parcial/global fue (recordar la Tabla 27):

$$GI(r) = (W_1 * I_1^r + W_2 * I_2^r + \dots + W_m * I_m^r)^{1/r}$$

En esta función se puede observar que existen dos parámetros a ser fijados: los pesos (W_i) y el coeficiente del bloque de agregación (r).

Para cada uno de los atributos o subconceptos de un mismo nivel se debe acordar el primer parámetro (W_i) como una forma de reflejar mayor importancia de unos respecto de otros en relación a los objetivos del caso que se esté evaluando. La suma de los pesos a un mismo nivel debe ser uno. Por ejemplo para la subcaracterística 1.1.1. Adecuación de las Actividades los pesos correspondientes a sus atributos son:

- 1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades: 0.3
- 1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades: 0.2
- 1.1.1.3. Granularidad del Proceso: 0.2
- 1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades: 0.2
- 1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades: 0.1

Suma: 1.0

Con respecto al parámetro r , la elección de su valor¹⁴ permite seleccionar un operador que va desde la pura conjunción y la cuasi-conjunción hasta la cuasi-disyunción y la pura disyunción. El punto medio representa a la aditividad (para $r = 1$) la cual no está ni conjuntiva ni disyuntivamente polarizada, es decir, representa una función de relaciones de neutralidad o independencia entre las entradas. La Figura 36 muestra un modelo de 17 niveles de operadores o conectores lógicos utilizados para la determinación del parámetro r que debe ser determinado para cada concepto calculable del árbol de requerimientos definido en la actividad Definir Requerimientos no Funcionales.

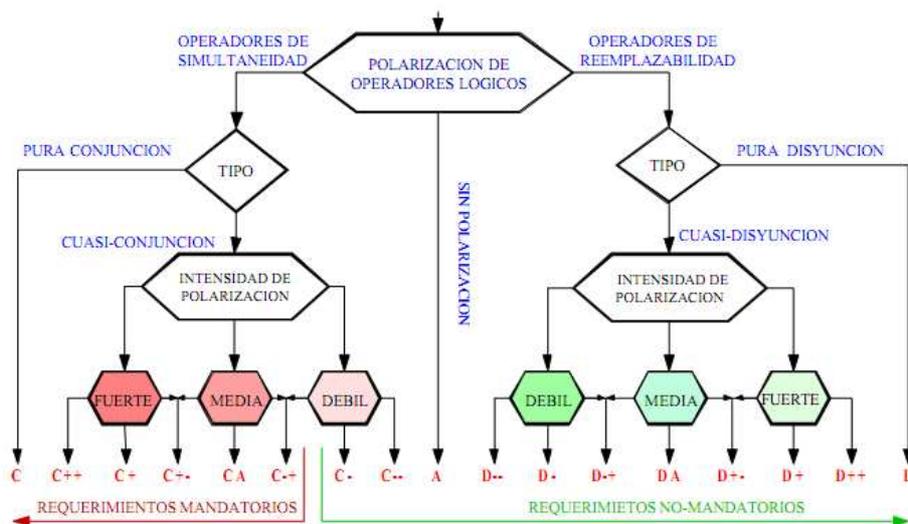


Figura 36. Operadores lógicos Conjuntivos y Disyuntivos de LSP y niveles de polarización.

¹⁴ Los distintos valores de r , dependiente del tipo de operador y la cantidad de entradas, ya se encuentran tabulados [DUJ, 1996].

En el caso de estudio, se utilizaron cuatro operadores: A, C-, C-- y DA. El operador A modela una relación que no posee polarización que está en el medio entre los operadores de reemplazabilidad y de simultaneidad dentro de los requerimientos no mandatorios. Como ejemplo podemos tomar el caso del concepto calculable *1.1.2.Adecuación de los Artefactos* donde se pretende que exista *Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos, Completitud de la Descripción de los Artefactos y Granularidad de los Artefactos* pero en el caso de que alguno falte no se castigará demasiado el resultado. El operador C- modela una relación de cuasi-conjunción débil, lo que significa que un valor 0 (cero) en alguno de los atributos de entrada no producirá un 0 (cero) en la salida, aunque castigará a la misma. Este es el caso del concepto foco, *1.Calidad de las Capacidades* donde se pretende que una estrategia integrada de M&E posea calidad de las capacidades en su proceso, su marco conceptual y en su metodología pero si alguna de ellas falta será castigado el valor del indicador. El operador C-- modela una relación de cuasi-conjunción más débil que C- y fue utilizado para el concepto *1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso* donde se pretende que el proceso sea adecuado tanto en sus actividades, artefactos, modelado y conformidad. Pero la carencia de alguno castigará menos que en el caso del operador C-. Por último, el operador DA utilizado en el concepto calculable *1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso*, es un operador de reemplazabilidad, de requerimientos no mandatorios y de una media cuasi-disyunción. Lo que significa que no es tan necesario tener todas las vistas modeladas pero en caso de tenerlas esto prestigiará el valor del indicador. La Tabla 32 (siguiente página) permite visualizar gráficamente la asignación de los operadores lógicos y los pesos utilizados.

Al finalizar el proceso de *Diseñar la Evaluación* (ver Figura 3), como artefacto de salida tendremos un documento con la especificación de los distintos indicadores elementales, parciales y globales, el cual contiene la escala y los niveles (o grados) de aceptabilidad, entre otros metadatos, necesarios para calcular el árbol de requerimientos y determinar finalmente el nivel de satisfacción global para la necesidad de información establecida. En el Anexo C presenta la *Especificación de Indicadores*.

1. Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)		C-
1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso	0.33	C--
1.1.1. Adecuación de las Actividades	0.35	A
1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	0.3	
1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades	0.2	
1.1.1.3. Granularidad del Proceso	0.2	
1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades	0.2	
1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	0.1	
1.1.2. Adecuación de los Artefactos	0.1	A
1.1.2.1. Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	0.5	
1.1.2.2. Completitud de la Descripción de los Artefactos	0.4	
1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos	0.1	
1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso	0.2	DA
1.1.3.1. Adecuación de la Vista Funcional	0.3	A
1.1.3.1.1. Disponibilidad de la Vista Funcional	0.3	
1.1.3.1.2. Completitud de la Vista Funcional	0.3	
1.1.3.1.3. Granularidad de la Vista Funcional	0.4	
1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional	0.25	A
1.1.3.2.1. Disponibilidad de la Vista Informacional	0.4	
1.1.3.2.2. Completitud de la Vista Informacional	0.4	
1.1.3.2.3. Granularidad de la Vista Informacional	0.2	
1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento	0.3	A
1.1.3.3.1. Disponibilidad de la Vista de Comportamiento	0.3	
1.1.3.3.2. Completitud de la Vista de Comportamiento	0.3	
1.1.3.3.3. Granularidad de la Vista de Comportamiento	0.4	
1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional	0.15	A
1.1.3.4.1. Disponibilidad de la Vista Organizacional	0.4	
1.1.3.4.2. Completitud de la Vista Organizacional	0.4	
1.1.3.4.3. Granularidad de la Vista Organizacional	0.2	
1.1.4. Conformidad del Proceso	0.35	A
1.1.4.1. Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	0.8	
1.1.4.2. Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	0.2	
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	0.33	C--
1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual	0.3	A
1.2.1.1. Modularidad del Marco Conceptual	0.5	
1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	0.5	
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual	0.4	A
1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual	0.4	
1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	0.6	
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual	0.3	A
1.2.3.1. Conformidad del MC a la Terminología de la Base Conceptual	1	
1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología	0.33	C--
1.3.1. Adecuación de la Metodología	0.4	A
1.3.1.1. Disponibilidad de la Metodología	0.4	
1.3.1.2. Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	0.4	
1.3.1.3. Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	0.2	
1.3.2. Conformidad de la Metodología	0.6	A
1.3.2.1. Conformidad de la Met. a la Terminología de la Base Conceptual	1	

Tabla 32. Definición de operadores lógicos y pesos para cada concepto del árbol de requerimientos.

Capítulo 6: Calidad de las Capacidades de Estrategias de M&E: Implementación del Estudio comparativo

En el capítulo anterior se presentó el diseño de la evaluación que permite comprender y comparar distintas estrategias integradas de M&E. En este capítulo se detalla la implementación de la comparación llevando a cabo las tareas de medición (sección 6.1.) y evaluación (sección 6.2.).

Para realizar estas actividades de implementación, es necesario tener como precondition los productos obtenidos en el proceso de diseño, a saber: *Especificación de requerimientos no funcionales* (sección 5.1.), *Especificación de métricas* (sección 5.2.) y *Especificación de indicadores* (sección 5.3.) -como es mostrado en la Figura 3. En el capítulo siguiente, se presenta el análisis surgido de la observación de los valores de los indicadores y, a su vez, de los datos medidos a partir de las métricas junto con las recomendaciones de mejora (sección 7.1.). Por lo que, este capítulo es el fundamento para poder discutir fortalezas y debilidades (sección 7.2.) de cada una de las estrategias involucradas en el estudio. Lo presentado en este capítulo fue publicado en [PAP, 2011].

6.1. Implementación de la medición

Una vez diseñada la medición y la evaluación es necesario, como primer paso, ejecutar el proceso de medición (recordar la Figura 3). Precisamente, el subproceso *Implementar la Medición* consiste en obtener un valor o medida, numérica o categórica, para cada uno de los atributos de una o más entidades, utilizando como entrada el conjunto de métricas obtenidas al *Diseñar la Medición*, y las herramientas (si las hubiera) que automatizan los métodos de medición y/o cálculo. Esta actividad se desarrolló entre setiembre y diciembre del 2010.

Como primera actividad se tuvo que definir las entidades que forman parte del estudio comparativo (ver Figura 9). Como se presentó en el capítulo 2 especialmente en la parte del estado del arte existen muchas propuestas publicadas en el área de M&E que presentan alguna de las tres capacidades discutidas (modelo conceptual, proceso, método/herramienta). Pero no todas pueden ser tomadas como estrategias de M&E integradas. Recordemos que consideramos que una estrategia es integrada si posee algún nivel de integración de estas tres capacidades, con cierto cumplimiento simultáneo. Con cumplimiento simultáneo queremos indicar que el valor de entrada de estas tres características a la función de agregación (cuya salida es el valor del indicador de la calidad de las capacidades) fuera distinto de cero, como fue discutido anteriormente. De todas las propuestas analizadas, en un primer momento, se consideraron evaluar las siguientes: GOCAME, GQM, GQM⁺Strategies, FMESP y CQA-Meth.

La primera entidad que se pretende evaluar es GOCAME. Esta estrategia de M&E fue desarrollada en el grupo de investigación al cual pertenezco. GOCAME es una estrategia integrada, y en definitiva, es la que queremos mejorar incorporando las mejores características encontradas en la comparación. Por lo tanto, es una de las entidades concretas a ser evaluadas.

La segunda entidad que se consideró fue GQM, debido a que es una estrategia que posee un grado de integración y es ampliamente referenciada y o usada, tanto en la industria como en la academia y con alto nivel de documentación accesible. Pero en la revisión bibliográfica realizada se encontró que existía GQM+Strategies, una propuesta reciente, más robusta, novedosa, registrada y que incluía a GQM. Por lo que se determinó que la segunda entidad a evaluar es GQM+Strategies.

Por último, se quería comparar FMESP. En la revisión bibliográfica se encontró que el mismo grupo que desarrolló esta estrategia continuó su investigación y recientemente propuso CQA-Meth. Por lo que sería conveniente comparar esta última, pero al profundizar en la revisión se comprobó que no satisfacía los tres criterios simultáneamente. En particular, carece de un marco conceptual explícito a partir de una base terminológica. Si bien CQA-Meth y FMESP surgen del mismo grupo de investigación y este último posee un marco conceptual basado en una ontología, no queda constancia explícita de su relación en la literatura publicada ni en las referencias proporcionadas por sus autores. Además, fue muy acotada la bibliografía encontrada, por lo que se decidió no tomar en cuenta ninguna de las dos propuestas.

En resumen, las dos entidades que quedaron definidas para formar parte del estudio son GOCAME y GQM+Strategies.

La siguiente actividad a desarrollar es medir *Medir los Atributos* (ver Figura 9) que implica cuantificar cada uno de los atributos definidos en el árbol de requerimientos. Como en nuestro caso existen atributos del árbol que son medidos utilizando métricas indirectas es necesario previamente cuantificar los atributos relacionados que fueron identificados en el proceso *Diseñar la Medición* (Anexo B).

Por ejemplo, para calcular el atributo *1.1.1.2.Completitud de la Descripción de las Actividades* se necesitan cuantificar los atributos relacionados *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)*, *Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)*, *Número de Actividades Parcialmente Descriptas (#APD)* y *Número de Actividades Completamente Descriptas (#ACD)*. En la Tabla 19 se presentó la definición de la métrica indirecta de este atributo y en la Tabla 33 se muestran los valores medidos de cada uno de los atributos relacionados de ambas entidades. Tener en cuenta que para calcular el atributo *1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* solo se requieren los dos primeros atributos relacionados.

		GOCAME	GQM+Strategies
Número Total de Actividades Enunciadas	TAE	47	101
Número de Actividades Mínimamente Descriptas	#AMD	15	25
Número de Actividades Parcialmente Descriptas	#APD	10	22
Número de Actividades Completamente Descriptas	#ACD	0	0

Tabla 33. Valores medidos para TAE, #AMD, #APD y #ACD.

Los valores referentes al concepto de 1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso fueron obtenidos a partir de la lectura y análisis de las siguientes fuentes bibliográficas [BEC, 2010] y [BEC, 2009] para GOCAME y [BAS, 2009], [BAS, 2007-1] y [SOL, 1999] para GQM+Strategies. La recolección de los datos de la medición se realizó sobre material publicado y accesible (libros, artículos científicos, tesis de posgrado, etc.) referente a ambas estrategias de M&E. Se tomaron aquellos documentos más relevantes luego de una lectura exhaustiva de los mismos, descartando aquellos en que no participara al menos algún miembro del grupo de autores originales de la investigación. Se le dio además mayor prioridad a los documentos más actuales en tanto representaran una contribución respecto de los previos.

Continuando con el ejemplo, el lector debe recordar que los valores presentados en la Tabla 33 fueron obtenidos a partir del método de medición de las métricas que cuantifican a cada uno de los

atributo (ver Anexo B). Por ejemplo, el método de medición de la métrica *Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)* que cuantifica al atributo *Cantidad de Actividades Mínimamente Descriptas* tiene la siguiente especificación:

“Agregar uno por cada actividad enunciada diferente que esté mínimamente descrita (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. La descripción puede estar junta o dispersa dentro de la documentación. En caso de que esté dispersa, debe existir una relación o enlace explícito que indique su correspondencia.”

Donde una actividad mínimamente descrita está definida como *“Una actividad es descrita mínimamente cuando es una actividad enunciada y presenta de forma textual un objetivo específico y una descripción.”*

Para mayor detalle ver los Anexos A (Especificación de Requerimientos no Funcionales) y B (Especificación de métricas).

Una vez cuantificados estos atributos se obtuvo el valor del atributo *1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* a partir del método de cálculo de su métrica indirecta asociada:

$$GDDA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow (\#AMD / TAE) \times 100 \end{cases}$$

Donde GDDA es el valor obtenido para la métrica *Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades (GDDA)*.

Para la estrategia GOCAME el valor de GDDA es 31,91 debido a que TAE es 47 y es mayor a cero por lo que se computa $(15/47) \times 100$. Lo mismo sucede para GQM+Strategies donde se computa $((25)/101) \times 100$ lo que da un valor de GDDA de 24,75. En la Tabla 34 se presentan los valores obtenidos a partir de las métricas de todos los atributos correspondientes al concepto calculable *1.1.1.Adecuación de las Actividades*.

		GOCAME	GQM+Strategies
Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	GDDA	31,91	24,75
Grado de Completitud de la Descripción de las Actividades	GCD A	15,47	14,40
Grado de Granularidad del Proceso	GGP	Media	Media
Grado de Formalidad de la Descripción de las Actividades	GFDA	100,00	61,39
Grado de Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	GDARA	0,00	17,82

Tabla 34. Valores medidos para los atributos GDDA, GCD A, GGP, GFDA y GDARA.

Todas las métricas excepto, *Grado de Granularidad del Proceso (GGP)*, son métricas indirectas cuya definición detallada se pueden ver en el Anexo B. En el caso de la métrica directa que cuantifica al atributo *1.1.1.3.Granularidad del Proceso* su método de medición es *“Un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, un proceso cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que el proceso está dividido en subprocesos y a su vez en actividades atómicas. Note que el evaluador no debe evaluar el nivel de subprocesos.”*. Este método de medición es subjetivo y no depende de ningún otro atributo relacionado.

En el caso del concepto calculable *1.1.4.Conformidad del Proceso* que posee dos atributos, uno cuantificado por una métrica indirecta (*Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual*) y el otro por una métrica directa (*Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E*) los valores obtenidos son presentados en la Tabla 35.

		GOCAME	GQM ⁺ Strategies
Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	GCPTBC	94,74	88,89
Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	GCPEPME	Adhiere Parcialmente	No Adhiere

Tabla 35. Valores medidos para los atributos GCPTBC y GCPEPME.

La métrica indirecta *Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual* para la obtención de su valor depende de las métricas directas *Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica (#CBCT)* y *Nivel de Correspondencia entre la Descripción del Proceso y la Base Conceptual (NCDPBC)* cuyos valores están expresados en la Tabla 36. La especificación de la función del método de cálculo para dicha métrica indirecta es:

$$GCPTBC = \begin{cases} \text{Si no se dispone de una base conceptual} \rightarrow 0 \\ \text{Sino} \rightarrow \\ \quad \text{Si } \#CBCT = 0 \rightarrow 0 \\ \quad \text{Si } \#CBCT > 0 \rightarrow (NCDPBC / \#CBCT) \times 100 \end{cases}$$

		GOCAME	GQM ⁺ Strategies
Nivel de Correspondencia entre la Descripción del Proceso y la Base Conceptual	NCDPBC	36	16
Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica	#CBCT	38	18

Tabla 36. Valores medidos para los atributos NCDPBC y #CBCT.

Si reemplazamos los valores en la especificación de la función nos queda que el valor del atributo cuantificado por la métrica indirecta *Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual* es de 94,74 para GOCAME y de 88,89 para GQM⁺Strategies.

Por otro lado, la métrica directa *Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E* posee un valor de medición de Adhiere Parcialmente para GOCAME y de No Adhiere para GQM⁺Strategies.

Si pasamos a otro concepto calculable como lo es *1.2.1.Adecuación del Marco Conceptual* que como se puede observar en la Tabla 32 posee dos atributos cuantificados por métricas directas con los siguientes valores (Tabla 37):

		GOCAME	GQM ⁺ Strategies
Grado de Modularidad del Marco Conceptual	GMMC	Baja	Ninguna
Grado de Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	GFMoMC	Formal	Formal

Tabla 37. Valores medidos para los atributos GMMC y GFMoMC.

Los valores referentes al concepto de *1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* fueron obtenidos a partir de la lectura y análisis de las siguientes fuentes bibliográficas [BEC, 2009], [BEC, 2010], [OLS, 1998], [MOL, 2008], [OLS, 2004], [MAR, 2004] para GOCAME y [MAN, 2010], [BAS, 2010], [BAS, 2009], [BAS, 2007-1], [BRI, 2002], [BRI, 1996], [DIF, 1996], [BAS, 1994] para GQM⁺Strategies. Por último, para obtener los valores referentes al concepto de *1.3.Calidad de las Capacidades de la Metodología* se utilizaron las fuentes bibliográficas [OLS, 2008], [OLS, 2002] para GOCAME y [MAN, 2010], [BAS, 2010], [BAS, 2009], [BAS, 2007-1], [BRI, 2002], [BRI, 1996], [DIF, 1996], [BAS, 1994] para GQM⁺Strategies.

Para ver el detalle de los valores medidos de todas las métricas (directas e indirectas) ir al Anexo D.

Notemos que estas medidas debieron ser adecuadamente almacenadas en un repositorio con el fin de servir como entrada al proceso *Implementar la Evaluación* (ver Figura 3), como así también, son útiles al momento de analizar la información obtenida en la evaluación y brindar recomendaciones.

6.2. Implementación de la evaluación

Recordemos que la ejecución de este proceso permite obtener los valores de los distintos indicadores, utilizando la especificación obtenida en el proceso *Diseñar la Evaluación*, el árbol de requerimientos y los valores obtenidos al *Implementar la Medición* (ver Figura 3). De esta forma podremos saber en qué proporción satisfacen los distintos conceptos calculables y atributos los requerimientos establecidos en la necesidad de información.

La primera actividad a realizar es *Calcular Indicadores Elementales* (ver Figura 10) para cada una de las entidades definidas anteriormente. Para cada atributo del árbol de requerimientos, utilizando la herramienta que automatiza el método de cálculo, o siguiendo la descripción del método dada en la especificación del indicador se calcularon todos los valores de los indicadores elementales.

A continuación presentaremos el cálculo de algunos de los indicadores elementales. En principio se dará un ejemplo de cada tipo, según la clasificación presentada en el momento de *Diseñar la Evaluación* para luego presentar algunos más. Para tener presente los valores medidos recurrir al Anexo D.

Por ejemplo, para calcular el indicador elemental *Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades (NS_DDA)* para el atributo *1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* se tiene en cuenta el método de cálculo que indica aplicar el siguiente modelo elemental (ver Anexo C.2.):

$$NS_DDA = GDDA$$

Recordemos que el valor de *GDDA (Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades)* para GOCAME es de 31,91 por lo que el valor del indicador elemental queda determinado en el mismo valor. Para el caso de GQM⁺Strategies el valor del indicador es 24,75. Si tomamos en cuenta los criterios de decisión establecidos con respecto al *Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* se puede apreciar que tanto GOCAME como GQM⁺Strategies se encuentran a un nivel insatisfactorio, lo que significa que se requieren acciones de cambio con una alta prioridad.

Otro indicador elemental es el que mide el *Nivel de Satisfacción de la Modularidad del Marco Conceptual (NS_MMC)* que evalúa al atributo *1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual*. La especificación del modelo elemental de este indicador es la siguiente (para más información ver Anexo C):

$$NS_MMC = \begin{cases} \text{Ninguna} & \rightarrow 0 \\ \text{Baja} & \rightarrow 50\% \\ \text{Alta} & \rightarrow 100\% \end{cases}$$

El valor medido resultante de aplicar la métrica directa *Grado de Modularidad del Marco Conceptual (GMMC)* para GOCAME fue de *Baja* y para GQM⁺Strategies fue de *Ninguna*. Por lo tanto, aplicando el modelo elemental nos queda que los valores de este indicador son 50 y 0, respectivamente. Según el

criterio de decisión GOCAME el nivel de satisfacción para el atributo *1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual* es marginal mientras que para GQM⁺Strategies es insatisfactorio. En ambos caso se requiere acciones de cambio.

Otro ejemplo es el indicador elemental *Nivel de Satisfacción de la Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual (NS_CMTBC)* que indica el grado de satisfacción en el atributo *1.3.2.1.Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual* sólo se necesita saber el valor medido ya que la especificación del modelo elemental dice que no necesita transformación. Es decir, el valor obtenido a partir de la métrica es el valor del indicador. Por lo tanto, el valor del *Nivel de Satisfacción de la Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual (NS_CMTBC)* es 73,68 para GOCAME y 61,11 para GQM⁺Strategies. En este caso ambos indicadores obtuvieron un nivel de satisfacción satisfactorio y marginal, respectivamente.

Procediendo de manera similar se obtuvieron los valores del resto de los indicadores elementales mostrados en el Anexo E.

Una vez obtenidos todos los valores de los indicadores elementales, sólo resta *Calcular Indicadores Parciales/Globales* teniendo como entrada los valores de los indicadores elementales obtenidos en el paso anterior, como así también, la *Especificación de Indicadores* (ver Figura 10).

Debido a que estos indicadores generalmente están asociados al cálculo previo de otros indicadores, primero se debe obtener los valores de los indicadores asociados a los conceptos calculables siguiendo el orden jerárquico de los bloques según el árbol de requerimientos. A modo de ejemplo, teniendo presente el árbol de requerimientos (Tabla 32), si tomamos el concepto calculable *1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso* en primer lugar se deben calcular los indicadores correspondientes a la *Adecuación de las distintas vistas (1.1.3.1., 1.1.3.2., 1.1.3.3. y 1.1.3.4.)*, posteriormente se deben calcular los indicadores correspondientes a *1.1.1.Adecuación de las Actividades, 1.1.2.Adecuación de los Artefactos, 1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso, 1.1.4.Conformidad del Proceso*, y luego el indicador perteneciente a la *1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso*. Para calcular el nivel de satisfacción para el concepto foco, *Calidad de las Capacidades (para una estrategia integrada de M&E)*, se deben obtener de manera similar los valores de los indicadores de los conceptos *1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* y *1.3.Calidad de las Capacidades de la Metodología*.

		GOCAME	GQM ⁺ Strategies
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	0.33 C--		
1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual	0.3 A		
1.2.1.1. Modularidad del Marco Conceptual	0.5	50	0
1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	0.5	100	50
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual	0.4 A		
1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual	0.4	21,33	1,33
1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	0.6	100	30
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual	0.3 A		
1.2.3.1. Conformidad del MC a la Terminología de la Base Conceptual	1	84,31	81,82

Tabla 38. Extracto del árbol de requerimientos que contiene los valores de los indicadores elementales, los pesos y operadores.

A continuación, a modo de ejemplo se calculará la rama perteneciente al concepto calculable 1.2. *Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual*. En la Tabla 38 presentamos un extracto del árbol de requerimientos con sus pesos, operadores y valores de los indicadores elementales para cada entidad evaluada.

Para calcular el indicador parcial *Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual* (NS_AMC) que evalúa el concepto calculable 1.2.1. *Adecuación del Marco Conceptual* se utiliza la especificación dada en la Tabla 27. Por lo tanto, para obtener el valor hacemos uso del modelo parcial:

$$N_Eficacia = (0.5 * NS_MMC^1 + 0.5 * NS_FMoMC^1)^{1/1}$$

Donde NS_MMC y NS_FMOC son los valores de los indicadores elementales Nivel de Satisfacción de la Modularidad del Marco Conceptual y Nivel de Satisfacción de la Formalidad del Modelado del Marco Conceptual, respectivamente. El 0,5 representa la importancia dada a cada atributo mediante la asignación de un peso y el 1 representa el parámetro dado por la tabla LSP (mostrada en la Figura 37) dado dos hijos y el operador A. En la Tabla 39 se muestran los valores instanciados para cada una de las estrategias y en la Tabla 40 el resultado obtenido.

Operador LSP	Abrev	c	d	r(2)	r(3)	r(4)	r(5)	Mandat
Disyunción	D	0.0000	1.0000	+∞	+∞	+∞	+∞	No
CD Fuerte (+)	D++	0.0625	0.9375	20.63	24.30	27.11	30.09	No
CD Fuerte	D+	0.1250	0.8750	9.521	11.095	12.27	13.235	No
CD Fuerte (-)	D+-	0.1875	0.8125	5.802	6.675	7.316	7.819	No
CD Media	DA	0.2500	0.7500	3.929	4.450	4.825	5.111	No
CD Débil (+)	D-+	0.3125	0.6875	2.792	3.101	3.318	3.479	No
CD Débil	D-	0.3750	0.6250	2.018	2.187	2.302	2.384	No
CD Débil (-)	D--	0.4375	0.5625	1.449	1.519	1.565	1.596	No
Media Aritmética	A	0.5000	0.5000	1.000	1.000	1.000	1.000	No
CC Débil (-)	C--	0.5625	0.4375	0.619	0.573	0.546	0.526	No
CC Débil	C-	0.6250	0.3750	0.261	0.192	0.153	0.129	No
CC Débil (+)	C-+	0.6875	0.3125	-0.148	-0.208	-0.235	-0.251	Si
CC Media	CA	0.7500	0.2500	-0.720	-0.732	-0.721	-0.707	Si
CC Fuerte (-)	C+-	0.8125	0.1875	-1.655	-1.550	-1.455	-1.380	Si
CC Fuerte	C+	0.8750	0.1250	-3.510	-3.114	-2.823	-2.606	Si
CC Fuerte (+)	C++	0.9375	0.0625	-9.060	-7.639	-6.689	-6.013	Si
Conjunción	C	1.0000	0.0000	-∞	-∞	-∞	-∞	Si

Figura 37. Función de Conjunción-Disyunción Generalizada de 17 Niveles y valores del parámetro r para 2, 3, 4 y 5 entradas [DUJ, 1996].

GOCAME		GQM+Strategies	
NS_AMC	$= (0.5 * 50^1 + 0.5 * 100^1)^{1/1}$	NS_AMC	$= (0.5 * 0^1 + 0.5 * 50^1)^{1/1}$
	$= (0.5 * 50 + 0.5 * 100)^{1/1}$		$= (0 * 0 + 0.5 * 50)^{1/1}$
	$= (25 + 50)^{1/1}$		$= (0 + 25)^{1/1}$
	$= (75)^{1/1}$		$= (25)^{1/1}$
	$= 75$		$= 25$

Tabla 39. Resolución del modelo parcial para Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual.

GOCAME GQM+Strategies

<i>Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual</i>	NS_AMC	75	25
--	--------	----	----

Tabla 40. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual.

Para calcular el indicador parcial *Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual* (NS_ABC) que evalúa el concepto calculable 1.1.2. *Adecuación de la Base Conceptual* se utilizan los siguientes valores en el modelo parcial:

$$N_Eficacia = (0.4 * NS_CBC^1 + 0.6 * NS_REBC^1)^{1/1}$$

Donde NS_CBC y NS_REBC son los valores de los indicadores elementales Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Base Conceptual y Nivel de Satisfacción de la Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual, respectivamente. En este caso la Completitud de la Base Conceptual es un poco menos importante que la Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual por lo que se les asigno un peso de 0.4 y 0.6. El parámetro r quedo igual que en el caso mostrado anteriormente. En la Tabla 41 se muestran los valores instanciados para cada una de las estrategias y en la Tabla 42 el resultado obtenido.

GOCAME		GQM+Strategies	
NS_ABC	$= (0.4 * 21.33^1 + 0.6 * 100^1)^{1/1}$ $= (0.4 * 21.33 + 0.6 * 100)^{1/1}$ $= (8.53 + 60)^{1/1}$ $= (68.53)^{1/1}$ $= 68.53$	NS_ABC	$= (0.4 * 1.33^1 + 0.6 * 30^1)^{1/1}$ $= (0.4 * 1.33 + 0.6 * 30)^{1/1}$ $= (0.53 + 18)^{1/1}$ $= (18.53)^{1/1}$ $= 18.53$

Tabla 41. Resolución del modelo parcial para Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual.

	NS_ABC	GOCAME	GQM+Strategies
<i>Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual</i>	NS_ABC	68,53	18,53

Tabla 42. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual.

Por último, para poder calcular el valor del indicador parcial que evalúa el concepto *Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* es necesario obtener el valor del indicador denominado *Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual*. Este caso es particular debido a que sólo tiene un atributo, por lo que el valor del indicador elemental es asignado al valor del indicador parcial antes mencionado. En la Tabla 43, se muestran los valores:

	NS_CMC	GOCAME	GQM+Strategies
<i>Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual</i>	NS_CMC	84,31	81,82

Tabla 43. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual.

Ahora sí estamos en condiciones de obtener el valor del indicador parcial denominado *Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* debido a que ya se calcularon los tres indicadores de su nivel inferior. La especificación del modelo parcial queda de la siguiente forma:

$$N_Eficacia = (0.3 * NS_AMC^{0,573} + 0.4 * NS_ABC^{0,573} + 0.3 * NS_CMC^{0,573})^{1/0,573}$$

Donde NS_AMC, NS_ABC y NS_CMC son los valores de los indicadores elementales *Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual*, *Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual* y *Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual*, respectivamente. En este caso la *Adecuación de la Base Conceptual* es un poco más importante (0.4) según acordado por los evaluadores expertos que las otras dos características (0.3 cada una). El valor del parámetro r queda determinado por la tabla LSP (mostrada en la Figura 37) dado tres hijos y el operador C-- (0.573). A partir de los resultados

anteriores, mostrados en la Tabla 40, Tabla 42 y Tabla 43, se presenta el cálculo en la Tabla 44 y los resultados en la Tabla 45¹⁵.

GOCAME	
NS_CCMC	$= (0.3 * 75^{0,573} + 0.4 * 68.53^{0,573} + 0.3 * 84.31^{0,573})^{1/0,573}$ $= (0.3 * 11.86 + 0.4 * 11.27 + 0.3 * 12.69)^{1/0,573}$ $= (3.55 + 4.50 + 3.80)^{1/0,573}$ $= (11.85)^{1/0,573}$ $= 74.79$
GQM ⁺ Strategies	
NS_CCMC	$= (0.3 * 25^{0,573} + 0.4 * 18.53^{0,573} + 0.3 * 81.82^{0,573})^{1/0,573}$ $= (0.3 * 6.32 + 0.4 * 5.32 + 0.3 * 12.47)^{1/0,573}$ $= (1.89 + 2.12 + 3.74)^{1/0,573}$ $= (7.75)^{1/0,573}$ $= 35.26$

Tabla 44. Resolución del modelo parcial.

			GOCAME	GQM ⁺ Strategies
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual (C)	0.33	C--	75,09	35,82
1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual (C)	0.3	A	75	25
1.2.1.1. Modularidad del Marco Conceptual (A)	0.5		50	0
1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual (A)	0.5		100	50
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual (C)	0.4	A	68,53	18,53
1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual (A)	0.4		21,33	1,33
1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual (A)	0.6		100	30
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual (C)	0.3	A	84,31	81,82
1.2.3.1. Conformidad del MC a la Terminología de la Base Conceptual (A)	1		84,31	81,82

Tabla 45. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.

A continuación se calcula el valor del indicador global denominado *Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades (para una estrategia integrada de M&E)* a partir de los valores de los indicadores parciales de su nivel inmediato inferior que representan los conceptos de 1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso, 1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual y 1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología. La Tabla 46 muestra los valores obtenidos a partir del siguiente modelo global, para el resto de los valores obtenidos ver la Tabla 47:

$$N_Eficacia = (0.33 * \% NS_CCP^{0,192} + 0.33 * \% NS_CCMC^{0,192} + 0.33 * \% NS_CCM^{0,192})^{1/0,192}$$

			GOCAME	GQM ⁺ Strategies
1. Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)	C-		67,57	47,34
1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso	0,33	C--	58,88	54,34
...				
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	0,33	C--	75,09	35,82
...				
1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología	0,33	C--	77,43	57,35
...				

Tabla 46. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades.

¹⁵ Tener en cuenta que la diferencia de 0,3 para GOCAME y de 0,56 para GQM⁺Strategies se debe al redondeo al presentar la fórmula (se tomaron dos dígitos) y en el cálculo realizado para la evaluación (se trabajó sin redondeos).

	(1)	(2)
1. Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)	66,48	45,89
1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso	58,88	54,34
1.1.1. Adecuación de las Actividades	46,67	38,37
1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	31,91	24,75
1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades	15,47	14,40
1.1.1.3. Granularidad del Proceso	70	70
1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades	100	61,39
1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	0	17,82
1.1.2. Adecuación de los Artefactos	3	31,58
1.1.2.1. Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	0	27,59
1.1.2.2. Completitud de la Descripción de los Artefactos	0	26,96
1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos	30	70
1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso	83,56	70,70
1.1.3.1. Adecuación de la Vista Funcional	88	76,42
1.1.3.1.1. Disponibilidad de la Vista Funcional	100	100
1.1.3.1.2. Completitud de la Vista Funcional	100	61,39
1.1.3.1.3. Granularidad de la Vista Funcional	70	70
1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional	82,13	74,97
1.1.3.2.1. Disponibilidad de la Vista Informacional	100	100
1.1.3.2.2. Completitud de la Vista Informacional	90,32	72,41
1.1.3.2.3. Granularidad de la Vista Informacional	30	30
1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento	88	60,42
1.1.3.3.1. Disponibilidad de la Vista de Comportamiento	100	100
1.1.3.3.2. Completitud de la Vista de Comportamiento	100	61,39
1.1.3.3.3. Granularidad de la Vista de Comportamiento	70	30
1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional	0	63,78
1.1.3.4.1. Disponibilidad de la Vista Organizacional	0	100
1.1.3.4.2. Completitud de la Vista Organizacional	0	44,44
1.1.3.4.3. Granularidad de la Vista Organizacional	0	30
1.1.4. Conformidad del Proceso	85,79	71,11
1.1.4.1. Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	94,74	88,89
1.1.4.2. Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	50	0
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	75,09	35,82
1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual	75	25
1.2.1.1. Modularidad del Marco Conceptual	50	0
1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	100	50
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual	68,53	18,53
1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual	21,33	1,33
1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	100	30
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual	84,31	81,82
1.2.3.1. Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	84,31	81,82
1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología	77,43	57,35
1.3.1. Adecuación de la Metodología	83,19	51,88
1.3.1.1. Disponibilidad de la Metodología	100	100
1.3.1.2. Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	82,98	29,70
1.3.1.3. Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	50	0
1.3.2. Conformidad de la Metodología	73,68	61,11
1.3.2.1. Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	73,68	61,11

Tabla 47. Especificación del árbol de requerimientos en la 1^{ra} columna (en *itálica*, atributos). La leyenda (1) en la 2^{da} columna representa los valores de los indicadores elementales, parciales y global (en %) para GOCAME y la leyenda (2) en la 3^{ra} columna para GQM+Strategies.

En el estudio comparativo, al Calcular Indicadores Parciales/Globales se utilizó la herramienta C-INCAMI_Tool ([MOL, 2005], [PAP, 2005] y [BEC, 2009]), que facilita el cálculo y la interpretación de los datos, el seguimiento de la evaluación y que además tiene mecanismos de documentación. Esta herramienta permite seleccionar entre dos clases de modelo de agregación (aditivo y LSP) y una vez ingre-

sados los pesos de cada atributo, los operadores lógicos y los puntajes de los indicadores elementales, realiza automáticamente el cálculo de los indicadores parciales y del indicador global.

El siguiente capítulo (sección 7.1.) presenta el análisis que surge de la evaluación y compara las dos estrategias brindando las recomendaciones pertinentes. A partir de esta sección se realiza un detalle acerca de las fortalezas y debilidades de cada una de las estrategias (sección 7.2.) involucradas en el estudio.

Capítulo 7: Debilidades y Fortalezas de las Estrategias de M&E: Análisis y Discusión

En los dos capítulos anteriores se mostró el diseño e implementación de la evaluación que permite la comparación de estrategias integradas de M&E a partir de los tres pilares considerados: base y marco conceptual, proceso y metodologías/herramientas. En particular, la sección 6.2. concluye con la tabla comparativa (Tabla 47) donde se muestran los resultados de la evaluación de ambas estrategias.

La primera sección de este capítulo (7.1.) presenta el análisis de los resultados de la evaluación y recomendaciones de mejora. Los resultados son mostrados en forma textual acompañados por gráficos comparativos. Para finalizar esta sección (7.1.) se brinda una tabla con todas las recomendaciones surgidas del estudio. A partir de este análisis, en las secciones 7.2. y 7.3. se presentan las debilidades y fortalezas encontradas en las estrategias de M&E evaluadas pero con una visión más amplia que la planteada en la evaluación. Ya que toma otros aspectos no tenidos en cuenta en el estudio comparativo.

7.1. Análisis y Recomendaciones

Es la última etapa del proceso de M&E de GOCAME. Consiste en la realización de actividades orientadas al análisis de los datos e información de métricas e indicadores y la justificación de los resultados obtenidos. El análisis surge de la observación de los valores de los indicadores y, a su vez, de los datos medidos a partir de las métricas.

Como producto de este proceso (recordar Figura 11) se obtuvo el *Informe de los resultados con conclusiones y recomendaciones*, integradas por tablas, gráficos y cuadros comparativos como por ejemplo, el que resume debilidades/fortalezas y acciones de mejora para facilitar la ulterior toma de decisiones. Este informe permite visualizar apropiadamente los resultados conseguidos y así facilitar luego la toma de decisiones.

Analizando los resultados de la Tabla 47, se observa en el primer gráfico (Figura 38), que el nivel de satisfacción alcanzado para el indicador global perteneciente al concepto *Calidad de las Capacidades* es para GOCAME claramente mejor que el obtenido por GQM⁺Strategies. Es más, si consideramos el criterio de decisión que definimos al momento de diseñar la evaluación vemos que, GOCAME posee un nivel de satisfacción *marginal* que indica una necesidad de acciones de mejora lo que implica que *se deberían tomar acciones de mejora*. Por otro lado, GQM⁺Strategies se encuentra en un nivel *insatisfactorio* lo cual requiere que acciones de cambio deben tomarse con una alta prioridad, es decir, *urgente cambios*.

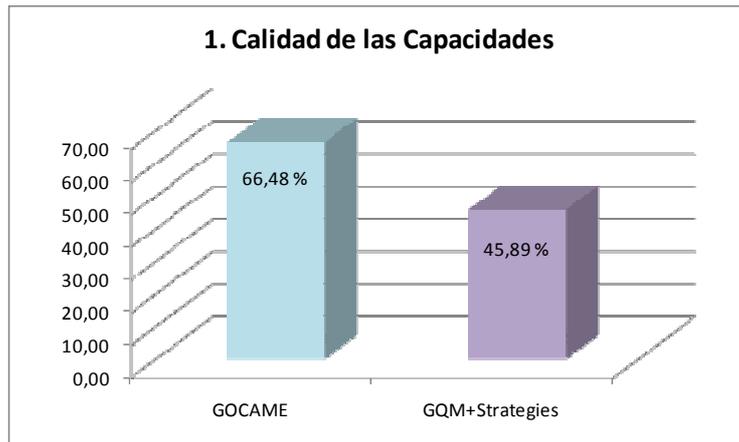


Figura 38. Nivel de satisfacción en la Calidad de las Capacidades para las estrategias M&E comparadas.

Teniendo en cuenta los niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio, en las Figura 39 y 40, se muestran los valores obtenidos para cada una de las entidades. Por ejemplo para la estrategia GOCAME, en la Figura 39 se aprecia que la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual y de la Metodología se encuentran en un nivel satisfactorio debido a que están por encima del 75% definido en el criterio de decisión. No ocurre lo mismo con la Calidad de las Capacidades del Proceso que cae en un nivel de satisfacción marginal. Esto nos da una primera aproximación de porqué el nivel de satisfacción global de la Calidad de las Capacidades para GOCAME quedó como marginal (66,48%). Si recordamos que al diseñar la evaluación el operador utilizado fue el C- (ver Tabla 32). Este operador modela una relación de cuasi-conjunción débil, lo que significa que un valor 0 (cero) en alguno de los atributos de entrada no producirá un 0 (cero) en la salida, aunque si castigará a la misma. En este caso GOCAME posee niveles satisfactorios en las características que representan el marco conceptual (75,09) y su metodología (77,43) pero se ve desfavorecido en la evaluación por el nivel insatisfactorio obtenido en su proceso (58,88).

En cambio, en la Figura 40 se aprecia que para GQM+Strategies la Calidad de las Capacidades del Proceso y de la Metodología se encuentran en un nivel marginal debido a que están entre el 50 y 75% definido en el criterio de decisión. Mientras que la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual cae en un nivel de satisfacción insatisfactorio. Un análisis similar al realizado para GOCAME indica que los valores marginales obtenidos para dos de sus características (proceso 54,34 y metodología 57,35) se ve castigado por el nivel insatisfactorio alcanzado en su marco conceptual (35,82).

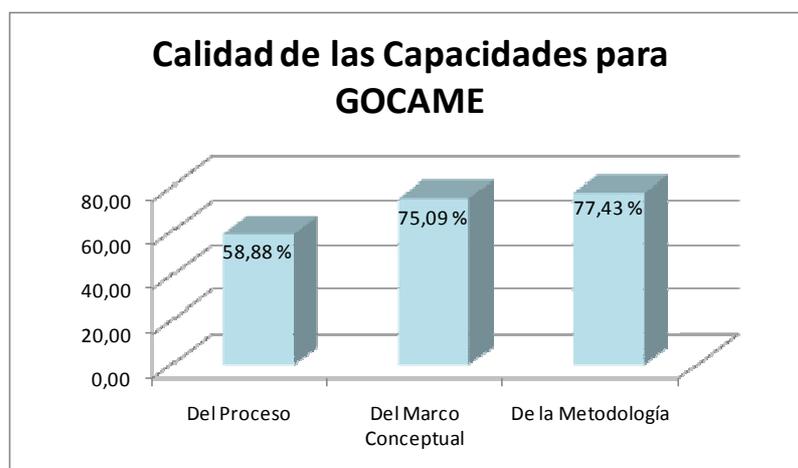


Figura 39. Niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio para GOCAME.

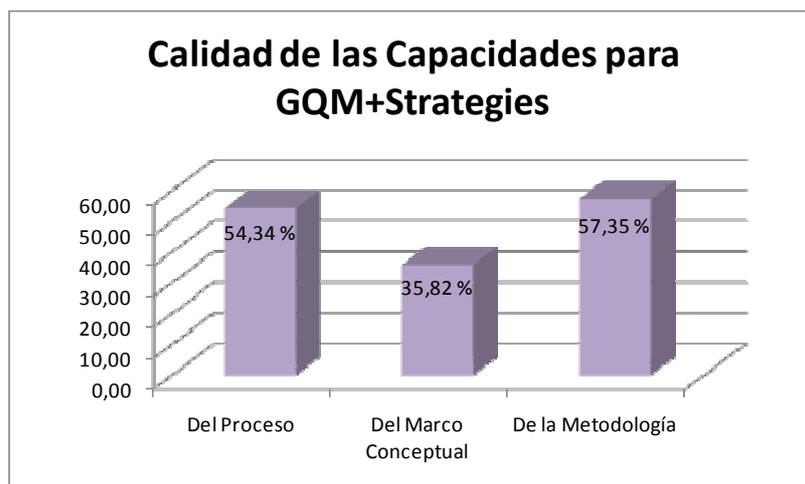


Figura 40. Niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio para GQM+Strategies.

La Figura 41 muestra la comparación entre los valores obtenidos para cada pilar de las estrategias que integraron el estudio. A simple vista se puede apreciar que la estrategia GOCAME supera a GQM+Strategies, al menos para los pilares analizados en este estudio comparativo. A partir de estos datos ya surgen las primeras recomendaciones, -de carácter general, que indican dónde se deben enfocar los esfuerzos de mejora si en un futuro se desea alcanzar mejores niveles de satisfacción. Por lo que GOCAME debe trabajar en aspectos relacionados a procesos mientras que GQM+Strategies debe enfocarse principalmente en el aspecto relacionado al marco conceptual, al menos para superar el nivel insatisfactorio. Sin duda que se debería trabajar en los tres aspectos. Esta recomendación es demasiado general por lo que si deseamos realizar recomendaciones más específicas y puntuales tenemos que realizar un análisis más refinado introduciéndonos en cada uno de los pilares y analizando cada nivel de satisfacción alcanzado junto con los datos medidos y la definición de sus métricas.

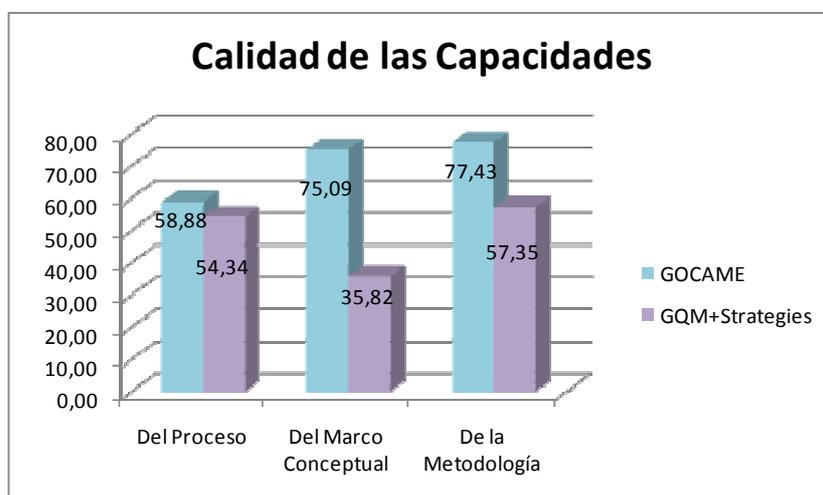


Figura 41. Comparación entre los valores obtenidos para cada pilar de las estrategias GOCAME y GQM+Strategies.

Realizando un refinamiento en el análisis comparativo (a partir de la Tabla 47) y observando la Figura 42, vemos que la sub-característica 1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso está conformada por los conceptos 1.1.1.Adecuación de las Actividades, 1.1.2.Adecuación de los Artefactos, 1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso y 1.1.4.Conformidad del Proceso. Para los conceptos calculables 1.1.1.Adecuación de las Actividades y 1.1.2.Adecuación de los Artefactos se puede apreciar que ambas estrategias se encuentran en un nivel insatisfactorio por lo que urgen cambios. En cambio para los últimos dos conceptos calculables 1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso y 1.1.4.Conformidad del Proceso, GOCAME se encuentra en un nivel satisfactorio (83,56 y 85,79) mientras que GQM+Strategies se encuentra en nivel

marginal. Para poder recomendar acciones de mejora se debe profundizar en el análisis de sus cinco atributos, en especial en los dos primeros en donde se requieren mayores cambios por encontrarse en un nivel insatisfactorio.

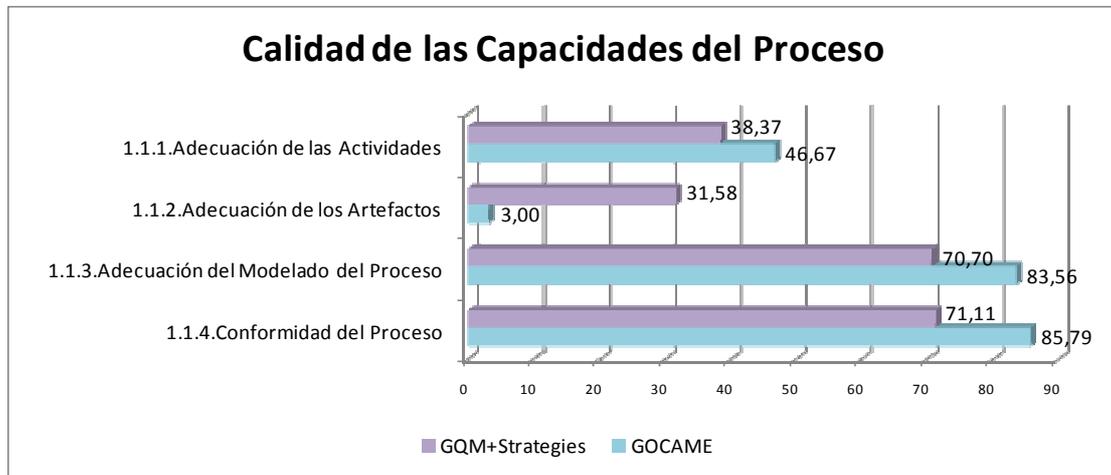


Figura 42. Gráfico que representa la calidad de las capacidades del proceso.

Concentrándonos en el concepto 1.1.1.Adecuación de las Actividades su primer atributo 1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades obtiene un valor de 31,91 para GOCAME y 24,75 para GQM*Strategies. Si recordamos el diseño de la métrica en la Tabla 17 y su valor medido en la Tabla 33 (según el valor medido de sus atributos relacionados) vemos que para ambas estrategias el total de actividades enunciadas es mucho mayor que la cantidad de actividades mínimamente descritas. Estos datos junto con la definición de los atributos involucrados nos permiten realizar una recomendación para su ulterior mejora. Se debe tener en cuenta que una actividad está descrita mínimamente cuando es una actividad enunciada y presenta de forma textual un objetivo específico y una descripción mientras que una actividad es enunciada cuando pertenece al proceso bajo análisis y su etiqueta tiene un único significado. Por lo que la recomendación es definir de forma textual el objetivo específico y descripción de cada una de sus actividades enunciadas.

El segundo atributo, que fue ilustrado previamente durante el desarrollo del estudio, denominado 1.1.1.2.Completitud de la Descripción de las Actividades, es 15,47 para GOCAME y 14,40 para GQM*Strategies. El diseño de la métrica (ecuación mostrada en la Tabla 19) y sus valores medidos (mostrados en Tabla 33 incluyendo el de sus métricas directas), nos ayuda a comprender las razones por la que el indicador elemental ranquea insatisfactoriamente, y nos permite realizar recomendaciones. Por ejemplo, la Completitud de la Descripción de las Actividades está en función de las actividades descritas (ya sean mínima, parcial o completamente descritas) versus las enunciadas. Se considera (por definición del atributo) que una actividad está descrita completamente cuando está enunciada y presenta de forma textual su objetivo específico, descripción, pre-condiciones, post-condiciones, entradas y salidas. De los datos arrojados en Tabla 33 para la métrica directa Número de Actividades Completamente Descriptas se concluye que ninguna de las estrategias evaluadas posee la descripción textual de los campos arriba indicados. Por lo que una recomendación de acción de mejora es definir una plantilla con dichos campos, para luego completar todas las descripciones. En este momento el lector puede apreciar que al cumplimentar esta recomendación estaría subsanada la recomendación perteneciente al atributo 1.1.1.1.

El tercer atributo denominado Granularidad del Proceso (1.1.1.3.) se encuentra, para ambas estrategias en un valor marginal. Por lo que en este caso la recomendación de mejora es que se aumente el nivel de granularidad del proceso mediante una mejor definición de actividades y tareas, donde estas últimas deberían ser lo más atómicas posibles. Se debe tener en cuenta que la métrica directa que cuantifica este atributo es subjetiva por lo cual depende del punto de vista del evaluador. El cuarto atributo

del concepto 1.1.1.Adecuación de las Actividades es 1.1.1.4.Formalidad de la Descripción de las Actividades. Para este atributo GOCAME posee el nivel de satisfacción máximo (100%) mientras que GQM⁺Strategies posee un nivel marginal (61,39%). La métrica indirecta que cuantifica este atributo está en función de la cantidad de actividades enunciadas que se encuentran formal o semi-formalmente descriptas. En el caso de GQM⁺Strategies posee 62 actividades formalmente descriptas de un total de 101 actividades enunciadas (ver Anexo D). Por lo que GQM⁺Strategies debería incluir en sus diagramas de procesos todas las actividades involucradas en la descripción de su proceso.

Para el último atributo, denominado 1.1.1.5.Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades, ambas entidades caen en un nivel marginal. Donde el valor del indicador es 0 para GOCAME y 17,82 para GQM⁺Strategies. Si analizamos su métrica indirecta vemos que la especificación de su función depende del valor de dos métricas directas: Número de Actividades con Rol Asignado y Número Total de Actividades Enunciadas. En este caso, si bien ambas estrategias están en un valor insatisfactorio la recomendación difiere según la estrategia. En el caso de GOCAME, como primera recomendación se le indica que debe definir los roles involucrados en la evaluación y sus respectivas incumbencias. Una vez definidos los roles solo bastaría asignar a cada actividad uno o más roles según las incumbencias definidas con anterioridad. En cambio en GQM⁺Strategies, existe la lista de roles y en su mayoría poseen sus incumbencias, sólo restaría asignar un rol a cada actividad. Los valores de los indicadores pertenecientes al concepto calculable 1.1.1.Adecuación de las Actividades son mostrados en la Figura 43.

El concepto calculable 1.1.2.Adecuación de los Artefactos está asociado a la Disponibilidad y Completitud de la Descripción de los Artefactos y a la Granularidad de los Artefactos. En donde se asoció un operador neutro pero se le brindó más importancia (peso) al atributo disponibilidad de la descripción (0,5) que a los otros dos y el atributo menos relevante fue el que representa la granularidad de los artefactos (0,1). La medición de estos atributos está en función de la cantidad de artefactos enunciados, la cantidad de artefactos que se encuentran mínima y completamente descriptos y la granularidad presentada en la descripción de los mismos (ver Anexo A para la definición de los atributos y Anexo B para la definición de la métricas). Tanto GOCAME como GQM⁺Strategies obtuvieron un valor insatisfactorio. En el caso de GOCAME (3%) posee 31 artefactos enunciados pero no posee ningún artefacto descripto, ni mínima ni completamente. Estos valores proveen la entrada a la función del método de cálculo de las métricas indirectas denominadas Grado de Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos y Grado de Completitud de la Descripción de los Artefactos produciendo un resultado de 0 en ambos valores. Y un valor “bajo” fue el obtenido para la métrica directa Grado de Granularidad de los Artefactos. Si se aplica el modelo elemental correspondiente se obtienen valores de indicadores 0, 0 y 30 respectivamente. Para el caso de GQM⁺Strategies se poseen 29 artefactos enunciados de los cuales 7 están completamente descriptos y 1 esta mínimamente descripto. A partir de estos valores se obtiene los valores finales de los indicadores elementales en 27,59, 26,96 y 70. Por lo que la primera recomendación sería definir una plantilla con los datos necesarios para describir un artefacto, son a saber: descripción, objetivo específico, actividad que lo insume y/o produce, para luego a partir de ella definir cada uno de los artefactos. Con respecto al nivel de granularidad GOCAME (30) se encuentra en un nivel más crítico que GQM⁺Strategies (70). Pero aún en esta situación la recomendación es válida para ambas estrategias si quieren obtener un nivel satisfactorio. Si recordamos la definición del atributo Granularidad de los Artefactos vemos que es averiguar el grado de detalle de los artefactos enunciados teniendo en cuenta su descomposición en sub-artefactos. Recordar que un artefacto puede ser de grano fino o grueso según la división de su estructura en sub artefactos. Por lo tanto, se debe tratar de descomponer –si es posible- cada artefacto en sub-artefactos sencillos y entendibles.

Por otra parte, para 1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso, observamos que para GOCAME la vistas de proceso funcional, informacional y de comportamiento se encuentran en un nivel satisfactorio (ver en Tabla 47, los atributos evaluados). Sin embargo, la vista organizacional está completamente ausente en esta estrategia, en tanto que para GQM⁺Strategies es 63,78%. Notar que en términos generales, una vista organizacional especifica qué agentes intervienen en la realización de qué actividades en cumplimiento de roles. Por lo tanto analizando las métricas de los tres atributos empleados, y las fortalezas

observadas en GQM⁺Strategies, nos puede guiar a la mejora de estos atributos para GOCAME. Igualmente esta recomendación también es válida para GQM⁺Strategies si es que se desea alcanzar un nivel de satisfacción mayor que marginal. La primera recomendación es igual a la dada para el atributo 1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades. Definir los roles involucrados en la evaluación y sus respectivas incumbencias para luego incluirlos –todos- dentro de un modelo de procesos modelado desde el punto de vista organizacional incluyendo las actividades y los roles que las llevan a cabo. Con respecto al atributo denominado 1.1.3.4.3. Granularidad de la Vista Organizacional, GQM⁺Strategies debería pensar en un modelado de su vista organizacional más detallado, es decir, con mayor nivel de granularidad. GOCAME para cumplir con esta recomendación en primer lugar debería definir el modelado de su proceso desde el punto de vista organizacional. Para un mayor detalle de las recomendaciones ver la Tabla 48.

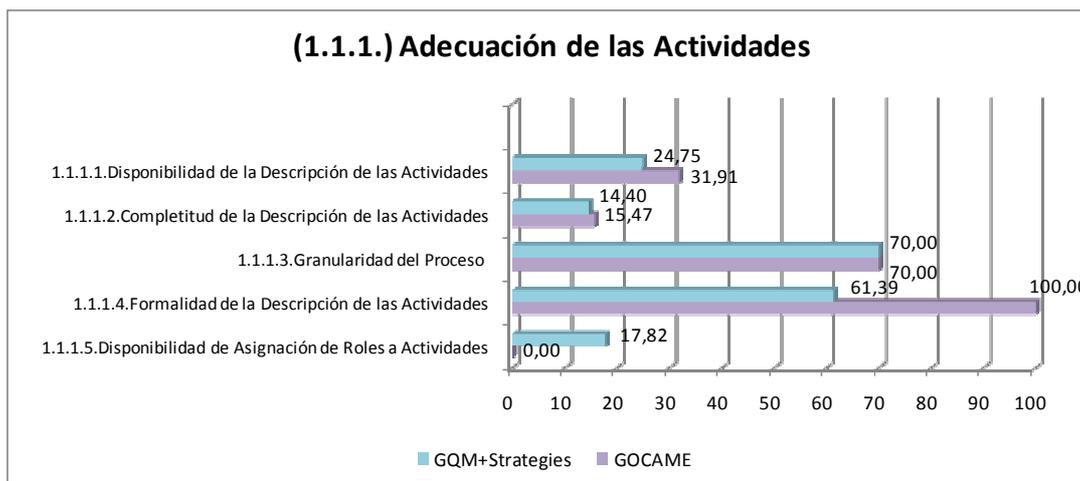


Figura 43. Nivel de satisfacción de la Adecuación de las Actividades.

Para finalizar con el análisis del concepto calculable 1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso se debe prestar atención a dos atributos relacionados al concepto 1.1.4. Conformidad del Proceso. Para GOCAME el valor del indicador parcial para esta última característica es satisfactorio (85,79) mientras que para GQM⁺Strategies es marginal (71,11) –ver Figura 42. Al analizar los valores de los indicadores elementales vemos que la recomendación se debe dirigir hacia el segundo atributo denominado 1.1.4.2. Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E. Esto es porque el primer atributo que se refiere a la conformidad del proceso con respecto a la terminología utilizada en la base conceptual se encuentra en un nivel satisfactorio para ambas estrategias. Si bien el indicador elemental para el atributo 1.1.4.2. se encuentra en un nivel marginal para GOCAME (50) y totalmente insatisfactorio para GQM⁺Strategies (0) vemos que no castigó demasiado al valor general de la característica superior. Esto se debe a que, si bien para su cálculo se utilizó un operador neutro (A), se le asignó un mayor peso al primer atributo (0.8) que al segundo (0.2). A partir de esto podemos recomendar que se debe analizar si el proceso descrito adhiere a un estándar internacional, ya sea parcial o totalmente. En caso de encontrar alguna correspondencia se lo debería indicar explícitamente dentro de la definición del proceso señalando cuál es el estándar al que se adhiere. Si no hubiera adherencia, la recomendación es que se debería reformular el proceso basándose en algunos de los estándares.

Si recordamos la Tabla 47 vemos que para *Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* (1.2), GOCAME está en el nivel satisfactorio (75,09), en tanto que GQM⁺Strategies cae al nivel insatisfactorio (35,82). En la Tabla 32 se observa que intervienen 5 atributos combinados a sub-características (adecuación del marco, adecuación de la base conceptual y conformidad del marco). En la Figura 44, se muestran los niveles de satisfacción para dichos conceptos. Por ejemplo, el atributo *Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual* (1.2.2.2.) se satisface el 100% para GOCAME. Teniendo en cuenta que una base conceptual puede ser, desde el punto de vista de su estructuración, una ontología, una taxonomía, un diccionario o

glosario, GOCAME emplea una ontología, en tanto que GQM⁺Strategies usa un glosario de términos. En este caso se recomendaría para GQM⁺Strategies estructurar los conceptos y relaciones encontradas entre ellos como una ontología siguiendo algunas de las metodologías propuestas para su creación, por ejemplo Methontology, tal cual se empleó en [MAR, 2004]. Tener en cuenta que el cumplimiento de este requerimiento está muy relacionado a otra recomendación que es poseer una base conceptual sólida con términos definidos y de ser posible obtenidos de estándares del área. En la Tabla 48 se da el conjunto de recomendaciones que deberían cumplir ambas estrategias y una posible secuencia en las que se podrían llevar a cabo.

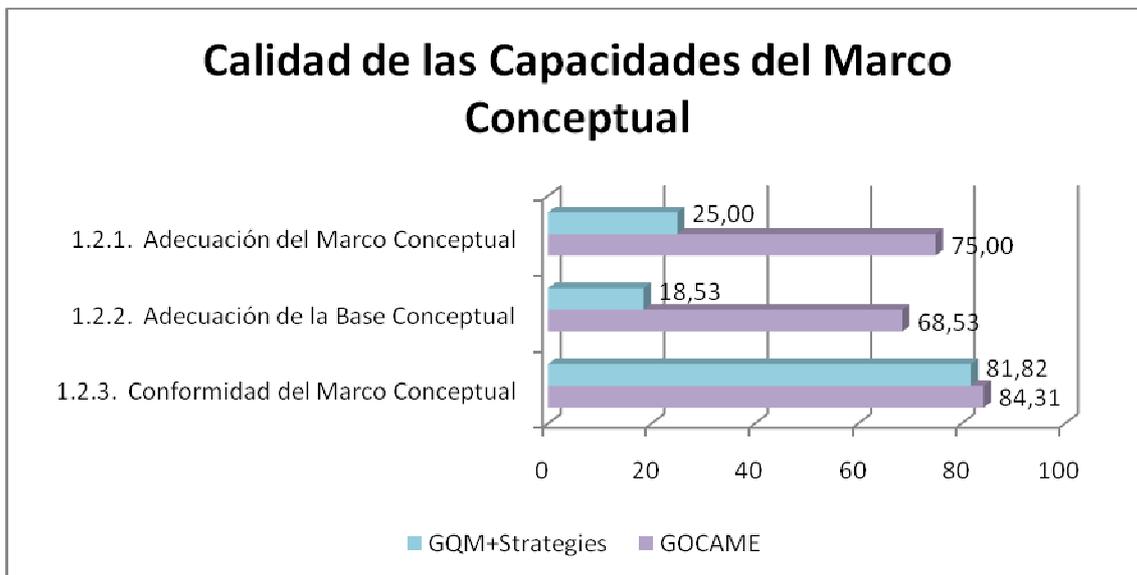


Figura 44. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.

Por último, con el concepto 1.3.Calidad de las Capacidades de la Metodología, se evaluó la adecuación y conformidad de la metodología. En la Figura 45, se muestran los niveles de satisfacción para dichos conceptos. Con respecto a la Adecuación de la Metodología existe una clara diferencia donde GOCAME posee un nivel satisfactorio (83,19) y GQM⁺Strategies un nivel marginal (51,88). Mientras que el nivel de satisfacción de la Conformidad de la Metodología posee un nivel marginal, en ambas estrategias. La diferencia surge de que no se constató la existencia de una herramienta que soporte a la metodología GQM⁺Strategies y a su vez su baja asignación de métodos a actividades. Por ejemplo, una recomendación para mejorar este pilar para GQM⁺Strategies es definir para cada una de las actividades enunciadas del proceso, uno o más métodos que la soporte y diseñar e implementar una herramienta que soporte todo lo posible a la metodología.

A continuación, en la Tabla 48, se presenta el conjunto de recomendaciones que debería seguir cada una de las estrategias si desea alcanzar niveles adecuados de satisfacción en estos tres requerimientos – proceso, base/marco conceptual y metodología. La tabla posee 4 columnas, donde la primera enuncia la recomendación, la segunda columna indica el código del atributo (según Tabla 14) que mejorará si se lleva a cabo la recomendación, y por último, las dos últimas columnas indican el nivel de urgencia del cambio para cada estrategia. El nivel de urgencia de cada cambio está dado por 3 categorías relacionadas a los criterios de decisión mencionados en la Tabla 28:

Urge cambio (UC), Debería cambiar (DC), y Sin necesidad de cambio (SC).

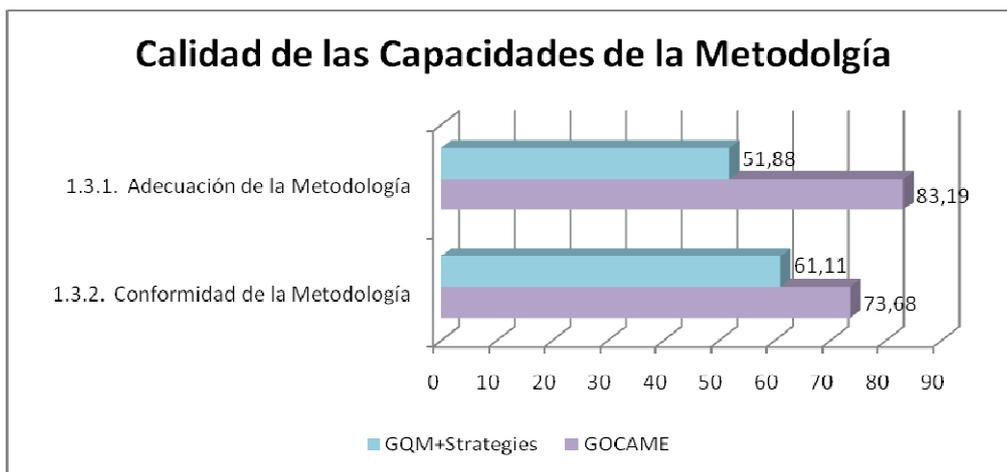


Figura 45. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades de la Metodología.

Recomendación	Atributo a mejorar	(1)	(2)
(Según código mostrado en la Tabla 14)			
Base Conceptual Terminológica			
Analizar los términos definidos en los estándares (ISO/IEC 15939, ISO/IEC 14598 y ISO/IEC 9126) y ver si se pueden utilizar en el contexto de la estrategia.	1.2.2.1	UC	UC
Realizar un análisis para determinar los conceptos utilizados en la descripción del proceso que son propios al vocabulario de la estrategia.	1.2.2.1	UC	UC
Enunciar todos los términos y definirlos según su significado en el contexto de la estrategia. En caso de que ya estén definidos en estándares indicar desde cual se tomó su significado. Siempre que sea posible utilizar términos definidos en estándares de medición y evaluación.	1.2.2.1	UC	UC
Enunciar sinónimos.	1.2.2.1	UC	UC
Estructurar los conceptos y relaciones encontradas entre ellos como una ontología. Seguir algunas de las metodologías propuestas para su creación, por ejemplo Methontology.	1.2.2.2	SC	UC
Marco Conceptual			
Dividir el marco conceptual en distintos módulos teniendo en cuenta la posibilidad de que los mismos permitan manejar proyectos, requerimientos no funcionales, medición, evaluación y análisis. De ser posible estos módulos podrían estar divididos, a su vez, en diseño e implementación.	1.2.1.1	DC	UC
Asociar a cada módulo los conceptos definidos en la base conceptual terminológica que se relacionan al mismo.	1.2.1.1 1.2.3.1	DC	UC

Definir el marco conceptual con los términos definidos y enunciados en la base conceptual.	1.2.3.1	SC	SC
Elegir un lenguaje de modelado formal que sea sintáctica y semánticamente bien formado para utilizar en el modelado del marco conceptual.	1.2.1.2	SC	DC
Modelar el marco conceptual con el lenguaje elegido.	1.2.1.2	SC	DC
<u>Proceso</u>			
Definir actividades y nombrarlas unívocamente.	1.1.1.1	DC	DC
	1.1.1.2		
Analizar cada una de las actividades del proceso para determinar si se pueden subdividir en varias actividades más atómicas.	1.1.1.3	DC	DC
Definir artefactos que se producen o consumen en las actividades del proceso y nombrarlos unívocamente.	1.1.2.1	UC	UC
Definir el conjunto de roles e incumbencias necesarios para llevar a cabo las actividades del proceso.	1.1.1.5	UC	DC
Definir una plantilla que permita la descripción de una actividad donde al menos conste los siguientes datos: objetivo específico, descripción, pre-condiciones, post-condiciones, entradas y salidas, rol/roles.	1.1.1.1	UC	UC
	1.1.1.2		
	1.1.1.5		
Describir cada una de las actividades y tareas enunciadas durante la descripción del proceso rellenando la plantilla.	1.1.1.1	UC	UC
	1.1.1.2		
	1.1.1.5		
Definir una plantilla que permita la descripción de un artefacto donde al menos conste los siguientes datos: descripción y/o objetivo específico, actividad que lo insume y/o produce.	1.1.2.1	UC	UC
Describir cada uno de los artefactos enunciados durante la descripción del proceso rellenando la plantilla.	1.1.2.1	UC	UC
Analizar cada uno de los artefactos del proceso para determinar si se pueden subdividir en varios sub-artefactos más atómicos y manejables desde el punto de vista de línea base en configuración.	1.1.2.3	UC	DC
Elegir un lenguaje de modelado formal que sea sintáctica y semánticamente bien formado para utilizarlo en el modelado del proceso. Recordar que este lenguaje debe ser adecuado para modelar el proceso desde el punto de vista funcional, informacional, de comportamiento y organizacional. En caso de que un sólo lenguaje de modelado no sea adecuado para todas las vistas definir la cantidad necesaria.	1.1.1.4	DC	DC
	1.1.3.1.1		
	1.1.3.2.1		
	1.1.3.3.1		

Modelar el proceso desde el punto de vista funcional. Tener en cuenta que se deben incluir todas las actividades enunciadas. Esta vista debe reflejar qué actividades se deben llevar a cabo y qué flujo de entidades de información (documentos, productos, etc.) es importante para realizar las actividades. Incluir todas las actividades enunciadas.	1.1.1.4 1.1.3.1.1	SC	SC
Analizar los modelos de la vista funcional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en sub-vistas.	1.1.3.1.3	DC	DC
Modelar el proceso desde el punto de vista informacional. Tener en cuenta que se deben incluir todos los artefactos enunciados. Esta vista debe reflejar artefactos producidos o requeridos por las actividades (o procesos), la estructura de los artefactos y sus interrelaciones, y las estrategias de administración de cambios de artefactos y seguimiento de los mismos.	1.1.3.2.1 1.1.3.2.2	SC	DC
Analizar los modelos de la vista informacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en sub-vistas.	1.1.3.2.3	UC	UC
Modelar el proceso desde el punto de vista de comportamiento. Tener en cuenta que se deben incluir todas las actividades enunciadas. Esta vista debe reflejar cuándo y cómo deben ejecutarse las actividades, lo cual incluye identificar secuencias, paralelismos, sincronización, iteraciones, etc., y bajo qué condiciones son realizadas las actividades.	1.1.3.3.1 1.1.3.3.2	SC	DC
Analizar los modelos de la vista de comportamiento para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en sub-vistas.	1.1.3.3.3	DC	UC
Modelar el proceso desde el punto de vista organizacional. Tener en cuenta que se deben incluir todas las actividades y roles enunciados. Esta vista debe reflejar dónde y quiénes son los agentes que intervienen en la realización de qué actividades en cumplimiento de roles, como así también qué estrategias de comunicación y dinámica de grupos se aplican.	1.1.3.4.1 1.1.3.4.2	UC	UC
Analizar los modelos de la vista organizacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en sub-vistas.	1.1.3.4.3	UC	UC
Describir el proceso utilizado por la estrategia utilizando, tanto como sea posible, los conceptos enunciados y definidos en la base conceptual terminológica.	1.1.4.1	SC	SC
Analizar si el proceso descrito adhiere a un estándar internacional, ya sea parcial o totalmente. En caso de encontrar alguna correspondencia indicarlo explícitamente dentro de la definición del proceso señalando cual es el estándar al que se adhiere.	1.1.4.2	DC	UC

Metodología

Describir una metodología para seguir al momento de poner en marcha un proyecto de medición y evaluación. Describir la metodología utilizando, tanto como sea posible, los conceptos enunciados y definidos en la base conceptual terminológica.	1.3.1.1 1.3.2.1	SC	UC
Definir para cada una de las actividades enunciadas del proceso uno o más métodos que la soporte.	1.3.1.2	SC	UC
Analizar qué partes de la metodología puede ser soportada por una herramienta.	1.3.1.3	DC	UC
Definir requerimientos funcionales y no funcionales necesarios en una herramienta que automatice la metodología.	1.3.1.3	DC	SC
Diseñar e implementar la herramienta.	1.3.1.3	DC	UC
Dejar constancia de la existencia de la herramienta en la bibliografía.	1.3.1.3	DC	UC

Tabla 48. Tabla de recomendaciones. La leyendas (1) y (2) representan la urgencia de cambio para GOCAME y GQM⁺Strategies, respectivamente. Los valores (UC), (DC), y (SC) significan Urge cambio, Debería cambiar y Sin necesidad de cambio, respectivamente.

Para finalizar, si se analiza el estudio comparativo como un todo, se puede concluir que:

Para que GOCAME logre el nivel de satisfacción requerido, es decir superior al 75%, debería prestar especial atención a la mejora inmediata de los atributos pertenecientes al concepto de Calidad de las Capacidades del Proceso. Esta mejora puede llevarse a cabo de diferentes formas pero tratando de perfeccionar algunos de estos aspectos: la cantidad de actividades que poseen un rol asignado, la descripción y completitud de los artefactos involucrados en su proceso y, por último, el modelado de su vista organizacional. Sin duda, no debe dejar o descuidar el resto de los aspectos conceptuales y metodológicos debido a que su nivel satisfactorio está muy al límite del nivel de satisfacción pretendido.

Para que GQM⁺Strategies logre el nivel de satisfacción requerido, es decir superior al 75%, debería prestar atención a la mejora de la mayoría los atributos pertenecientes a los conceptos de Calidad de las Capacidades del Proceso, del Marco Conceptual y de la Metodología. Para mejorar el nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Proceso se debe tratar de perfeccionar, en especial, algunos de estos aspectos: la descripción, completitud y asignación de roles de las actividades, la descripción y completitud de los artefactos, como así también, mejorar la completitud y granularidad del modelado de las distintas vistas del proceso. Con respecto a la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual se debe tratar de perfeccionar todos los aspectos evaluados excepto la formalidad del modelado del marco conceptual y la conformidad del marco conceptual a la terminología de la base conceptual. Para mejorar el nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades de la Metodología se debería prestar especial atención en la asignación explícita de métodos a actividades, como así también, la utilización y documentación de una herramienta.

7.2. Resumen de debilidades y fortalezas en GOCAME

La estrategia integrada de M&E GOCAME ha sido producto de la constante investigación de un grupo de I+D preocupados por la creciente demanda de aplicaciones software/web y sus altos requerimientos de calidad. La investigación comenzó hace doce años planteando una metodología de medición y evaluación [OLS, 2000] y con el correr del tiempo se fue transformando en lo que hoy conocemos como GOCAME. Su

evolución fue gradual y sostenida. Incluso parte del objetivo de este estudio es encontrar características importantes y útiles de otras estrategias para incluirlas en GOCAME, con el fin de robustecerla.

En principio, GOCAME cumple con los tres pilares evaluados en este estudio. Uno de ellos, como es el caso de la Calidad de las Capacidades del Proceso, se cumple en menor medida, pero aun así está en un nivel marginal de cumplimiento. Por lo que se pueden encontrar fácilmente fortalezas de esta estrategia.

Una de las ventajas es su base ontológica la cual permite la definición clara y precisa de todos los términos y relaciones necesarios para la comprensión de la estrategia en su totalidad. Característica importante al momento de su divulgación, aprendizaje y aplicación. A partir de las definiciones especificadas en la ontología de métricas e indicadores [MAR, 2004] se construyó el marco conceptual. Este marco conceptual está modularizado según las principales actividades que se deben llevar a cabo en todo proyecto de M&E: Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales, Especificación del Contexto, Diseño y Ejecución de la Medición, Diseño y Ejecución de la Evaluación, y, Análisis y Recomendación. Esta modularización permite al evaluador o a los integrantes del equipo de Aseguramiento de Calidad comprender en detalle cada aspecto de la estrategia sin perderse en el modelado conceptual total. Por otro lado, la existencia del marco conceptual ayuda a la puesta en marcha de un proyecto de M&E debido a que la organización no tiene que empezar de cero cada vez, como así también, facilita el diseño e implementación de distintas herramientas de soporte a la estrategia. El marco conceptual está modelado en el lenguaje UML.

Por otro lado, su proceso está definido formalmente y con un nivel de completitud bastante alto desde los tres puntos de vistas discutidos: Funcional, Informacional y de Comportamiento. De estas tres perspectivas, la más desarrollada es la Funcional pero existe una investigación en curso, que dará lugar a una tesis doctoral, donde se pretende definir con más rigor las distintas vistas y con mayor nivel de granularidad. La definición formal del proceso fue realizada por [BEC, 2010] usando diagramas de actividad de UML 2 y SPEM 2.0 Profile [OMG-SPEM, 2002], un lenguaje flexible y robusto que permite un modelado amplio de todos los procesos y sus vistas.

La propuesta GOCAME se apega a los estándares de medición y evaluación de la ISO proporcionando una visión integrada de ambos, no sólo desde el punto de vista de las actividades que componen los procesos sino también desde el punto de vista de los términos empleados.

También es digno de destacar la correspondencia existente entre la base conceptual y el marco conceptual, lo que evidencia un trabajo sistemático y consistente.

Otra fortaleza de la estrategia es su adaptabilidad para llevar a cabo estudios de medición y evaluación en otros dominios y con diversas categorías de entes; es decir, no sólo un recurso como el presentado en esta tesis sino también con productos y procesos.

Cabe destacar que recientemente se concluyó una tesis doctoral donde se presenta un enfoque y una herramienta que permite la recomendación del mejor árbol de requerimientos y sus correspondientes métricas a partir del uso de una memoria organizacional basada en casos [MAR, 2011]. Esto le brinda una gran flexibilidad al momento de encarar un nuevo proyecto de M&E y permite que el conocimiento implícito presente en los empleados de la organización sea capitalizado por la misma.

De este modo, expusimos las fortalezas que encontramos en la estrategia GOCAME. A continuación resumimos sus debilidades.

Las debilidades principalmente están en el pilar de la calidad de las capacidades del proceso debido a que carece de una descripción de actividades con cierto grado de completitud. A esto se le suma que

GOCAME no posee roles definidos, por lo tanto, tampoco posee asignación de roles a actividades. Este déficit puede resultar en un mayor esfuerzo de comprensión a realizar por parte del usuario de la estrategia al momento de poner en marcha un proyecto de medición y evaluación.

Los artefactos del proceso, se encuentran en una situación similar a las actividades, pero en un nivel más crítico. Directamente los artefactos no están descriptos.

Con respecto al modelado de las distintas vistas del proceso, carece de la vista organizacional, y el nivel de granularidad de las vistas restantes se encuentra en el límite de lo requerido.

Si bien la base conceptual está basada en los estándares de medición y evaluación de la ISO, lo hace a un nivel parcial, sólo concuerda en aquellos términos más importantes del dominio (atributo, entidad, indicador, etc.).

Otro aspecto a mejorar es el módulo de recomendaciones, donde se deben definir con más precisión la terminología y las posibles técnicas o métodos a utilizar. Se debe definir y modelar el proceso incrementando su granularidad. A su vez, todo esto se debería integrar a C-INCAMI Tool, permitiendo un soporte más eficiente y robusto al análisis de datos obtenido de las evaluaciones y a la toma de decisiones en los procesos de recomendación brindando un informe claro y conciso que guíe al responsable del área de calidad en la arduas tareas que involucra el aseguramiento de la calidad de los procesos y productos de la organización.

GOCAME está enfocada a nivel de proyecto sin enlazar los objetivos del negocio más allá de la determinación de la necesidad de información que puede surgir desde una inquietud de la organización o de un proyecto en particular.

Por último, es necesario que el uso de GOCAME trascienda los límites académicos y comience a ser utilizado en ambientes industriales desde los cuales se provean evidencias de sus beneficios como así también, parámetros que permitan evaluar el costo/beneficio de su aplicación. En [LEW, 2011] se presenta una estrategia (SIQinU –Strategy for understanding and improving Quality in Use) que se alinea con GOCAME y que presenta resultados de un caso de estudio en una organización real.

7.3. Resumen de debilidades y fortalezas en GQM⁺Strategies

Una de las principales fortalezas de GQM⁺Strategies es que se basa en el enfoque GQM que surgió hace casi treinta años en el ámbito de I+D y que se fue perfeccionando con su uso. GQM posee una amplia utilización por parte de la industria, varias líneas de investigación que lo fueron ampliando y mejorando – incluso combinándolo con otras técnicas, y existe mucha bibliografía que registra su utilización junto con los beneficios obtenidos.

El enfoque GQM⁺Strategies está registrado lo que le otorga una formalidad mayor al momento de elegir una estrategia de M&E.

GQM⁺Strategies se enfoca a nivel organizacional, alineando los objetivos de la organización con los objetivos de medición sin tener una restricción en la cantidad de niveles que se pueden utilizar. Cada organización acomoda la cantidad de niveles a su estructura, lo que permite una amplia adaptabilidad del enfoque a cualquier organización.

Con respecto a los pilares evaluados, en la calidad del proceso y de la metodología se encuentra en un nivel marginal. Posee modelado su proceso desde todas las vistas requeridas, destacándose en el modelado su vista organizacional y además posee un valor de indicador destacado en la granularidad de sus artefactos. En el pilar de la calidad de la metodología posee una metodología definida y está descripta utilizando términos de su base conceptual.

Como se desprende de la literatura publicada por los autores, esta investigación no fue pensada en su inicio como algo integral sino que se fue desarrollando a medida que crecía su uso tanto en la academia como en la industria. Desde el punto de vista de recolección de datos, esto trae el inconveniente de que no existe documentación integrada donde se muestren todos los aspectos de la estrategia, es decir, modelos, glosarios, metodología, etc. Los documentos más recientes que tratan de GQM⁺Strategies hacen hincapié en el proceso y base conceptual de la “parte superior del enfoque”, esto es el enlace de los objetivos organizacionales a los objetivos de la medición u operacionales. Mientras que los documentos más antiguos, describen la “parte inferior del enfoque” donde constan la base conceptual y proceso de la definición de objetivos, preguntas y métricas, es decir el enfoque GQM. Este problema conlleva a que las definiciones de sus términos relevantes queden algunas veces ambiguos o confusos; un ejemplo de esto fue dado en la Tabla 10. Sumado a este problema, no existe una tabla de sinónimos que pueda ayudar al lector en el entendimiento del enfoque como un todo.



PARTE IV: CONCLUSION

Capítulo 8: Conclusiones y Trabajos Futuros

En esta tesis se ha argumentado que una estrategia integrada de M&E debe estar basada en tres principios o fundamentos, a saber: una especificación explícita y formal de un proceso de M&E; un modelo conceptual que defina todos los términos, propiedades y relaciones del dominio, que a su vez se agrupen en módulos o componentes; y un soporte metodológico y tecnológico, en el que métodos y herramientas se puedan instanciar a partir del proceso y componentes del marco conceptual. La integración de estos tres pilares o capacidades permitirá una robusta implantación de programas y proyectos de M&E en una organización, facilitando el análisis, comparación y justificación de los resultados de un modo consistente, y por ende la mejora en la toma de decisiones (capítulos 1 y 2).

Existen muchas propuestas publicadas en el área de M&E, como se discutió en la sección de trabajos relacionados, sin embargo ninguno de ellos considera la necesidad de una estrategia integrada basada en esos tres pilares (sección 2.1.). Con el fin de comprender y ulteriormente mejorar este recurso es necesario realizar un estudio comparativo que permita un análisis de debilidades y fortalezas de las estrategias existentes teniendo en cuenta la calidad de sus capacidades. Conforme a la búsqueda sistemática de literatura que hemos efectuado, no existen al presente trabajos relacionados que traten con la evaluación de la calidad de las capacidades de estrategias integradas de M&E, basadas en esos tres fundamentos.

Por otra parte, en este trabajo se detalló el diseño e implementación (capítulos 5 y 6) de la medición y evaluación que permite comparar estrategias integradas de medición y evaluación para obtener fortalezas y debilidades con el fin de realizar recomendaciones para ulteriores mejoras. La especificación de los requerimientos no funcionales y en definitiva la evaluación se basó en las características, sub-características y atributos relacionadas a la calidad de las tres capacidades antes fundamentadas.

Para una mejor comprensión del desarrollo de este trabajo, se presentaron previamente (capítulo 3), los conceptos necesarios para entender y diseñar la evaluación; luego se ilustraron las estrategias evaluadas (capítulo 4) teniendo en cuenta para cada una aspectos de los tres pilares y por último se detalló el diseño e implementación de la evaluación con sus correspondientes recomendaciones de mejora (capítulos 5, 6 y 7, y anexos).

Para una mejor síntesis de las conclusiones de esta tesis, a continuación se analizan los resultados obtenidos teniendo en cuenta las principales contribuciones realizadas, a saber:

i) el diseño de un estudio comparativo de estrategias integradas de M&E existentes, considerando a una estrategia como a un ente de tipo recurso, desde el punto de vista de la categoría de entidad, y teniendo como foco de evaluación a la calidad de las capacidades;

ii) implementar el estudio con el fin de analizar y brindar conclusiones/recomendaciones a partir de fortalezas y debilidades detectadas, siendo el objetivo ulterior establecer cursos de acción para la mejora de GOCAME.

Respecto de la primera contribución, esta tesis ilustró la fase de diseño del estudio comparativo, incluyendo los requerimientos no funcionales, la medición y la evaluación para el foco que hemos denominado calidad de las capacidades. También, se seleccionaron las dos estrategias integradas (GOCAME y GQM+Strategies) como entes concretos a evaluar. Se estableció claramente qué se entiende por estrategias integradas de M&E que satisfagan simultáneamente los tres criterios o capacidades (modelo conceptual, proceso, método/herramienta), entre otros criterios de selección; se dió un panorama de ambas estrategias, y se justificó el por qué otros métodos, enfoques o estrategias no fueron seleccionadas para el presente estudio.

Considerando la segunda contribución, se llevó a cabo, entre setiembre y diciembre del 2010, la recolección de datos a partir de la especificación de las métricas teniendo en cuenta el material publicado y accesible referente a ambas estrategias de M&E, el cálculo de los indicadores y el análisis de los resultados. En la Tabla 42 y secciones 7.2 y 7.3. se resumieron algunas conclusiones y recomendaciones a partir de fortalezas y debilidades detectadas.

El nivel de satisfacción alcanzado para el indicador global de la calidad de las capacidades ha resultado marginal para GOCAME (66,48%) e insatisfactorio para GQM+Strategies (45,89%). Observando con mayor detalle los valores de los indicadores parciales y elementales de las tres capacidades evaluadas en ambas estrategias, se puede concluir que existen varias fortalezas como así también debilidades. Estas oportunidades de mejora detectadas para GOCAME (ya surgidas tanto del análisis de las fortalezas específicas de GQM+Strategies como de los requerimientos no-funcionales insatisfechos para GOCAME) es motivo de una línea actual de investigación para robustecer a nuestra estrategia (que era el objetivo final del presente trabajo). Otra línea futura de trabajo es ampliar el alcance de GOCAME para que soporte objetivos de M&E a distintos niveles organizacionales, tal cual lo hace GQM+Strategies.

Referencias

- [ABR, 2003]** Abran A., Sellami A., Suryan W., "Metrology, measurement and metrics in software engineering.", In Proceedings of the 9th International Symposium on Software Metrics (METRICS '03). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA, 2003.
- [ACU, 2001]** Acuña S., Ferré X., "Software Process Modelling.", ISAS-SCI, Orlando, Florida, USA, IIS, ISBN 980-07-7541-2, 2001.
- [ACU, 2005]** Acuña S., Juristo N., Merona A., Mon A., "A Software Process Model Handbook for Incorporating People's Capabilities.", Springer, ISBN 0387244328, 2005.
- [ANT, 2002]** Antony J., Banuelas Coronado R., "Design for Six Sigma.", Manufacturing Engineer, vol.81, no.1, pp. 24-26, 2002.
- [ANT, 2004]** Antony J., Foutris F., Banuelas R., Thomas A., "Using Six Sigma.", Manufacturing Engineer, vol. 83, no.1, pp. 10- 12, 2004.
- [BAF, 2006]** Baffini M., Rivera M.B., Olsina L., "Sistema Colaborativo de Revisión de Métricas.", 3th Engineering Workshop of Software Engineering and Data Bases, XII CACIC, San Luis, Argentina, 2006.
- [BAS, 1988]** Basili V., Rombach H. D. "The TAME Project: Towards Improvement-Oriented Software Environments." IEEE Transactions on Software Engineering, SE-14(6), pp. 758-773, 1988.
- [BAS, 1994]** Basili V. R., Caldiera G. and Rombach H. D., "Goal Question Metric Paradigm.", In John J. Marciniak (Ed.), Encyclopedia of Software Engineering, vol. 1, pp. 528–532, John Wiley & Sons, 1994.
- [BAS, 2007]** Basili V.R., Heidrich J., Lindvall M., Münch J., Regardie M., Rombach H.D., Seaman C.B., Trendowicz A., "GQM strategies®: A comprehensive methodology for aligning business strategies with software". MetriKon 2007. pp. 253-266. Kaiserslautern, Germany, 2007.
- [BAS, 2007-1]** Basili V., Heidrich J., Lindvall M., Münch J., Regardie M., Rombach D., Seaman C., Trendowicz A., "Bridging the Gap between Business Strategy and Software Development.", Proc. Int'l Conf. Information Systems, Association for Information Systems Electronic Library, Montreal, 2007.
- [BAS, 2009]** Basili V., Heidrich J., Lindvall M., Münch J., Seaman C., Regardie M., Trendowicz A., "Determining the impact of business strategies using principles from goal-oriented measurement.", Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2009, Austria, pp 1–10, 2009.
- [BAS, 2010]** Basili V.R., Lindvall M., Regardie M., Seaman C., Heidrich J., Jurgen M., Rombach D., Trendowicz A., "Linking Software Development and Business Strategy through Measurement", IEEE Computer, 43(4), pp. 57–65, 2010.

-
- [BEC, 2009]** Becker, P., "Modelado de Proceso para el Marco de Medición y Evaluación C-INCAMI.", Tesis de Ingeniería en Sistemas en la Facultad de Ingeniería de la UNLPam, La Pampa, 2009.
- [BEC, 2010]** Becker P., Molina H., Olsina L., "Measurement and evaluation as a quality driver.", *Ingénierie des Systèmes d'Information*, VOL 15/6, pp.33-62, 2010.
- [BEC, 2010-1]** Becker P., Olsina L., "Towards Support Processes for Web Projects." Chapter in Springer book: *Current Trends in Web Engineering*, Daniel, Facca (Eds), pp. 102- 113, 2010.
- [BEN, 1996]** Benjamins V.R.; Gomez-Perez A., "Knowledge-System Technology: Ontologies and Problem-Solving Methods". Disponible en <http://www.swi.psy.uva.nl/ usr/richard/pdf/kais.pdf>, 1996.
- [BOO, 1999]** Booch G., Rumbaugh J., Jacobson I., "El lenguaje unificado de modelado.", Addison Wesley Iberoamericana, ISBN: 84-7829-028-1, Madrid, 1999.
- [BOR, 1997]** Borst W. N., "Construction of Engineering Ontologies.", University of Twente, Enschede, PhD thesis, 1997.
- [BRI, 1996]** Briand L.C., Differding C. M., Rombach H.D., "Practical guidelines for measurement based process improvement.", ISERN Report 96-05, 1996.
- [BRI, 2002]** Briand L.C., Morasca S., Basili V.R., "An operational process for goal-driven definition of measures.", 28(12), pp. 1106-1125, 2002.
- [CMMI, 2006]** CMMI Product Team, Version 1.2. -, SEI, USA, 2006.
- [CUR, 1992]** Curtis B., Kellner M., Over J., "Process Modelling.", *Communications of the ACM* 35, 9 pp. 75-90, 1992.
- [DIF, 1996]** Differding C., Hoisl B., Lott C. M., "Technology Package for the Goal Question Metric Paradigm.", Internal Report 281/96, AG Software Engineering, Kaiserslautern, 1996.
- [DUJ, 1996]** Dujmovic J. J., "A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems.", 22nd Int'l Conference for the Resource Management and Performance Evaluation of Enterprise. CS. CMG 96 Proceedings, (1), pp. 368-378. 1996.
- [EST, 2003]** Esteban N., Olsina L., "Hacia un Catálogo de Actividades para el Desarrollo de Sitios y Aplicaciones Web.", En *Proceedings del VI Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes Software (IDEAS)*, Asunción, Paraguay, 2003.
- [FEN, 1997]** Fenton N.E., Pfleeger S.L., "Software metrics: a rigorous and practical approach.", PWS Publishing Company, 2nd Ed., Boston, ISBN 0-53495425-1, 1997.
- [FIN, 1994]** Finkelstein A., Kramer J., Nuseibeh B., "Software Process Modelling and Technology.", Research Studies Press, 1994.
- [FUG, 1998]** Fuggetta A., Lavazza L., Morasca S., Cinti S., Oldano G., Orazi E., "Applying GQM in an industrial software factory.", *ACM Transactions on Software Engineering and Methodology*, vol. 7, issue 4, 1998.

-
- [FUG, 2000]** Fuggeta A., "Software Process: a roadmap.", International Conference on Software Engineering (ICSE), Limerick, Ireland: ACM, pp. 25-34, - ISBN:1-58113-253-0, 2000.
- [GAR, 2004]** García F., Ruiz F., Bertoa M.F., Calero C., Genero M., Olsina L., Martín M., Quer C., Condori N., Abrahao S., Vallecillo A., Piattini M., "An ontology for software measurement.", Computer Science Department; University of Castilla-La Mancha, Spain, Technical Report UCLM DIAB-04-02-2, 2004.
- [GAR, 2006]** García F., Bertoa M.F., Calero C., Vallecillo A., Ruiz F., Piattini M., Genero M., "Towards a consistent terminology for software measurement.", *Information & Software Technology*, 48(8):631–644, 2006.
- [GEN, 2010]** Genero M., Torre D., Blasco B., Piattini M., Rodríguez M., "CQA-Meth: una Metodología para la Evaluación de la Calidad de los Modelos Software.", , ASSE'10, Simposio Argentino de Ingeniería de Software (39 JAIIO), pp. 309-322, 2010.
- [GOE, 2001]** Goethert W., Hayes W., "Experiences in Implementing Measurement Programs.", Software Engineering Measurement and Analysis Initiative, Technical Note CMU/SEI-2001-TN-026, 2001.
- [GOE, 2003]** Goethert W., Fisher M., "Deriving Enterprise-Based Measures Using the Balanced Scorecard and Goal-Driven Measurement Techniques.", Software Engineering Measurement and Analysis Initiative, CMU/SEI-2003-TN-024, 2003.
- [GOE, 2004]** Goethert W., Sivi J., "Applications of the Indicator Template for Measurement and Analysis.", Software Engineering Measurement and Analysis Initiative, Technical Note CMU/SEI-2004-TN-024, 2004.
- [GOO, 1993]** Goodman P., "Practical implementation of software metrics.", London, MacGraw-Hill, 1993.
- [GRE, 1995]** Gresse C., Hoisl B., Wüst J., "A process model for GQM-based measuremet.", Technical report STTIKL, 1995.
- [GRU, 1993]** Gruber T. R. , "A translation approach to portable ontology specifications". *Knowledge Acquisition*, vol. 5, pp. 199–220, 1993.
- [GRU, 1995]** Gruber, T. "Towards Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing". *International Journal of Human-Computer Studies*, 43(5/6), pp. 907-928, 1995.
- [GUB, 1989]** Guba E. G., Lincoln Y. S., "Fourth Generation Evaluation.", Sage Publications, 1989.
- [HON, 2008]** Hongbo Wang, "A Review of Six Sigma Approach: Methodology, Implementation and Future Research.", *WiCOM '08, Wireless Communications, Networking and Mobile Computing*, 2008.
- [ISA, 2007]** ISACA, "Control Objectives for Information and related Technology (COBIT®)", retrieved 04/12/2007, from www.isaca.org.
- [ISO/IEC Guide 99, 2007]** ISO/IEC Guide 99, "International vocabulary of metrology -- Basic and general concepts and associated terms (VIM)", International Organization for Standardization, 2007.
- [ISO/IEC 9126-1, 2001]** ISO/IEC 9126-1, "ISO/IEC 9126-1:2001 Software engineering — Product quality — Part 1: Quality model", International Organization for Standardization, 2001.

[ISO/IEC TR 9126-2, 2003] ISO/IEC 9126-2, “ISO/IEC TR 9126-2:2003 - Software engineering -- Product quality -- Part 2: External metrics”, International Organization for Standardization, 2003.

[ISO/IEC TR 9126-3, 2003] ISO/IEC 9126-3, “ISO/IEC TR 9126-3:2003 - Software engineering -- Product quality -- Part 3: Internal metrics”, International Organization for Standardization, 2003.

[ISO/IEC TR 9126-4, 2004] ISO/IEC 9126-4, “ISO/IEC TR 9126-4:2004 - Software engineering -- Product quality -- Part 4: Quality in use metrics”, International Organization for Standardization, 2004.

[ISO/IEC 12207, 2008] ISO/IEC 12207, “ Systems and software engineering -- Software life cycle processes”, International Organization for Standardization, 2008.

[ISO/IEC 14598-1, 1999] ISO/IEC 14598-1, “Information technology – Software product evaluation - Part 1: General overview”, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1999.

[ISO/IEC 14598-2, 2000] ISO/IEC 14598-2, “Software engineering -- Product evaluation -- Part 2: Planning and management”, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2000.

[ISO/IEC 14598-3, 2000] ISO/IEC 14598-3, “Software engineering -- Product evaluation -- Part 3: Process for developers”, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2000.

[ISO/IEC 14598-4, 1999] ISO/IEC 14598-4, “Software engineering -- Product evaluation -- Part 4: Process for acquirers”, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1999.

[ISO/IEC 14598-5, 1999] ISO/IEC 14598-5, “Information technology - Software product evaluation - Part 5: Process for evaluators”, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 1999.

[ISO/IEC 14598-6, 2001] ISO/IEC 14598-6, “Software engineering - Product evaluation - Part 6: Documentation of evaluation modules”, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2001.

[ISO/IEC 15504-2, 2003] ISO/IEC 15504-2: 2003, “Information technology -Process assessment - Part 2: Performing an assessment”, International Organization for Standardization, Geneva, Switzerland, 2003.

[ISO/IEC 15939, 2007] ISO/IEC 15939, “Systems and software engineering -- Measurement process”, Geneva, Switzerland, 2007.

[ISO/IEC 25000, 2005] ISO/IEC 25000, Software Engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SquaRE, 2005.

[ISO/IEC 90003, 2004] ISO, ISO/IEC 90003, Software and Systems Engineering - Guidelines for the Application of ISO/IEC 9001:2000 to Computer Software, International Standards Organization, Geneva, Switzerland, 2004b.

[KAN, 2002] Kan, S. H., “Metrics and Models in Software Quality Engineering.”, Addison-Wesley Professional, 2nd Ed., ISBN 0-201-72915-6, 2002.

[KAP, 1996] Kaplan R. S., Norton D.P., “The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action.”, Harvard Business School Press, 1996.

-
- [KIT, 2001]** Kitchenham B.A., Hughes R.T., Linkman S.G., "Modeling Software Measurement Data.", IEEE Transactions on Software Engineering, (27):9, pp. 788-804, 2001.
- [LAF, 2000]** Lafuente G. J., "Automatizando métricas en la web.", Tesis de Licenciatura en Sistemas de Información, UNLu, Lujan, 2000.
- [LAT, 1998]** Van Latum F., Van Solingen R., Oivo M., Hoisl B., Rombach D., Ruhe G., "Adopting GQM based measurement in an industrial environment.", Software, IEEE, vol. 15, nro.1, pp. 78 -86, ISSN: 0740-7459, 1998.
- [LAV, 2000]** Lavazza L., "Providing Automated Support for the GQM Measurement Process.", IEEE Software, vol. 17, issue 3, IEEE Computer Society Press Los Alamitos, USA, 2000.
- [LEW, 2011]** Lew P., Olsina L., "Instantiating Web Quality Models in a Purposeful Way", In: LNCS 6757, Springer, Web Engineering, 11th Int'l Conference on Web Engineering (ICWE2011), Auer, Díaz & Papadopoulos (Eds.), Paphos, Cyprus, pp. 214-229, 2011.
- [MAN, 2010]** Mandić V., Basili V., Harjumaa L., Oivo M., Markkula J., "Utilizing GQM+Strategies for business value analysis: an approach for evaluating business goals.", ESEM '10: Proceedings of the 2010 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement, ISBN:978-1-4503-0039-1, pp. 1-10, 2010.
- [MAN, 2010-1]** Mandić V., Harjumaa L., Markkula J., Oivo M., "Early Empirical Assessment of the Practical Value of GQM+Strategies.", Lecture Notes in Computer Science, V. 6195, New Modeling Concepts for Today's Software Processes, Eds. Münch, Jürgen and Yang, Ye and Schäfer, Wilhelm. Springer Berlin / Heidelberg, pp. 14-25, 2010.
- [MAR, 2004]** Martín, María de los Angeles, "Sistema de Catalogación de Metricas e Indicadores con Potencia de Web Semantica.", Tesis de Maestría en Ingeniería de Software, UNLP, La Plata, 2004.
- [MAR, 2011]** Martín, María de los Angeles, "Memoria Organizacional Basada en Ontologías y Casos para un Sistema de Recomendación en Aseguramiento de Calidad", Tesis de Doctorado en Ciencias Informáticas, UNLP, La Plata, 2011.
- [MCC, 1995]** McChesney I. R., "Toward a classification scheme for software process modelling approaches.", Information and Software Technology, vol. 37, pp. 363-374, Número 7, 1995.
- [MCG, 2001]** MCGarry J., Card D., Jones C., Layman B., Clark E., Dean J., Hall F., "Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers.", Addison-Wesley Professional, 2001.
- [MOL, 2005]** Molina, H. D., "Soporte al proceso de medición para el aseguramiento de calidad en proyectos de software y web.", Tesis de Licenciatura en Sistemas de Información, UNLu, Lujan, 2005.
- [MOL, 2008]** Molina H. D., Olsina L., "Assessing Web Applications Consistently: A Context Information Approach.", In proceed. of IEEE CS. 8th Int'l Congress on Web Engineering (ICWE08), pp. 224-230, 2008.
- [MOR, 2008]** Mora B., García F., Ruiz F., Piattini M., Boronat A., Gómez A., Carsí J. Á., Ramos I., "Software generic measurement framework based on MDA.", IEEE Latin America Transactions, 6 (4), pp. 363-370, 2008.

-
- [NTP, 2006]** NTP-ISO/IEC 12207 “Tecnología de la Información. Procesos del ciclo de Vida del Software.”, Lima, Perú, Comisión de Reglamentos Técnicos y Comerciales, INDECOPI, 2006.
- [OFF, 1997]** Offen R.J., Jeffery R., “Establishing software measurement programs.”, *Software, IEEE*, vol.14, no.2, pp.45-53, 1997.
- [OLS, 1997]** Olsina L., “Applying the Flexible Process Model to build Hypermedia Products.”, *Hypertext and Hypermedia: Tools, Products, Methods (HHTPM 97)*, Paris, France: Hermes Ed., vol. I n. 1-2-3. pp. 211-221, ISSN 1280-7842, 1997.
- [OLS, 1998]** Olsina L., “Hypermedia Engineering: Flexible Process Model to support Hypermedia Application Development.”, Tesis de Maestría en Ingeniería de Software, UNLP, La Plata, Argentina, 1998.
- [OLS, 2000]** Olsina L., “Metodología Cuantitativa para la Evaluación y Comparación de la Calidad de Sitios Web.”, Tesis Doctoral en Ingeniería en la Facultad de Ciencias Exactas, UNLP, La Plata, 2000.
- [OLS, 2002]** Olsina L., Rossi G., “Measuring Web Application Quality with WebQEM.”, In *IEEE Multimedia Magazine*, vol. 9, N° 4, pp. 20-29, 2002.
- [OLS, 2004]** Olsina L., Martín, M., “Ontology for Software Metrics and Indicators.”, *Journal of Web Engineering*, Santiago de Chile, Rinton Press, US. 4, vol. 2, pp. 262-281, 2004.
- [OLS, 2008]** Olsina L., Papa F., Molina H., “How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way.” Chapter 13 in Springer book: *Web Engineering: Modeling and Implementing Web Applications*, Rossi, Pastor, Schwabe & Olsina (Eds), pp. 385-420, 2008.
- [OMG-SPEM, 2002]** Software Process Engineering Metamodel Specification. - Document formal/02-11-14. - 2002. - version 1.0.
- [OMG-UML, 2004]** Unified Modeling Language Specification, Version 2.0. - Document formal/05-07-04. - 2004.
- [PAP, 2005]** Papa M. F., “Diseño e implementación de la evaluación a partir del marco conceptual INCAMI.”, Tesis de Licenciatura en Sistemas de Información, UNLU, Lujan, 2005.
- [PAP, 2010]** Papa M. F., Becker P., Olsina L., “Estrategias de Medición y Evaluación: Diseño de un Estudio Comparativo.”, ASSE’10, Simposio Argentino de Ingeniería de Software (39 JAIIO), pp. 309-322, 2010.
- [PAP, 2011]** Papa M. F., Olsina L., “Análisis Comparativo de Estrategias de Medición y Evaluación”, ASSE’11, Simposio Argentino de Ingeniería de Software (40 JAIIO), pp. 120-131, ISSN 1850-2792, 2011.
- [PAP, 2011]** Papa M. F., Pablo Becker, Olsina L., “Assessing Integrated Measurement and Evaluation Strategies: A Case Study”, CEE-SECR’11, Central & Eastern European Software Engineering Conference in Russia, 2011.
- [PAU, 1993]** Paulk M., Curtis B., Chrissis M., Weber C., “Capability Maturity Model for Software.”, Version 1.1 (CMU/SEI-93-TR-24,ADA263403), Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, Pittsburgh, 1993.

[PSM, 2000] “Practical Software Measurement: A Foundation for Objective Project Management”, v. 4.0b, October 2000, from www.psmc.com.

[PYZ, 2003] Pyzdek T., “The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts and Managers at All Levels.”, New York, NY, McGraw-Hill Professional, 2003.

[REI, 1987] Reichel M., Ramey M. A., (Eds.), “Conceptual frameworks for bibliographic education: Theory to Practice.”, Littleton Colorado: Libraries Unlimited Inc., 1987.

[RIV, 2007] Rivera M. B., Molina H., Olsina L., “Sistema Colaborativo de Revisión para el soporte de información de contexto en el marco C-INCAMI.”, XIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación, CACIC 2007, Corrientes, En Actas (CD-ROM), Workshop WISBD, ISBN 978-950-656-109-3, pp. 518-529, 2007.

[ROD, 2010] Rodríguez M., Genero M., Torre D., Blasco B., Piattini M., "A Methodology for Continuous Quality Assessment of Software Artefacts" , 10th International Conference on Quality Software (QSIC 2010), pp.254-261, 2010.

[RUS, 2006] Russel N., VanderAlst W., Hofstede A., Wohed P., “On the suitability of uml activity diagrams for business process modelling.”, In Proceedings of the Third Asia-Pacific Conference on Conceptual Modelling (APCCM), Hobart, vol. 53, pp. 195–104, 2006.

[SCH, 2009] Shcneider kurt, “Experience and Knowledge Management in Software Engineering.” Springer book. ISBN: 978-3-540-95879-6, 235 páginas, 2009.

[SOL, 1997] Solingen R.V., Berghout E., “Improvement by goal-oriented measurement.”, In Proc. of the European Software Engineering Process Group conference (E-SEPG), Amsterdam, The Netherlands, 1997.

[SOL, 1999] Solingen R. van, Berghout E., “The Goal/Question/Metric Method: a practical guide for quality improvement of software development”, The McGraw-Hill Company, Maidenhead, England, 1999.

[STA, 2009] Staab S., Studer R., “Handbook on ontologies. International handbooks on information systems”, Springer-Verlag Berlin Heidelberg, 2º Edicion, 2009.

[STU, 1998] Studer R., Benjamins V.R., Fensel D., “Knowledge engineering: principles and methods”. Data and Knowledge Engineering, vol 25(1-2), pp. 161–197, 1998.

[TOR, 2009] Torre D., Blasco B., Genero M., Piattini M., “CQA-ENV: An Integrated Environment for the Continuous Quality Assessment of Software Artifacts.”, In: SoMeT 2009, Prague: IOSPress, (2009).

[VAN, 2003] van der Aalst W.M.P., ter Hofstede A.H.M., Kiepuszewski B., Barros A.P., “Workflow Patterns.”, Distributed and Parallel Databases / ed. Netherlands Springer. 1 : vol. 14, pp. 5-51, ISSN 0926-8782, 2003.

[WHI, 2004] White Stephen A., “Process Modeling Notations and Workflow Patterns.”, IBM Corporation, BPTrends, 2004.

[VLA, 2010] Vladimir Mandic, Victor Basili, Lasse Harjumaa, Markku Oivo, Jouni Markkula, “Utilizing GQM+Strategies for business value analysis: an approach for evaluating business goals.”, In Proceedings of

the 2010 ACM-IEEE International Symposium on Empirical Software Engineering and Measurement (ESEM'10), ACM, New York, NY, USA, Article 20, 10 pages, 2010.

[Zhe, 2007] Zhedan Pan, Hyuncheol Park, Jongmoon Baik, Hojin Choi, "A Six Sigma Framework for Software Process Improvements and its Implementation.", APSEC 2007, Software Engineering Conference, pp.446-453, 2007.

[ZUS, 1998] Zuse H., "A Framework of Software Measurement.", Walter de Gruyter. Berlin-NY, ISBN 3-11-015587-7, 1998.



PARTE V: ANEXOS

ANEXO A: Especificación de requerimientos no funcionales

A.1. Necesidad de Información

Propósito:	Comprender y comparar
Punto de vista:	Líder de aseguramiento de la calidad
Categoría de entidad:	Estrategia Integrada de Medición y Evaluación
Supercategoría:	Recurso
Foco:	Calidad de las Capacidades

Tabla 49. Definición de la necesidad de información.

A.2. Propiedades de contexto

Propiedad	
<i>Ambiente de aplicación</i>	dependiendo de su ambiente de aplicación una estrategia puede ser aplicada en la industria o en el ámbito académico
<i>Disponibilidad de documentación</i>	la disponibilidad de la documentación es fundamental para el desarrollo del estudio comparativo.
<i>Nivel de Integración de las capacidades</i>	nos interesa evaluar estrategias integradas de M&E, que posean cumplimiento simultáneo de las tres capacidades (el valor de entrada de estas tres características a la función de agregación cuya salida es el valor del indicador de la calidad de las capacidades fuera distinto de cero).

Tabla 50. Definición de las propiedades de contexto.

A.3. Árbol de Requerimientos

- 1. Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)
 - 1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso
 - 1.1.1. Adecuación de las Actividades
 - 1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades
 - 1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades
 - 1.1.1.3. Granularidad del Proceso
 - 1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades
 - 1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades
 - 1.1.2. Adecuación de los Artefactos
 - 1.1.2.1. Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos
 - 1.1.2.2. Completitud de la Descripción de los Artefactos
 - 1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos
 - 1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso
 - 1.1.3.1. Adecuación de la Vista Funcional
 - 1.1.3.1.1. Disponibilidad de la Vista Funcional
 - 1.1.3.1.2. Completitud de la Vista Funcional
 - 1.1.3.1.3. Granularidad de la Vista Funcional
 - 1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional
 - 1.1.3.2.1. Disponibilidad de la Vista Informacional
 - 1.1.3.2.2. Completitud de la Vista Informacional
 - 1.1.3.2.3. Granularidad de la Vista Informacional
 - 1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento
 - 1.1.3.3.1. Disponibilidad de la Vista de Comportamiento
 - 1.1.3.3.2. Completitud de la Vista de Comportamiento
 - 1.1.3.3.3. Granularidad de la Vista de Comportamiento
 - 1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional
 - 1.1.3.4.1. Disponibilidad de la Vista Organizacional
 - 1.1.3.4.2. Completitud de la Vista Organizacional
 - 1.1.3.4.3. Granularidad de la Vista Organizacional
 - 1.1.4. Conformidad del Proceso
 - 1.1.4.1. Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual
 - 1.1.4.2. Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E
 - 1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual
 - 1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual
 - 1.2.1.1. Modularidad del Marco Conceptual
 - 1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual
 - 1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual
 - 1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual
 - 1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual
 - 1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual
 - 1.2.3.1. Conformidad del MC a la Terminología de la Base Conceptual
 - 1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología
 - 1.3.1. Adecuación de la Metodología
 - 1.3.1.1. Disponibilidad de la Metodología
 - 1.3.1.2. Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades
 - 1.3.1.3. Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología
 - 1.3.2. Conformidad de la Metodología
 - 1.3.2.1. Conformidad de la Metodología. a la Terminología de la Base Conceptual

Tabla 51. Definición del árbol de requerimientos.

A.4. Definición de Conceptos

A.4.1. Concepto calculable: Foco

Código: C.1

Nombre: **Calidad de las Capacidades**

Definición: El grado en que un recurso es adecuado y apropiado para soportar y realizar acciones cuando es usado bajo condiciones específicas.

Referencias:

A.4.2. Conceptos calculables relacionados al proceso

Código: C.1.1

Nombre: **Calidad de las Capacidades del Proceso**

Definición: El grado en que el proceso es adecuado y apropiado para soportar y realizar las acciones especificadas.

Referencias:

Código: C.1.1.1

Nombre: **Adecuación de las Actividades**

Definición: El grado en que las actividades proveen propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto.

Referencias:

Código: C.1.1.2

Nombre: **Adecuación de los Artefactos**

Definición: El grado en el que los artefactos proveen propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto.

Referencias:

Código: C.1.1.3

Nombre: **Adecuación del Modelado del Proceso**

Definición: El grado en que el modelado del proceso provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto.

Referencias:

Código: C.1.1.3.1

Nombre: **Adecuación de la Vista Funcional**

Definición: El grado en que la vista o modelado funcional provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto.

Referencias:

Código: C.1.1.3.2

Nombre: **Adecuación de la Vista Informativa**

Definición: El grado en que la vista o modelado informativo provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto.

Referencias:

Código: C.1.1.3.3

Nombre: **Adecuación de la Vista de Comportamiento**

Definición: El grado en que la vista o modelado de comportamiento provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto.

Referencias:

Código: C.1.1.3.4

Nombre: **Adecuación de la Vista Organizacional**

Definición: El grado en que la vista o modelado organizacional provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto.

Referencias:

Código: C.1.1.4

Nombre: **Conformidad del Proceso**

Definición: El grado por el cual el proceso se ajusta a estándares, convenciones o regulaciones legales y prescripciones similares relacionadas a la terminología y/o al proceso.

Referencias:

A.4.3. Conceptos calculables relacionados al marco conceptual/base terminológica

Código: C.1.2

Nombre: **Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual**

Definición: El grado en que el marco conceptual es adecuado y apropiado para soportar efectivamente la especificación formal y explícita de los principales conceptos, propiedades, relaciones y restricciones acordados del dominio.

Referencias:

Código: C.1.2.1

Nombre: **Adecuación del Marco Conceptual**

Definición: El grado en que el marco conceptual provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito previsto.

Referencias:

Código: C.1.2.2

Nombre: **Adecuación de la Base Conceptual**

Definición: El grado en que la base terminológica provee propiedades que satisfacen necesidades explícitas e implícitas para el propósito previsto.

Referencias:

Código: C.1.2.3

Nombre: **Conformidad del Marco Conceptual**

Definición: El grado en que el marco conceptual se ajusta a los términos definidos de la base conceptual.

Referencias:

A.4.4. Conceptos calculables relacionados a la metodología

Código: C.1.3

Nombre: **Calidad de las Capacidades de la Metodología**

Definición: El grado en que la metodología es apropiada y adecuada para soportar y realizar las actividades del proceso.

Referencias:

Código: C.1.3.1

Nombre: *Adecuación de la Metodología*

Definición: El grado en que la metodología es adecuada para satisfacer necesidades explícitas e implícitas para el propósito de usuario previsto.

Referencias:

Código: C.1.3.2

Nombre: *Conformidad de la Metodología*

Definición: El grado en que la metodología adhiere a los términos definidos en la base conceptual terminológica.

Referencias:

A.5. Definición de Atributos

A.5.1. Atributos relativos al proceso

Código: A.1.1.1.1

Nombre: *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*

Definición: Especificación explícita de la descripción de las actividades enunciadas del proceso.

Objetivo: Averiguar en qué medida las descripciones de las actividades enunciadas del proceso están disponibles.

Código: A.1.1.1.2

Nombre: *Complejidad de la Descripción de las Actividades*

Definición: El grado en que las actividades enunciadas están descriptas.

Objetivo: Conocer el grado de complejidad de las descripciones de las actividades enunciadas.

Código: A.1.1.1.3

Nombre: *Granularidad del Proceso*

Definición: Grado de detalle en la descomposición de la estructura del proceso.

Objetivo: Averiguar el grado de detalle del proceso teniendo en cuenta su descomposición estructural.

Comentario: Un proceso puede ser de grano fino o grueso según la división de su estructura jerárquica.

Código: A.1.1.1.4

Nombre: *Formalidad de la Descripción de las Actividades*

Definición: El grado de formalidad en especificar la descripción de las actividades enunciadas.

Objetivo: Conocer el grado de formalidad de las descripciones de las actividades enunciadas del proceso.

Comentario: Una actividad enunciada puede ser formal, semiformal, o informal.

Código: A.1.1.1.5

Nombre: *Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades*

Definición: Indicación explícita del rol asignado a una actividad enunciada.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades enunciadas tienen indicación explícita de roles.

Código: A.1.1.2.1

Nombre: *Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos*

Definición: Especificación explícita de la descripción de los artefactos enunciados del proceso.
Objetivo: Averiguar en qué medida las descripciones de los artefactos enunciados del proceso están disponibles.

Código: A.1.1.2.2

Nombre: *Compleitud de la Descripción de los Artefactos*

Definición: El grado en que los artefactos enunciados están descritos.

Objetivo: Conocer el grado de completitud de las descripciones de los artefactos enunciados.

Código: A.1.1.2.3

Nombre: *Granularidad de los Artefactos*

Definición: Grado de detalle en la descomposición de la estructura de los artefactos enunciados.

Objetivo: Averiguar el grado de detalle de los artefactos enunciados teniendo en cuenta su descomposición en sub artefactos.

Comentario: Un artefacto puede ser de grano fino o grueso según la división de su estructura en sub artefactos.

Código: A.1.1.3.1.1

Nombre: *Disponibilidad de la Vista Funcional*

Definición: Disponibilidad del modelado de la vista funcional del proceso.

Objetivo: Averiguar si el proceso está modelado desde un punto de vista funcional.

Comentario: Una vista funcional especifica qué actividades se deben llevar a cabo y qué flujo de entidades de información (documentos, productos, etc.) es importante para realizar las actividades.

Código: A.1.1.3.1.2

Nombre: *Compleitud de la Vista Funcional*

Definición: El grado en que las actividades enunciadas están modeladas en la vista funcional.

Objetivo: Conocer el grado en que las actividades enunciadas están modeladas en la vista funcional.

Código: A.1.1.3.1.3

Nombre: *Granularidad de la Vista Funcional*

Definición: Grado de detalle de la vista funcional respecto de su modelización.

Objetivo: Averiguar el grado de detalle de la vista funcional respecto de su modelización.

Comentario: La vista funcional puede ser de grano fino o grueso con respecto a su modelización.

Código: A.1.1.3.2.1

Nombre: *Disponibilidad de la Vista Informacional*

Definición: Disponibilidad del modelado de la vista informacional del proceso.

Objetivo: Averiguar si el proceso está modelado desde un punto de vista informacional.

Comentario: Una vista informacional se centra en especificar cuáles son los artefactos que se producen/insumen en las actividades.

Código: A.1.1.3.2.2

Nombre: *Compleitud de la Vista Informacional*

Definición: El grado en que los artefactos enunciados están modelados en la vista informacional.

Objetivo: Conocer el grado en que los artefactos enunciados están modelados en la vista informacional.

Código: A.1.1.3.2.3

Nombre: *Granularidad de la Vista Informacional*

Definición: Grado de detalle de la vista informacional respecto de su modelización.

Objetivo: Averiguar el grado de detalle de la vista informacional respecto de su modelización.
Comentario: La vista informacional puede ser de grano fino o grueso con respecto a su modelización.

Código: A.1.1.3.3.1

Nombre: *Disponibilidad de la Vista de Comportamiento*

Definición: Disponibilidad del modelado de la vista de comportamiento del proceso.

Objetivo: Averiguar si el proceso está modelado desde un punto de vista de comportamiento.

Comportamiento: Una vista de comportamiento especifica el comportamiento dinámico de las actividades, secuencias, paralelismos, iteraciones, etc.

Código: A.1.1.3.3.2

Nombre: *Complejidad de la Vista de Comportamiento*

Definición: El grado en que las actividades enunciadas están modeladas en la vista de comportamiento.

Objetivo: Conocer el grado en que las actividades enunciadas están modeladas en la vista de comportamiento.

Código: A.1.1.3.3.3

Nombre: *Granularidad de la Vista de Comportamiento*

Definición: Grado de detalle de la vista de comportamiento respecto de su modelización.

Objetivo: Averiguar el grado de detalle de la vista de comportamiento respecto de su modelización.

Comentario: La vista de comportamiento puede ser de grano fino o grueso respecto de su modelización.

Código: A.1.1.3.4.1

Nombre: *Disponibilidad de la Vista Organizacional*

Definición: Disponibilidad del modelado de la vista organizacional del proceso.

Objetivo: Averiguar si el proceso está modelado desde un punto de vista organizacional.

Comentario: Una vista de organizacional especifica qué agentes intervienen en la realización de qué actividades en cumplimiento de roles.

Código: A.1.1.3.4.2

Nombre: *Complejidad de la Vista Organizacional*

Definición: El grado en que los roles enunciados están modelados en la vista organizacional.

Objetivo: Conocer el grado en que los roles enunciados están modelados en la vista organizacional.

Código: A.1.1.3.4.3

Nombre: *Granularidad de la Vista Organizacional*

Definición: Grado de detalle de la vista organizacional respecto de su modelización.

Objetivo: Averiguar el grado de detalle de la vista organizacional respecto de su modelización.

Comentario: La vista organizacional puede ser de grano fino o grueso con respecto a su modelización.

Código: A.1.1.4.1

Nombre: *Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual*

Definición: El grado en que los términos de la descripción del proceso se corresponden con los conceptos enunciados y definidos en la base conceptual terminológica.

Objetivo: Averiguar el grado en que los términos de la descripción de las actividades del proceso están definidos en los conceptos de la base conceptual.

Código: A.1.1.4.2

Nombre: *Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E*

Definición: El grado en que el proceso adhiere a un estándar internacional.

Objetivo: Averiguar el grado en que el proceso se ajusta a un estándar internacional.

A.5.2. Atributos relativos al marco conceptual

Código: A.1.2.1.1

Nombre: *Modularidad del Marco Conceptual*

Definición: El grado en que el marco conceptual presenta una división explícita en diferentes módulos o componentes.

Objetivo: Conocer la medida en que el marco conceptual está dividido en módulos o componentes.

Código: A.1.2.1.2

Nombre: *Formalidad del Modelado del Marco Conceptual*

Definición: El grado de formalidad en el modelado del marco conceptual.

Objetivo: Conocer el grado de formalidad en que el marco conceptual está modelado.

Comentario: Un marco está formalmente modelado cuando su especificación gráfica es sintáctica y semánticamente bien formada.

Código: A.1.2.2.1

Nombre: *Complejidad de la Base Conceptual*

Definición: El grado en que los términos definidos en la base conceptual terminológica se corresponden con los términos específicos y acordados para un dominio dado.

Objetivo: Conocer el grado en que los términos definidos en la base conceptual terminológica se corresponden con los términos de un estándar o documento acordado para un dominio específico.

Código: A.1.2.2.2

Nombre: *Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual*

Definición: El tipo de nivel de estructuración de la base conceptual.

Objetivo: Averiguar la riqueza de la base conceptual desde el punto de vista de su estructuración.

Comentario: Una base conceptual puede ser, desde el punto de vista de su estructuración, una ontología, una taxonomía, un diccionario, glosario o lista de términos definidos.

Código: A.1.2.3.1

Nombre: *Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual*

Definición: El grado en que los términos empleados en el marco conceptual se corresponden con los términos enunciados y definidos en la base terminológica.

Objetivo: Averiguar el grado en que los términos usados en el marco conceptual están definidos en los términos de la base conceptual.

A.5.3. Atributos relativos a la metodología

Código: A.1.3.1.1

Nombre: *Disponibilidad de la Metodología*

Definición: Disponibilidad de una especificación explícita de la metodología para soportar y realizar las actividades del proceso.

Objetivo: Averiguar si la estrategia y, particularmente, su proceso tiene disponible una metodología.

Código: A.1.3.1.2

Nombre: *Complejidad de la Asignación de Métodos a Actividades*

Definición: El grado en el cual las actividades enunciadas poseen indicación explícita de un método definido que la soporte.

Objetivo: Conocer el grado en que las actividades enunciadas tienen indicación explícita de un método definido que la soporte y la realice.

Código: A.1.3.1.3

Nombre: *Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología*

Definición: Indicación explícita de la/s herramienta/s que automaticen a la metodología.

Objetivo: Averiguar si la metodología dispone de herramienta/s que la automatice parcial o totalmente.

Código: A.1.3.2.1

Nombre: *Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual*

Definición: El grado en que los términos de la metodología se corresponden con los términos definidos en la base conceptual terminológica.

Objetivo: Averiguar el grado en que los términos usados en la descripción/especificación de la metodología están definidos en los términos de la base conceptual.

A.6. Definición de Atributos Relacionados

Código: RA.1.1.1.1.a, RA.1.1.1.2.c, RA.1.1.1.4.c, RA.1.1.1.5.b, RA.1.1.3.1.2.b, RA.1.1.3.3.2.b, RA.1.3.1.2.b

Nombre: *Cantidad de Actividades Enunciadas*

Definición: Una actividad es enunciada cuando pertenece al proceso bajo análisis y su etiqueta tiene un único significado.

Objetivo: Conocer en qué medida las actividades del proceso son enunciadas.

Código: RA.1.1.1.1.b

Nombre: *Cantidad de Actividades Mínimamente Descriptas*

Definición: Una actividad es descripta mínimamente cuando es una actividad enunciada y presenta de forma textual un objetivo específico y una descripción.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades en el proceso están explícita y literalmente descriptas.

Código: RA.1.1.1.2.a

Nombre: *Cantidad de Actividades Completamente Descriptas*

Definición: Una actividad está descripta completamente cuando es una actividad enunciada y presenta de forma textual su objetivo específico, descripción, precondiciones, postcondiciones, entradas y salidas.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades en el proceso están completamente descriptas, en consideración de los siguientes campos: objetivo específico, descripción, precondiciones, postcondiciones, entradas y salidas.

Código: RA.1.1.1.2.b

Nombre: *Cantidad de Actividades Parcialmente Descriptas*

Definición: Una actividad está descripta parcialmente cuando es una actividad enunciada y presenta de forma textual su objetivo específico, descripción, y entradas y/o salidas, o precondiciones y/o postcondiciones.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades en el proceso están parcialmente descriptas.

Código: RA.1.1.1.4.a

Nombre: *Cantidad de Actividades Formalmente Descriptas*

Definición: Una actividad está formalmente descrita cuando es una actividad enunciada y el lenguaje utilizado para su especificación es sintáctica y semánticamente bien formado.

Objetivo: Conocer en qué medida las actividades enunciadas están descritas formalmente.

Código: RA.1.1.1.4.b

Nombre: *Cantidad de Actividades Semiformalmente Descriptas*

Definición: Una actividad está semiformalmente descrita cuando el lenguaje utilizado para su especificación no es formal ni informal.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades del proceso están descritas semiformalmente en el sentido en que el lenguaje utilizado para su especificación no es formal (es decir, no es sintáctica y semánticamente bien formado), ni informal o ambiguo como el lenguaje natural.

Código: RA.1.1.1.5.a

Nombre: *Cantidad de Actividades con Rol Asignado*

Definición: Una actividad enunciada tiene un rol asignado cuando se indica explícitamente.

Objetivo: Averiguar el grado en que las actividades enunciadas poseen un rol asignado en el proceso bajo análisis.

Código: RA.1.1.2.1.a, RA.1.1.2.2.c, RA.1.1.3.2.2.b

Nombre: *Cantidad de Artefactos Enunciados*

Definición: Un artefacto es enunciado cuando es un producto en el proceso bajo análisis y su etiqueta tiene un único significado.

Objetivo: Averiguar en qué medida los artefactos del proceso (por ejemplo, un documento, código fuente, ejecutable, etc.) están enunciados.

Código: RA.1.1.2.1.b

Nombre: *Cantidad de Artefactos Mínimamente Descriptos*

Definición: Un artefacto es mínimamente descrito cuando es un artefacto enunciado y presenta de forma textual una descripción y/o objetivo específico.

Objetivo: Averiguar en qué medida los artefactos enunciado en el proceso bajo análisis son explícitamente descriptos.

Código: RA.1.1.2.2.a

Nombre: *Cantidad de Artefactos Completamente Descriptos*

Definición: Un artefacto está completamente descrito cuando es un artefacto enunciado y presenta de forma textual al menos una descripción y/o objetivo específico, actividad que lo insume y/o produce.

Objetivo: Averiguar en qué medida los artefactos enunciados están completamente descriptos en el proceso bajo análisis.

Código: RA.1.1.3.1.2.a

Nombre: *Disponibilidad de Actividades en la Vista Funcional*

Definición: Una actividad está disponible en la vista funcional cuando es una actividad enunciada y se encuentra modelada en dicha vista.

Objetivo: Conocer en qué medida las actividades enunciadas están presentes en la vista funcional.

Comentario: Una actividad se encuentra modelada desde un punto de vista funcional cuando aparece explícitamente nombrada en alguno de los modelos que forman dicha vista.

Código: RA.1.1.3.2.2.a

Nombre: *Disponibilidad de Artefactos en la Vista Informativa*

Definición: Un artefacto está disponible en la vista informacional cuando es un artefacto enunciado y se encuentra modelado en dicha vista.

Objetivo: Conocer en qué medida los artefactos enunciados están presentes en la vista informacional.

Comentario: Un artefacto se encuentra modelado desde un punto de vista informacional cuando aparece explícitamente nombrado en alguno de los modelos que forman dicha vista.

Código: RA.1.1.3.3.2.a

Nombre: *Disponibilidad de Actividades en la Vista de Comportamiento*

Definición: Una actividad está disponible en la vista de comportamiento cuando es una actividad enunciada y se encuentra modelada en dicha vista.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades enunciadas están presentes en la vista de comportamiento.

Comentario: Una actividad se encuentra modelada desde un punto de vista de comportamiento cuando aparece explícitamente nombrada en alguno de los modelos que forman dicha vista.

Código: RA.1.1.3.4.2.a

Nombre: *Cantidad de Roles Enunciados*

Definición: Un rol es enunciado cuando pertenece al proceso bajo análisis y su etiqueta tiene un único significado.

Objetivo: Averiguar en qué medida el proceso posee roles enunciados.

Código: RA.1.1.3.4.2.b

Nombre: *Disponibilidad de Roles en la Vista Organizacional*

Definición: Un rol está disponible en la vista organizacional cuando es un rol enunciado y se encuentra modelado en dicha vista.

Objetivo: Conocer en qué medida los roles enunciados están presentes en la vista organizacional.

Comentario: Un rol se encuentra modelado desde un punto de vista organizacional cuando aparece explícitamente nombrado en alguno de los modelos que forman dicha vista.

Código: RA.1.1.4.1.b

Nombre: *Correspondencia entre Términos en la Descripción del Proceso y la Base Conceptual*

Definición: Los términos en la descripción del proceso que se corresponden a términos definidos en la base conceptual terminológica.

Objetivo: Averiguar en qué medida los términos de la descripción del proceso están definidos en la base conceptual terminológica.

Código: RA.1.2.2.1.a

Nombre: *Cantidad de Términos Definidos en Estándares*

Definición: Los términos definidos en un estándar particular que pertenecen al dominio bajo análisis.

Objetivo: Conocer la cantidad de términos que pertenecen a un estándar de dominio.

Comentario: Un término definido es una palabra clave en el dominio y se caracteriza por tener una definición.

Código: RA.1.2.2.1.b

Nombre: *Correspondencia entre Términos Definidos en la Base Conceptual y Estándares*

Definición: Los términos que se enuncian y definen tanto en la base conceptual terminológica como en un estándar.

Objetivo: Averiguar en qué medida los términos usados en estándares son términos que conforman la base conceptual terminológica.

Código: RA.1.2.3.1.a

Nombre: *Cantidad de Términos en la Base Conceptual Terminológica*

Definición: Los términos que explícitamente se enuncian y definen en la base conceptual terminológica pertenecientes al dominio bajo análisis.

Objetivo: Conocer en qué medida la base conceptual terminológica está conformada por términos enunciados y definidos.

Comentario: Son los términos que conforman la base conceptual terminológica.

Código: RA.1.2.3.1.a

Nombre: *Cantidad de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica*

Definición: Los conceptos que explícitamente se enuncian y definen en la base conceptual terminológica pertenecientes al dominio bajo análisis.

Objetivo: Conocer en qué medida la base conceptual terminológica está conformada por términos enunciados y definidos.

Comentario: Son los conceptos que conforman la base conceptual terminológica, es decir, no son ni atributos ni relaciones.

Código: RA.1.2.3.1.b

Nombre: *Correspondencia entre Términos del Marco Conceptual y la Base Conceptual Terminológica*

Definición: Los términos que explícitamente se enuncian y definen en la base conceptual terminológica y que representan expresamente un concepto en el marco conceptual.

Objetivo: Averiguar en qué medida los términos empleados en el marco conceptual son términos que conforman la base conceptual terminológica.

Comentario: Un concepto puede ser un término, atributo o relación.

Código: RA.1.3.1.2.a

Nombre: *Cantidad de Actividades con Método Definido*

Definición: Las actividades enunciadas que poseen indicación explícita de un método definido que la soporte.

Objetivo: Conocer en qué medida las actividades del proceso poseen un método definido.

Código: RA.1.3.2.1.a

Nombre: *Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica*

Definición: Los términos de la descripción de la metodología que explícitamente se enuncian y definen en la base conceptual terminológica.

Objetivo: Averiguar en qué medida los términos de la descripción de la metodología son términos que conforman la base conceptual terminológica.

ANEXO B: Especificación de métricas

B.1. Unidades

Nombre: Actividad

Descripción: Una actividad (tomando el término como sinónimo tanto de proceso como de tarea) es una operación compuesta (en el sentido de proceso) o atómica (en el sentido de tarea) que es realizada por uno o más agentes en un proceso. Su objetivo es producir o modificar uno o más artefactos.

Acrónimo: Ac.

Nombre: Artefacto

Descripción: Un artefacto es un producto necesario para llevar a cabo una actividad. Un artefacto puede ser de entrada o salida para una actividad, y puede ser transformado por más de una actividad. Un artefacto puede ser simple o compuesto, en el último caso, está formado por diferentes componentes relacionados por medio de una agregación.

Acrónimo: Ar.

Nombre: Porcentaje

Descripción: Valor que representa una proporción de un todo.

Acrónimo: %

Nombre: Rol

Descripción: Un rol describe las habilidades y responsabilidades de un agente. It defines actions and activities assigned to or required or expected of a person or group.

Acrónimo: R.

Nombre: Término

Descripción: Un término es una palabra o expresión usada para un dominio que expresa una idea.

Acrónimo: Ter.

B.2. Métricas que cuantifican atributos del árbol de requerimientos

Atributo: *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.1

Nombre: Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades (GDDA)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que están descritas con respecto al total de actividades enunciadas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GDDA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GDDA

Especificación:

$$\text{GDDA} = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow (\#AMD / \text{TAE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)

Atributo: *Complejidad de la Descripción de las Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.2

Nombre: Grado de Complejidad de la Descripción de las Actividades (GCDA)

Objetivo: Calcular el grado de complejidad que presenta la descripción de las actividades enunciadas del proceso.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCDA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCDA

Especificación:

$$\text{GCDA} = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow ((\#ACD \times 0.55) + ((\#APD - \#ACD) \times 0.35) + ((\#AMD - \#APD) \times 0.1)) / (\text{TAE} \times 0.55) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Número de Actividades Completamente Descriptas (#ACD)

Número de Actividades Parcialmente Descriptas (#APD)

Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)

Atributo: *Granularidad del Proceso*

Métrica Directa:

Código: M.1.1.1.3

Nombre: Grado de Granularidad del Proceso (GGP)

Objetivo: Determinar el grado de detalle del proceso de acuerdo a su descomposición estructural en sub procesos.

Comentario: Un proceso puede ser más o menos granular según su descomposición estructural jerárquica en sub procesos.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GGP

Especificación: Un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, un proceso cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que el proceso está dividido en subprocesos y a su vez en actividades atómicas. Note que el evaluador no debe evaluar el nivel de subprocesos.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No existe

Descripción: No existe una descomposición estructural de los procesos.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La descomposición estructural de sus procesos es generalmente de grano grueso.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La descomposición estructural de sus procesos es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La descomposición estructural de sus procesos es generalmente de grano fino.

Atributo: *Formalidad de la Descripción de las Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.4

Nombre: Grado de Formalidad de la Descripción de las Actividades (GFDA)

Objetivo: Calcular el grado de formalidad en que se especifican las actividades enunciadas en el proceso.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GFDA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GFDA

Especificación:

$$\text{GFDA} = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow ((\#AFD \times 0.55 + \#ASD \times 0.45) / \text{TAE} \times 0.55) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número de Actividades Formalmente Descriptas (#AFD)

Número de Actividades Semiformalmente Descriptas (#ASD)

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Atributo: *Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.5

Nombre: Grado de Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades (GDARA)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que poseen indicación explícita de rol con respecto al total de actividades enunciadas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GDARA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GDARA

Especificación:

$$\text{GDARA} = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow (\#ARA / \text{TAE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número de Actividades con Rol Asignado (#ARA)

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Atributo: *Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.2.1

Nombre: Grado de Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos (GDDAr)

Objetivo: Cuantificar el número de artefactos enunciados que están descritos con respecto al total de artefactos enunciados.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GDDAr

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GDDAr

Especificación:

$$\text{GDDAr} = \begin{cases} \text{Si TArE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TArE} > 0 \rightarrow (\#\text{ArMD} / \text{TArE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número de Artefactos Mínimamente Descritos (#ArMD)

Número Total de Artefactos Enunciados (TArE)

Atributo: *Complejidad de la Descripción de los Artefactos*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.2.2

Nombre: Grado de Complejidad de la Descripción de los Artefactos (GCDAr)

Objetivo: Calcular el grado de complejidad que presenta la descripción de los artefactos enunciados del proceso.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCDAr
Especificación: Aplicar la función relacionada.
Referencias:

Función:

Nombre: Función GCDAr
Especificación:

$$\text{GCDAr} = \begin{cases} \text{Si TArE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TArE} > 0 \rightarrow ((\#\text{ArCD} \times 0.55 + (\#\text{ArMD} - \#\text{ArCD}) \times 0.45) / (\text{TArE} \times 0.55)) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua
Tipo de Valor: Real
Tipo de Escala: Absoluta
Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Artefactos Enunciados (TArE)
Número de Artefactos Completamente Descriptos (#ArCD)
Número de Artefactos Mínimamente Descriptos (#ArMD)

Atributo: *Granularidad de los Artefactos*

Métrica Directa:

Código: M. 1.1.2.3

Nombre: Grado de Granularidad de los Artefactos (GGAr)

Objetivo: Determinar el grado de detalle de los artefactos enunciados involucrados en el proceso de acuerdo a la descomposición de su estructura en sub artefactos.

Comentario: Un artefacto puede ser más o menos granular según la división de su estructura en sub artefactos.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GGAr

Especificación: Un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, un artefacto cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que el artefacto está dividido en una cantidad considerable de subartefactos.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No existe

Descripción: No existe una descomposición estructural de artefactos.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La descomposición estructural de sus artefactos es generalmente de grano grueso.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La descomposición estructural de sus artefactos es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La descomposición estructural de sus artefactos es generalmente de grano fino.

Atributo: *Disponibilidad de la Vista Funcional*

Métrica Directa:

Código: M.1.1.3.1.1

Nombre: Existencia de la Vista Funcional (EVF)

Objetivo: Determinar si el proceso bajo análisis posee una vista funcional disponible en la documentación.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de EVF

Especificación: Un evaluador a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Es *disponible* cuando el proceso está modelado desde un punto de vista funcional en la documentación, caso contrario, es *no disponible*.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No Disponible

Descripción: El proceso no está modelado desde el punto de vista funcional.

Valor Numérico: 1

Nombre: Disponible

Descripción: El proceso está modelado desde el punto de vista funcional.

Atributo: *Complejidad de la Vista Funcional*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.3.1.2

Nombre: Grado de Complejidad de la Vista Funcional (GCVF)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades (enunciadas) que están modeladas en la vista funcional con respecto al total de actividades enunciadas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCVF

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCVF

Especificación:

$$\text{GCVF} = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow (\#AVF / \text{TAE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Número de Actividades en la Vista Funcional (#AVF)

Atributo: *Granularidad de la Vista Funcional*

Métrica Directa:

Código: M. 1.1.3.1.3

Nombre: Grado de Granularidad de la Vista Funcional (GGVF)

Objetivo: Determinar el grado de detalle de la vista funcional de acuerdo a su modelización.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GGVF

Especificación: Un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, una vista funcional cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que la modelización de la vista funcional está dividida jerárquicamente en subvistas.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No existe

Descripción: No existe división jerárquica de la vista funcional en subvistas.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La división jerárquica de la vista funcional es generalmente de grano grueso.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La división jerárquica de la vista funcional es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La división jerárquica de la vista funcional es generalmente de grano fino.

Atributo: *Disponibilidad de la Vista Informacional*

Métrica Directa:

Código: M.1.1.3.2.1

Nombre: Existencia de la Vista Informacional (EVI)

Objetivo: Determinar si el proceso bajo análisis posee una vista informacional disponible en la documentación.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de EVI

Especificación: Un evaluador a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Es *disponible* cuando el proceso está modelado en la documentación desde un punto de vista informacional, caso contrario, es *no disponible*.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No Disponible

Descripción: El proceso no está modelado desde el punto de vista informacional.

Valor Numérico: 1

Nombre: Disponible

Descripción: El proceso está modelado desde el punto de vista informacional.

Atributo: *Complejidad de la Vista Informacional*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.3.2.2

Nombre: Grado de Complejidad de la Vista Informacional (GCVI)

Objetivo: Cuantificar el número de artefactos (enunciados) que están modelados en la vista informacional con respecto al total de artefactos enunciados.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCVI

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCVI

Especificación:

GCVI = Si TARÉ = 0 → 0
Si TARÉ > 0 → (#ArVI / TARÉ) x 100

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Artefactos Enunciados (TARÉ)

Número de Artefactos en la Vista Informacional (#ArVI)

Atributo: *Granularidad de la Vista Informacional*

Métrica Directa:

Código: M.1.1.3.2.3

Nombre: Grado de Granularidad de la Vista Informacional (GGVI)

Objetivo: Determinar el grado de detalle de la vista informacional de acuerdo a su modelización.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GGVI

Especificación: Un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, una vista informacional cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que la vista informacional está dividida en jerarquías de nodos y relaciones (de la forma tipo-de, parte-de, etc.)

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No existe

Descripción: No existe división jerárquica de la vista informacional en subvistas.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La división jerárquica de la vista informacional es generalmente de grano grueso.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La división jerárquica de la vista informacional es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La división jerárquica de la vista informacional es generalmente de grano fino.

Atributo: *Disponibilidad de la Vista de Comportamiento*

Métrica Directa:

Código: M.1.1.3.3.1

Nombre: Existencia de la Vista de Comportamiento _(EVC)

Objetivo: Determinar si el proceso bajo análisis posee una vista de comportamiento disponible en la documentación.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de EVC

Especificación: Un evaluador a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Es *disponible* cuando el proceso está modelado en la documentación desde un punto de vista de comportamiento, caso contrario, es *no disponible*.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No Disponible

Descripción: El proceso no está modelado desde el punto de vista de comportamiento.

Valor Numérico: 1

Nombre: Disponible

Descripción: El proceso está modelado desde el punto de vista de comportamiento.

Atributo: *Complejidad de la Vista de Comportamiento*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.3.3.2

Nombre: Grado de Complejidad de la Vista de Comportamiento (GCVC)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades (enunciadas) que están modeladas en la vista de comportamiento con respecto al total de actividades enunciadas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCVC

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCVC

Especificación:

$$\text{GCVC} = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow (\#AVC / \text{TAE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Número de Actividades en la Vista de Comportamiento (#AVC)

Atributo: *Granularidad de la Vista de Comportamiento*

Métrica Directa:

Código: M. 1.1.3.3.3

Nombre: Grado de Granularidad de la Vista de Comportamiento (GGVC)

Objetivo: Determinar el grado de detalle de la vista de comportamiento de acuerdo a su modelización.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GGVC

Especificación: Un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, una vista de comportamiento cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que la modelización de la vista de comportamiento está dividida jerárquicamente en subvistas.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No existe

Descripción: No existe división jerárquica de la vista de comportamiento en subvistas.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La división jerárquica de la vista de comportamiento es generalmente de grano grueso.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La división jerárquica de la vista de comportamiento es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La división jerárquica de la vista de comportamiento es generalmente de grano fino.

Atributo: *Disponibilidad de la Vista Organizacional*

Métrica Directa:

Código: M.1.1.3.4.1

Nombre: Existencia de la Vista Organizacional_(EVO)

Objetivo: Determinar si el proceso bajo análisis posee una vista organizacional disponible en la documentación.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de EVO

Especificación: Un evaluador a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Es *disponible* cuando el proceso está modelado en la documentación desde un punto de vista organizacional, caso contrario, es *no disponible*.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No Disponible

Descripción: El proceso no está modelado desde el punto de vista organizacional.

Valor Numérico: 1

Nombre: Disponible

Descripción: El proceso está modelado desde el punto de vista organizacional.

Atributo: *Complejidad de la Vista Organizacional*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.3.4.2

Nombre: Grado de Complejidad de la Vista Organizacional (GCVO)

Objetivo: Cuantificar el número de roles (enunciados) que están modelados en la vista organizacional con respecto al total de roles enunciados.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCVO

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCVO

Especificación:

$$\text{GCVO} = \begin{cases} \text{Si TRE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TRE} > 0 \rightarrow (\#RVO / \text{TRE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Roles Enunciados (TRE)

Número de Roles en la Vista Organizacional (#RVO)

Atributo: *Granularidad de la Vista Organizacional*

Métrica Directa:

Código: M.1.1.3.4.3

Nombre: Grado de Granularidad de la Vista Organizacional (GGVO)

Objetivo: Determinar el grado de detalle de la vista organizacional de acuerdo a su modelización.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GGVO

Especificación: Un evaluador experto a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Por ejemplo, una vista organizacional cuya granularidad es de grano fino (valor de medida 3) implica que la vista organizacional está dividida en subvistas.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No existe

Descripción: No existe división jerárquica de la vista organizacional en subvistas.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La división jerárquica de la vista organizacional es generalmente de grano grueso.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La división jerárquica de la vista organizacional es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La división jerárquica de la vista organizacional es generalmente de grano fino.

Atributo: *Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.4.1

Nombre: Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual (GCPTBC)

Objetivo: Determinar la proporción entre los términos de la descripción del proceso que se corresponden con los conceptos definidos en la base conceptual respecto del total de conceptos definidos en la base conceptual.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCPTBC

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCPTBC

Especificación:

Si no se dispone de una base conceptual → 0

Sino →

GCPTBC =

Si #CBCT = 0 → 0

Si #CBCT > 0 → (NCDPBC / #CBCT) x 100

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica (#CBCT)

Nivel de Correspondencia entre la Descripción del Proceso y la Base Conceptual (NCDPBC)

Atributo: *Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E*

Métrica Directa:

Código: M.1.1.4.2

Nombre: Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E (GCPEPME)

Objetivo: Determinar el grado en que el proceso adhiere a un estándar internacional.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GCPEPME

Especificación: Si existe indicación explícita de que el proceso adhiere a un estándar computar según la siguiente especificación.

No Adhiere

→ Si no existe indicación explícita.

GCPEPME= Adhiere Parcialmente

→ Si existe indicación explícita de adherencia parcial.

Adhiere Totalmente → Si existe indicación explícita de adherencia total.

Referencias: La conformidad debe estar expresada explícitamente en la documentación.

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No Adhiere

Descripción: El proceso no adhiere a un estándar internacional.

Valor Numérico: 1

Nombre: Adhiere Parcialmente

Descripción: El proceso adhiere parcialmente a un estándar internacional.

Valor Numérico: 2

Nombre: Adhiere Totalmente

Descripción: El proceso adhiere totalmente a un estándar internacional.

Atributo: *Modularidad del Marco Conceptual*

Métrica Directa:

Código: M.1.2.1.1

Nombre: Grado de Modularidad del Marco Conceptual (GMMC)

Objetivo: Determinar el grado en que el marco conceptual está dividido en diferentes módulos o componentes.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GMMC

Especificación: Se espera que el marco conceptual posea módulos que permita manejar proyectos, requerimientos no funcionales, medición, evaluación y análisis. Incluso estos módulos podrían estar divididos en diseño e implementación.

	Ninguna	→ Si no existe el marco conceptual o no posee división de módulos o componentes.
GMMC =	Baja	→ Si el marco conceptual presenta baja división de módulos o componentes.
	Alta	→ Si el marco conceptual presenta alta división de módulos o componentes.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: Ninguna

Descripción: No existe el marco conceptual.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: El marco conceptual presenta baja división de módulos o componentes.

Valor Numérico: 2

Nombre: Alta

Descripción: El marco conceptual presenta alta división de módulos o componentes.

Atributo: *Formalidad del Modelado del Marco Conceptual*

Métrica Directa:

Código: M.1.2.1.2

Nombre: Grado de Formalidad del Modelado del Marco Conceptual (GFMoMC)

Objetivo: Determinar el grado de formalidad en que el marco conceptual está modelado.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GFMoMC

Especificación:

	Ninguno	→Si no hay marco conceptual o está especificado de manera totalmente ambigua e informal
GFMoMC =	Semiformal	→Si el marco conceptual está especificado con un lenguaje semiformal.
	Formal	→Si el marco conceptual está modelado con un lenguaje formal.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: Ninguno

Descripción: No hay marco conceptual o está especificado de manera totalmente ambigua e informal.

Valor Numérico: 1

Nombre: SemiFormal

Descripción: El marco conceptual está especificado con un lenguaje semiformal.

Valor Numérico: 2

Nombre: Formal

Descripción: El marco conceptual está modelado con un lenguaje formal.

Atributo: *Complejidad de la Base Conceptual*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.2.2.1

Nombre: Grado de Complejidad de la Base Conceptual (GCBC)

Objetivo: Cuantificar el número de términos de la base conceptual que se corresponden con términos en un estándar de dominio.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCBC

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCBC

Especificación:

GCBC = $\begin{cases} \text{Si no se dispone de una base conceptual} \rightarrow 0 \\ \text{Sino} \rightarrow \\ \text{Si } \# \text{ TTEE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si } \# \text{ TTEE} > 0 \rightarrow (\text{NCTDBCE} / \text{TTEE}) \times 100 \end{cases}$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número Total de Términos Definidos en Estándares (TTEE)

Nivel de Correspondencia entre Términos Definidos en la Base Conceptual y Estándares (NCTDBCE)

Atributo: *Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual*

Métrica Directa:

Código: M.1.2.2.2

Nombre: Grado de Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual (GREBC)

Objetivo: Determinar el grado de riqueza de la base conceptual desde el punto de vista de su estructuración.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GREBC

Especificación:

GREBC = $\begin{cases} \text{Ninguna} \rightarrow \text{Si no hay una base conceptual.} \\ \text{Baja} \rightarrow \text{Si la base conceptual está definida como un diccionario, glosario o una lista de términos definidos.} \\ \text{Media} \rightarrow \text{Si la base conceptual está definida como una taxonomía.} \\ \text{Alta} \rightarrow \text{Si la base conceptual está definida como una ontología.} \end{cases}$

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: Ninguna

Descripción: No hay base conceptual.

Valor Numérico: 1

Nombre: Baja

Descripción: La base conceptual está definida como un diccionario, glosario o una lista de términos definidos.

Valor Numérico: 2

Nombre: Media

Descripción: La base conceptual está definida como una taxonomía.

Valor Numérico: 3

Nombre: Alta

Descripción: La base conceptual está definida como una ontología.

Atributo: *Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.2.3.1

Nombre: Grado de Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual (GCMCTBC)

Objetivo: Determinar la proporción entre los términos del marco conceptual que se corresponden con los términos definidos en la base conceptual respecto del total de términos definidos en la base conceptual.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: GCMCTBC Determinación de

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: GCMCTBC función

Especificación:

$$\text{GCMCTBC} = \begin{cases} \text{Si existe la base conceptual y existe el marco conceptual} \rightarrow \\ \text{Si } \#TBCT = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si } \#TBCT > 0 \rightarrow (\text{NCTMCBCT} / \#TBCT) \times 100 \\ \text{Sino} \rightarrow 0. \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Nivel de Correspondencia entre Términos del Marco Conceptual y la Base Conceptual Terminológica (NCTMCBCT)

Número de Términos en la Base Conceptual Terminológica (#TBCT)

Atributo: *Disponibilidad de la Metodología*

Métrica Directa:

Código: M.1.3.1.1

Nombre: Existencia de la Metodología (EM)

Objetivo: Determinar si la estrategia posee indicación explícita de una metodología.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de EM

Especificación: Un evaluador a partir de los valores permitidos del tipo de escala analiza y determina el valor de la medida. Es *disponible* cuando la estrategia posee indicación de una metodología en la documentación, caso contrario, es *no disponible*.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No Disponible

Descripción: La estrategia no posee una metodología.

Valor Numérico: 1

Nombre: Disponible

Descripción: La estrategia posee una metodología.

Atributo: *Complejidad de la Asignación de Métodos a Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.3.1.2

Nombre: Grado de Complejidad de la Asignación de Métodos a Actividades (GCAMA)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades (enunciadas) que poseen indicación explícita de un método definido que la soporte con respecto al total de actividades enunciadas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCAMA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: GCAMA función

Especificación:

GCAMA = $\begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow (\#AMeD / \text{TAE}) \times 100 \end{cases}$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Número de Actividades con Método Definido (#AMeD)

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Atributo: *Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología*

Métrica Directa:

Código: M.1.3.1.3

Nombre: Grado de Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología (GDHAM)

Objetivo: Cuantificar el grado en que la metodología posee indicación explícita de herramienta/s que la automatice parcial o totalmente.

Comentario: Una metodología implica un conjunto de métodos.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de GDHAM Soportada Completamente

Especificación:

	No Soportada	→ Si la metodología no es soportada por una herramienta.
GDHAM =	Soportada Parcialmente	→ Si la metodología es parcialmente soportada por al menos una herramienta.
	Soportada Completamente	→ Si la metodología es completamente soportada por al menos una herramienta.

Referencias:

Tipo: Subjetivo

Escala Categórica:

Tipo de Valor: Símbolo

Tipo de Escala: Ordinal

Valores Permitidos:

Valor Numérico: 0

Nombre: No Soportada

Descripción: La metodología no es soportada por una herramienta.

Valor Numérico: 1

Nombre: Soportada Parcialmente

Descripción: La metodología es parcialmente soportada por al menos una herramienta.

Valor Numérico: 2

Nombre: Soportada Completamente

Descripción: La metodología es completamente soportada por al menos una herramienta.

Atributo: *Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.3.2.1

Nombre: Grado de Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual (GCMTBC)

Objetivo: Determinar la proporción entre los términos de la metodología que se corresponden con los términos definidos en la base conceptual respecto del total de términos definidos en la base conceptual.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCMTBC

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: Función GCMTBC

Especificación:

$$\text{GCMTBC} = \begin{cases} \text{Si existe base conceptual terminológica y metodología} \rightarrow \\ \text{Si } \#CBCT = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si } \#CBCT > 0 \rightarrow (\text{NCTMBCT} / \#CBCT) \times 100. \\ \text{Sino} \rightarrow 0. \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métrica Relacionada:

Nivel de Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica (NCTMBCT)

Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica (#CBCT)

B.3. Definición de métricas relacionadas

Atributo: *Cantidad de Actividades Enunciadas*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.1.1.a, RM.1.1.1.2.c, RM.1.1.1.4.c, RM.1.1.1.5.b, RM.1.1.3.1.2.b, RM.1.1.3.3.2.b, RM.1.3.1.2.b

Nombre: Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas que forman parte del proceso.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de TAE

Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. El nombre o la etiqueta de cada actividad enunciada debe ser semánticamente distinta. Las actividades que son iguales pero que son nombradas de distinta forma sólo deben agregarse una vez.

Referencias:

Tipo: Objetivo
Escala Numérica:
Representación: Discreta
Tipo de Valor: Entero
Tipo de Escala: Absoluta
Unidad: Actividad

Atributo: *Cantidad de Actividades Mínimamente Descriptas*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.1.1.b, RM.1.1.1.2.d
Nombre: Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)
Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que están mínimamente descriptas.
Referencias:
Precisión:
Autor: Fernanda Papa
Versión: 0.1
Método de Medición:
Nombre: Determinación de #AMD
Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente que esté mínimamente descripta (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. La descripción puede estar junta o dispersa dentro de la documentación. En caso de que esté dispersa, debe existir una relación o enlace explícito que indique su correspondencia.
Referencias:
Tipo: Objetivo
Escala Numérica:
Representación: Discreta
Tipo de Valor: Entero
Tipo de Escala: Absoluta
Unidad: Actividad

Atributo: *Cantidad de Actividades Completamente Descriptas*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.1.2.a
Nombre: Número de Actividades Completamente Descriptas (#ACD)
Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que están completamente descriptas.
Referencias:
Precisión:
Autor: Fernanda Papa
Versión: 0.1
Método de Medición:
Nombre: Determinación de #ACD
Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente que esté completamente descripta (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. La descripción puede estar junta o dispersa dentro de la documentación. En caso de que esté dispersa, debe existir relación o enlace explícito que indique su correspondencia.
Referencias:
Tipo: Objetivo
Escala Numérica:

Representación: Discreta
Tipo de Valor: Entero
Tipo de Escala: Absoluta
Unidad: Actividad

Atributo: *Cantidad de Actividades Parcialmente Descriptas*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.1.2.b

Nombre: Número de Actividades Parcialmente Descriptas (#APD)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que están parcialmente descriptas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #APD

Especificación: Agregar uno por cada actividad diferente que esté parcialmente descripta (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. La descripción puede estar junta o dispersa dentro de la documentación. En caso de que esté dispersa, debe existir relación o enlace explícito que indique su correspondencia.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

Atributo: *Cantidad de Actividades Formalmente Descriptas*

Métrica Directa:

Código: RM. 1.1.1.4.a

Nombre: Número de Actividades Formalmente Descriptas (#AFD)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que están formalmente descriptas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #AFD

Especificación: Agregar uno por cada actividad diferente que esté formalmente descripta (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. Note que UML, Petri Net, SPEM, etc. son lenguajes de especificación sintáctica y semánticamente bien formados.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

Atributo: *Cantidad de Actividades Semiformalmente Descriptas*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.1.4.b

Nombre: Número de Actividades Semiformalmente Descriptas (#ASD)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades del proceso que están semiformalmente descriptas.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #ASD

Especificación: Agregar uno por cada actividad diferente que esté semiformalmente descripta (ver definición del atributo) encontrada en la documentación. Note que el pseudocódigo o un gráfico, entre otros, pueden no ser sintáctica y semánticamente bien formados.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

Atributo: *Cantidad de Artefactos Enunciados*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.2.1.a, RM.1.1.2.2.c, RM.1.1.3.2.2.b

Nombre: Número Total de Artefactos Enunciados (TArE)

Objetivo: Cuantificar el número de artefactos enunciados que forman parte del proceso.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de TArE

Especificación: Agregar uno por cada artefacto enunciado diferente (ver definición del atributo) encontrado en la documentación. El nombre o la etiqueta de cada artefacto enunciado debe ser semánticamente distinta.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Artefacto

Atributo: *Cantidad de Artefactos Mínimamente Descriptos*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.2.1.b, RM.1.1.2.2.b

Nombre: Número de Artefactos Mínimamente Descriptos (#ArMD)

Objetivo: Cuantificar el número de artefactos enunciados del proceso que están mínimamente descriptos.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #ArMD

Especificación: Agregar uno por cada artefacto enunciado diferente que esté mínimamente descripto (ver definición del atributo) encontrado en la documentación. La descripción puede estar junta o dispersa dentro de la documentación. En caso de que esté dispersa, debe existir relación o enlace explícito que indique su correspondencia.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Artefacto

Atributo: *Cantidad de Artefactos Completamente Descriptos*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.2.2.a

Nombre: Número de Artefactos Completamente Descriptos (#ArCD)

Objetivo: Cuantificar el número de artefactos enunciados involucrados en el proceso que están completamente descriptos.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #ArCD

Especificación: Agregar uno por cada artefacto enunciado diferente que esté completamente descripto (ver definición del atributo) encontrado en la documentación. La descripción puede estar junta o dispersa dentro de la documentación. En caso de que esté dispersa, debe existir relación o enlace explícito que indique su correspondencia.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Artefacto

Atributo: *Disponibilidad de Actividades en la Vista Funcional*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.3.1.2.a

Nombre: Número de Actividades en la Vista Funcional (#AVF)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas que están modeladas desde el punto de vista funcional.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #AVF

Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente que esté modelada desde el punto de vista funcional (ver descripción del atributo) encontrada en la documentación.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

Atributo: *Disponibilidad de Artefactos en la Vista Informacional*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.3.2.2.a

Nombre: Número de Artefactos en la Vista Informacional (#ArVI)

Objetivo: Cuantificar el número de artefactos enunciados que están modelados desde el punto de vista informacional.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #ArVI

Especificación: Agregar uno por cada artefacto enunciado diferente que esté modelado desde el punto de vista informacional (ver descripción del atributo) en la documentación.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Artefacto

Atributo: *Disponibilidad de Actividades en la Vista de Comportamiento*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.3.3.2.a

Nombre: Número de Actividades en la Vista de Comportamiento (#AVC)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas que están modeladas desde el punto de vista de comportamiento.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #AVC

Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente que esté modelada desde el punto de vista de comportamiento (ver descripción del atributo) en la documentación

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

Atributo: *Cantidad de Roles Enunciados*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.3.4.2.a

Nombre: Número Total de Roles Enunciados (TRE)

Objetivo: Cuantificar el número de roles enunciados que forman parte del proceso.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de TRE

Especificación: Agregar uno por cada rol enunciado diferente (ver definición del atributo) encontrado en la documentación. El nombre o la etiqueta de cada rol enunciado debe ser semánticamente distinta.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Rol

Atributo: *Disponibilidad de Roles en la Vista Organizacional*

Métrica Directa:

Código: RM.1.1.3.4.2.a

Nombre: Número de Roles en la Vista Organizacional (#RVO)

Objetivo: Cuantificar el número de roles enunciados que están modelados desde el punto de vista organizacional.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #RVO

Especificación: Agregar uno por cada rol enunciado diferente que esté modelado en la vista organizacional (ver descripción del atributo) en la documentación.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Rol

Atributo: *Correspondencia entre Términos en la Descripción del Proceso y la Base Conceptual*

Métrica Directa:

Código: RM. A.1.1.4.1.b

Nombre: Nivel de Correspondencia entre la Descripción del Proceso y la Base Conceptual (NCDPBC)

Objetivo: Cuantificar el número de términos que están presentes en la descripción del proceso y forman parte de los conceptos de la base conceptual terminológica.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de NCDPBC

Especificación: Agregar uno por cada término diferente utilizado en la descripción del proceso que esté enunciado y definido como concepto en la base conceptual.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Término

Atributo: *Cantidad de Términos Definidos en Estándares*

Métrica Directa:

Código: RM.1.2.2.1.a

Nombre: Número Total de Términos Definidos en Estándares (TTEE)

Objetivo: Cuantificar el número de términos que están definidos en un estándar de dominio.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de TTEE

Especificación: Agregar uno por cada término diferente que se encuentra enunciado y definido en un estándar de dominio (ver definición del atributo).

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Término

Atributo: *Correspondencia entre Términos Definidos en la Base Conceptual y Estándares*

Métrica Directa:

Código: RM.1.2.2.1.b

Nombre: Nivel de Correspondencia entre Términos Definidos en la Base Conceptual y Estándares (NCTDBCE)

Objetivo: Cuantificar el número de términos definidos en la base conceptual terminológica que se corresponden con los términos definidos en un estándar.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de NCTDBCE

Especificación: Es cero si no existe la base conceptual terminológica o estándares de dominio. En otro caso, agregar uno por cada término diferente presente en un estándar de dominio y en la base conceptual terminológica (ver definición del atributo).

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Término

Atributo: *Cantidad de Términos en la Base Conceptual Terminológica*

Métrica Directa:

Código: RM.1.2.3.1.a, RM.1.3.2.1.b

Nombre: Número de Términos en la Base Conceptual Terminológica (#TBCT)

Objetivo: Cuantificar el número de términos que forman parte de la base conceptual terminológica.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #TBCT

Especificación: Agregar uno por cada término enunciado y definido diferente presente en la base conceptual terminológica (ver definición del atributo). Si no existe la base conceptual terminológica es cero.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Término

Atributo: *Cantidad de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica*

Métrica Directa:

Código: RM.1.2.3.1.a, RM.1.3.2.1.b

Nombre: Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica (#CBCT)

Objetivo: Cuantificar el número de conceptos que forman parte de la base conceptual terminológica.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #CBCT

Especificación: Agregar uno por cada concepto enunciado y definido diferente presente en la base conceptual terminológica (ver definición del atributo). Si no existe la base conceptual terminológica es cero.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Término

Atributo: *Correspondencia entre Términos del Marco Conceptual y la Base Conceptual Terminológica*

Métrica Directa:

Código: RM.1.2.3.1.b

Nombre: Nivel de Correspondencia entre Términos del Marco Conceptual y la Base Conceptual Terminológica (NCTMCBCT)

Objetivo: Cuantificar el número de términos que están presentes tanto en el marco conceptual como en la base conceptual terminológica.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de NCTMCBCT

Especificación: Agregar uno por cada término diferente presente en el marco conceptual y en la base conceptual terminológica (ver definición del atributo). Si no existe la base conceptual terminológica o el marco conceptual el valor es cero.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Término

Atributo: *Cantidad de Actividades con Método Definido*

Métrica Directa:

Código: RM.1.3.1.2.a

Nombre: Número de Actividades con Método Definido (#AMeD)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas que poseen indicación explícita de un método definido que la soporte.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #AMeD

Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente que posea indicación explícita de un método (ver definición del atributo) encontrada en la documentación.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

Atributo: *Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica*

Métrica Directa:

Código: RM.1.3.2.1.a

Nombre: Nivel de Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica (NCTMBCT)

Objetivo: Cuantificar el número de términos que están presentes tanto en la metodología como en la base conceptual terminológica.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de NCTMBCT

Especificación: Agregar uno por cada término diferente presente en la metodología y en la base conceptual terminológica (ver definición del atributo). Si no existe la base conceptual terminológica o la metodología el valor es cero.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Término

Atributo: *Cantidad de Actividades con Rol Asignado*

Métrica Directa:

Código: RM. 1.1.1.5.a

Nombre: Número de Actividades con Rol Asignado (#ARA)

Objetivo: Cuantificar el número de actividades enunciadas del proceso que poseen indicación explícita de rol.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Método de Medición:

Nombre: Determinación de #ARA

Especificación: Agregar uno por cada actividad enunciada diferente que posea indicación explícita de rol (ver definición del atributo) encontrada en la documentación.

Referencias:

Tipo: Objetivo

Escala Numérica:

Representación: Discreta

Tipo de Valor: Entero

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Actividad

ANEXO C: Especificación de indicadores

C.1. Criterios comunes

Modelo Global:

Función:

Nombre: LSP

Especificación:

$$GI(r) = (W_1 * I_1^r + W_2 * I_2^r + \dots + W_m * I_m^r)^{1/r}$$

donde:

- GI representa el indicador parcial o global a ser calculado.
- I_i son los valores de los indicadores del nivel más bajo, $0 \leq I_i \leq 100$
- W_i representa los pesos, $(W_1 + W_2 + \dots + W_m) = 1$; $W_i > 0$; $i = 1 \dots m$
- r es un coeficiente conjuntivo/disjuntivo para el modelo de agregación LSP.

Escala Numérica:

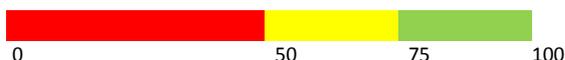
Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Acrónimo: %

Criterio de Decisión / Niveles de Aceptabilidad:

- | | |
|---|---|
| Si $0 \leq X < 50$: | “Insatisfactorio” indica que acciones de cambio deben tomarse con una alta prioridad. |
| Si $50 \leq X < 75$: | “marginal” indica una necesidad de acciones de mejora. |
| Si $75 \leq X \leq 100$: | “Satisfactorio” indica una calidad satisfactoria de la característica analizada. |



Documentación

Cuando se refiere a *documentación* en la definición de las métricas significa documentos o artículos científicos publicados de acceso público que traten sobre la estrategia a evaluar.

En caso de tener más de un documento que trata del mismo tema se tomará siempre el más reciente.

C.2. Indicadores Elementales

Recordar que el criterio de decisión y la escala fueron definidos en los criterios comunes.

Atributo: *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades

Acrónimo: (NS_DDA)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DDA

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DDA

Especificación: NS_DDA = GDDA

Atributo: *Complejidad de la Descripción de las Actividades*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Complejidad de la Descripción de las Actividades

Acrónimo: (NS_CDA)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CDA

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CDA

Especificación: NS_CDA = GCDA

Atributo: *Granularidad del Proceso*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso

Acrónimo: (NS_GP)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_GP

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_GP

Especificación:

	No Existe	→0%
	Baja	→30%
NS_GP =	Media	→70%
	Alta	→100%

Atributo: *Formalidad de la Descripción de las Actividades*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Formalidad de la Descripción de las Actividades

Acrónimo: (NS_FDA)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_FDA

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_FDA

Especificación: NS_FDA = GFDA

Atributo: *Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades

Acrónimo: (NS_DARA)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DARA

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DARA

Especificación: NS_DARA = GDARA

Atributo: *Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos

Acrónimo: (NS_DDAr)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DDAr

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DDAr

Especificación: NS_DDAr = GDDAr

Atributo: *Complejidad de la Descripción de los Artefactos*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Complejidad de la Descripción de los Artefactos

Acrónimo: (NS_CDAr)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CDAr

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CDAr

Especificación: NS_CDAr = GCDAr

Atributo: *Granularidad de los Artefactos*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos

Acrónimo: (NS_GAr)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_GAr

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_GAr

Especificación:

	No Existe	→0%
	Baja	→30%
NS_ GAr =	Media	→70%
	Alta	→100%

Atributo: *Disponibilidad de la Vista Funcional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Funcional

Acrónimo: (NS_DVF)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DVF

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DVF

Especificación:

	No Disponible	→0%
NS_DVF =	Disponible	→100%

Atributo: *Completitud de la Vista Funcional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Funcional

Acrónimo: (NS_CVF)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CVF

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CVF

Especificación: NS_CVF = GCVF

Atributo: *Granularidad de la Vista Funcional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Funcional

Acrónimo: (NS_GVF)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: NS_GVF Determinación de

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: NS_GVF Modelo Elemental

Especificación:

	No Existe	→0%
NS_ GVF =	Baja	→30%
	Media	→ 70%
	Alta	→100%

Atributo: *Disponibilidad de la Vista Informacional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Informacional

Acrónimo: (NS_DVI)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DVI

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DVI

Especificación:

	No Disponible	→ 0%
NS_DVI =	Disponible	→100%

Atributo: *Complejidad de la Vista Informacional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Complejidad de la Vista Informacional

Acrónimo: (NS_CVI)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CVI

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CVI

Especificación: NS_CVI = GCVI

Atributo: *Granularidad de la Vista Informacional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Informacional

Acrónimo: (NS_GVI)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_GVI

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_GVI

Especificación:

	No existe	→0%
	Baja	→30%
NS_GVI =	Media	→70%
	Alta	→100%

Atributo: *Disponibilidad de la Vista de Comportamiento*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista de Comportamiento

Acrónimo: (NS_DVC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DVC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DVC

Especificación:

	No Disponible	→ 0%
NS_DVC =	Disponible	→100%

Atributo: *Complejidad de la Vista de Comportamiento*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Complejidad de la Vista de Comportamiento

Acrónimo: (NS_CVC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CVC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CVC

Especificación: NS_CVC = GCVC

Atributo: *Granularidad de la Vista de Comportamiento*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista de Comportamiento

Acrónimo: (NS_GBC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_GBC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_GBC

Especificación:

	No existe	→0%
	Baja	→30%
NS_GBC =	Media	→70%
	Alta	→100%

Atributo: *Disponibilidad de la Vista Organizacional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Organizacional

Acrónimo: (NS_DVO)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DVO

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DVO

Especificación:

	No Disponible	→0%
NS_DVO =	Disponible	→100%

Atributo: *Complejidad de la Vista Organizacional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Complejidad de la Vista Organizacional

Acrónimo: (NS_CVO)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CVO

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CVO

Especificación: NS_CVO = GCVO

Atributo: *Granularidad de la Vista Organizacional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Organizacional

Acrónimo: (NS_GVO)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_GVO

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_GVO

Especificación:

	No existe	→0%
	Baja	→30%
NS_GVO =	Media	→70%
	Alta	→100%

Atributo: *Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual

Acrónimo: (NS_CPTBC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.50

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CPTBC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CPTBC

Especificación: NS_CPTBC = GCPTBC

Atributo: *Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E

Acrónimo: (NS_CPEPME)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.50

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CPEPME

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CPEPME

Especificación:

	No Adhiere	→0%
NS_CPEPME =	Adhiere Parcialmente	→50%
	Adhiere Totalmente	→100%

Atributo: *Modularidad del Marco Conceptual*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Modularidad del Marco Conceptual

Acrónimo: (NS_MMC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.50

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_MMC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_MMC

Especificación:

	Ninguna	→ 0
NS_MMC =	Baja	→50%
	Alta	→100%

Atributo: *Formalidad del Modelado del Marco Conceptual*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Formalidad del Modelado del Marco Conceptual

Acrónimo: (NS_FMoMC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.50

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_FMoMC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_FMoMC

Especificación:

	Ninguno	→0%
NS_FMoMC =	Semiformal	→50%
	Formal	→100%

Atributo: *Complejidad de la Base Conceptual*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Complejidad de la Base Conceptual

Acrónimo: (NS_CBC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.50

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CBC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CBC

Especificación: NS_CBC = GCBC

Atributo: *Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual

Acrónimo: (NS_REBC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.50

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_REBC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_REBC

Especificación:

	Ninguna	→0%
NS_REBC =	Baja	→30%
	Media	→70%

Alta →100%

Atributo: *Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual

Acrónimo: (NS_CMCTBC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 1

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CMCTBC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CMCTBC

Especificación: NS_CMCTBC = GCMCTBC

Atributo: *Disponibilidad de la Metodología*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Metodología

Acrónimo: (NS_DM)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DM

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DM

Especificación:

	No Disponible	→0%
NS_DM =	Disponible	→100%

Atributo: *Complejidad de la Asignación de Métodos a Actividades*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Complejidad de la Asignación de Métodos a Actividades

Acrónimo: (NS_CAMA)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.40

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CAMA

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CAMA

Especificación: NS_CAMA = GCAMA

Atributo: *Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología

Acrónimo: (NS_DHAM)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DHAM

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DHAM

Especificación:

	No Soportada	→0%
NS_DHAM =	Soportada Parcialmente	→50%
	Soportada Completamente	→100%

Atributo: *Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual

Acrónimo: (NS_CMTBC)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 1

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_CMTBC

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_CMTBC

Especificación: NS_CMTBC = GCMTBC

C.3. Pesos y operadores

1. Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)		C-
1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso	0.33	C--
1.1.1. Adecuación de las Actividades	0.35	A
1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	0.3	
1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades	0.2	
1.1.1.3. Granularidad del Proceso	0.2	
1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades	0.2	
1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	0.1	
1.1.2. Adecuación de los Artefactos	0.1	A
1.1.2.1. Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	0.5	
1.1.2.2. Completitud de la Descripción de los Artefactos	0.4	
1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos	0.1	
1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso	0.2	DA
1.1.3.1. Adecuación de la Vista Funcional	0.3	A
1.1.3.1.1. Disponibilidad de la Vista Funcional	0.3	
1.1.3.1.2. Completitud de la Vista Funcional	0.3	
1.1.3.1.3. Granularidad de la Vista Funcional	0.4	
1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional	0.25	A
1.1.3.2.1. Disponibilidad de la Vista Informacional	0.4	
1.1.3.2.2. Completitud de la Vista Informacional	0.4	
1.1.3.2.3. Granularidad de la Vista Informacional	0.2	
1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento	0.3	A
1.1.3.3.1. Disponibilidad de la Vista de Comportamiento	0.3	
1.1.3.3.2. Completitud de la Vista de Comportamiento	0.3	
1.1.3.3.3. Granularidad de la Vista de Comportamiento	0.4	
1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional	0.15	A
1.1.3.4.1. Disponibilidad de la Vista Organizacional	0.4	
1.1.3.4.2. Completitud de la Vista Organizacional	0.4	
1.1.3.4.3. Granularidad de la Vista Organizacional	0.2	
1.1.4. Conformidad del Proceso	0.35	A
1.1.4.1. Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	0.8	
1.1.4.2. Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	0.2	
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	0.33	C--
1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual	0.3	A
1.2.1.1. Modularidad del Marco Conceptual	0.5	
1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	0.5	
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual	0.4	A
1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual	0.4	
1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	0.6	
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual	0.3	A
1.2.3.1. Conformidad del MC a la Terminología de la Base Conceptual	1	
1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología	0.33	C--
1.3.1. Adecuación de la Metodología	0.4	A
1.3.1.1. Disponibilidad de la Metodología	0.4	
1.3.1.2. Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	0.4	
1.3.1.3. Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	0.2	
1.3.2. Conformidad de la Metodología	0.6	A
1.3.2.1. Conformidad de la Met. a la Terminología de la Base Conceptual	1	

Tabla 52. Definición de pesos y operadores utilizados para el calcular el modelo parcial/global.

ANEXO D: *Recolección de mediciones*

D.1. Valores medidos para GOCAME

Código	Métricas Directa	Abreviatura	Valor
1	Número Total de Actividades Enunciadas	TAE	47
2	Número de Actividades Mínimamente Descriptas	#AMD	15
3	Número de Actividades Completamente Descriptas	#ACD	0
4	Número de Actividades Parcialmente Descriptas	#APD	10
5 M.1.1.1.3	Grado de Granularidad del Proceso	GGP	Media
6	Número de Actividades Formalmente Descriptas	#AFD	47
7	Número de Actividades Semiformalmente Descriptas	#ASD	0
8	Número de Actividades con Rol Asignado	#ARA	0
9	Número de Artefactos Mínimamente Descriptos	#ArMD	0
10	Número Total de Artefactos Enunciados	TArE	31
11	Número de Artefactos Completamente Descriptos	#ArCD	0
12 M. 1.1.2.3	Grado de Granularidad de los Artefactos	GGAr	Baja
13 M.1.1.3.1.1	Existencia de la Vista Funcional	EVF	Disponible
14	Número de Actividades en la Vista Funcional	#AVF	47
15 M. 1.1.3.1.3	Grado de Granularidad de la Vista Funcional	GGVF	Media
16 M.1.1.3.2.1	Existencia de la Vista Informacional	EVI	Disponible
17	Número de Artefactos en la Vista Informacional	#ArVI	28
18 M.1.1.3.2.3	Grado de Granularidad de la Vista Informacional	GGVI	Media
19 M.1.1.3.3.1	Existencia de la Vista de Comportamiento	EVC	Disponible
20	Número de Actividades en la Vista de Comportamiento	#AVC	47
21 M. 1.1.3.3.3	Grado de Granularidad de la Vista de Comportamiento	GGVC	Media
22 M.1.1.3.4.1	Existencia de la Vista Organizacional	EVO	No Disponible
23	Número Total de Roles Enunciados	TRE	2
24	Número de Roles en la Vista Organizacional	#RVO	0
25 M.1.1.3.4.3	Grado de Granularidad de la Vista Organizacional	GGVO	No existe
26	Número de Términos en la Base Conceptual Terminológica	#TBCT	102
27	Nivel de Correspondencia entre la Descripción del Proceso y la Base Conceptual	NCDPBC	36
28 M. 1.1.4.2	Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	GCPEPME	Adhiere Parcialmente
29 M.1.2.1.1	Grado de Modularidad del Marco Conceptual	GMMC	Baja
30 M.1.2.1.2	Grado de Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	GFMoMC	Formal

31	Número Total de Términos Definidos en Estándares	TTEE	75
32	Nivel de Correspondencia entre Términos Definidos en la Base Conceptual y Estándares	NCTDBCE	16
33	M.1.2.2.2 Grado de Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	GREBC	Alta
34	Nivel de Correspondencia entre Términos del Marco Conceptual y la Base Conceptual Terminológica	NCTMCBCT	86
35	M.1.3.1.1 Existencia de la Metodología	EM	Disponible
36	Número de Actividades con Método Definido	#AMeD	39
37	M.1.3.1.3 Grado de Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	GDHAM	Soportada Parcialmente
38	Nivel de Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica	NCTMBCT	28
39	Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica	#CBCT	38

Tabla 53. Valores medidos de GOCAME obtenidos a partir de las métricas directas.

Codigo	Métricas Indirectas	Abreviatura	Valor
M.1.1.1.1	Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	GDDA	46,53
M.1.1.1.2	Grado de Completitud de la Descripción de las Actividades	GCDAr	14,40
M.1.1.1.3	Grado de Granularidad del Proceso	GGP	Media
M.1.1.1.4	Grado de Formalidad de la Descripción de las Actividades	GFDA	61,39
M.1.1.1.5	Grado de Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	GDARA	17,82
M.1.1.2.1	Grado de Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	GDDAr	27,59
M.1.1.2.2	Grado de Completitud de la Descripción de los Artefactos	GCDAr	26,96
M.1.1.2.3	Grado de Granularidad de los Artefactos	GGAr	Media
M.1.1.3.1.1	Existencia de la Vista Funcional	EVF	Disponible
M.1.1.3.1.2	Grado de Completitud de la Vista Funcional	GCVF	61,39
M.1.1.3.1.3	Grado de Granularidad de la Vista Funcional	GGVF	Media
M.1.1.3.2.1	Existencia de la Vista Informacional	EVI	Disponible
M.1.1.3.2.2	Grado de Completitud de la Vista Informacional	GCVI	72,41
M.1.1.3.2.3	Grado de Granularidad de la Vista Informacional	GGVI	Baja
M.1.1.3.3.1	Existencia de la Vista de Comportamiento	EVC	Disponible
M.1.1.3.3.2	Grado de Completitud de la Vista de Comportamiento	GCVC	61,39

M. 1.1.3.3.3	Grado de Granularidad de la Vista de Comportamiento	GGVC	Baja
M.1.1.3.4.1	Existencia de la Vista Organizacional	EVO	Disponible
M.1.1.3.4.2	Grado de Completitud de la Vista Organizacional	GCVO	44,44
M.1.1.3.4.3.	Grado de Granularidad de la Vista Organizacional	GGVO	Baja
M.1.1.4.1.	Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	GCPTBC	88,89
M. 1.1.4.2.	Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	GCPEPME	No Adhiere
M.1.2.1.1	Grado de Modularidad del Marco Conceptual	GMMC	Ninguna
M.1.2.1.2	Grado de Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	GFMoMC	Formal
M.1.2.2.1	Grado de Completitud de la Base Conceptual	GCBC	1,33
M.1.2.2.2	Grado de Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	GREBC	Baja
M.1.3.2.1	Grado de Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	GCMCTBC	81,82
M.1.3.1.1	Existencia de la Metodología	EM	Disponible
M.1.3.1.2	Grado de Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	GCAMA	29,70
M.1.3.1.3	Grado de Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	GDHAM	No Soportada
M.1.3.2.1	Grado de Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	GCMTBC	61,11

Tabla 54. Valores medidos y calculados de GOCAME a partir de las métricas directas e indirectas.

D.2. Valores medidos para GQM⁺Strategies

Código	Métricas Directa	Abreviatura	Valor
1	Número Total de Actividades Enunciadas	TAE	101
2	Número de Actividades Mínimamente Descriptas	#AMD	25
3	Número de Actividades Completamente Descriptas	#ACD	0
4	Número de Actividades Parcialmente Descriptas	#APD	22
5 M.1.1.1.3	Grado de Granularidad del Proceso	GGP	Media
6	Número de Actividades Formalmente Descriptas	#AFD	62
7	Número de Actividades Semiformalmente Descriptas	#ASD	0
8	Número de Actividades con Rol Asignado	#ARA	18
9	Número de Artefactos Mínimamente Descriptos	#ArMD	8
10	Número Total de Artefactos Enunciados	TArE	29
11	Número de Artefactos Completamente Descriptos	#ArCD	7
12 M. 1.1.2.3	Grado de Granularidad de los Artefactos	GGAr	Media
13 M.1.1.3.1.1	Existencia de la Vista Funcional	EVF	Disponible
14	Número de Actividades en la Vista Funcional	#AVF	62
15 M. 1.1.3.1.3	Grado de Granularidad de la Vista Funcional	GGVF	Media
16 M.1.1.3.2.1	Existencia de la Vista Informacional	EVI	Disponible
17	Número de Artefactos en la Vista Informacional	#ArVI	21
18 M.1.1.3.2.3	Grado de Granularidad de la Vista Informacional	GGVI	Baja
19 M.1.1.3.3.1	Existencia de la Vista de Comportamiento	EVC	Disponible
20	Número de Actividades en la Vista de Comportamiento	#AVC	62
21 M. 1.1.3.3.3	Grado de Granularidad de la Vista de Comportamiento	GGVC	Baja
22 M.1.1.3.4.1	Existencia de la Vista Organizacional	EVO	Disponible
23	Número Total de Roles Enunciados	TRE	9
24	Número de Roles en la Vista Organizacional	#RVO	4
25 M.1.1.3.4.3	Grado de Granularidad de la Vista Organizacional	GGVO	Baja

26	Número de Términos en la Base Conceptual Terminológica	#TBCT	22
27	Nivel de Correspondencia entre la Descripción del Proceso y la Base Conceptual	NCDPBC	16
28	M. 1.1.4.2 Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	GCPEPME	No Adhiere
29	M.1.2.1.1 Grado de Modularidad del Marco Conceptual	GMMC	Ninguna
30	M.1.2.1.2 Grado de Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	GFMoMC	Formal
31	Número Total de Términos Definidos en Estándares	TTEE	75
32	Nivel de Correspondencia entre Términos Definidos en la Base Conceptual y Estándares	NCTDBCE	1
33	M.1.2.2.2 Grado de Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	GREBC	Baja
34	Nivel de Correspondencia entre Términos del Marco Conceptual y la Base Conceptual Terminológica	NCTMCBCT	18
35	M.1.3.1.1 Existencia de la Metodología	EM	Disponible
36	Número de Actividades con Método Definido	#AMeD	30
37	M.1.3.1.3 Grado de Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	GDHAM	No Soportada
38	Nivel de Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica	NCTMBCT	11
39	Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica	#CBCT	18

Tabla 55. Valores medidos de GQM⁺ Strategies obtenidos a partir de las métricas directas.

Codigo	Métricas Indirectas	Abreviatura	Valor
M.1.1.1.1	Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	GDDA	46,53
M.1.1.1.2	Grado de Completitud de la Descripción de las Actividades	GCD A	14,40
M.1.1.1.3	Grado de Granularidad del Proceso	GGP	Media
M.1.1.1.4	Grado de Formalidad de la Descripción de las Actividades	GFDA	61,39
M.1.1.1.5	Grado de Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	GDARA	17,82
M.1.1.2.1	Grado de Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	GDDAr	27,59
M.1.1.2.2	Grado de Completitud de la Descripción de los Artefactos	GCDAr	26,96
M. 1.1.2.3	Grado de Granularidad de los Artefactos	GGAr	Media
M.1.1.3.1.1	Existencia de la Vista Funcional	EVF	Disponible
M.1.1.3.1.2	Grado de Completitud de la Vista Funcional	GCVF	61,39

M. 1.1.3.1.3	Grado de Granularidad de la Vista Funcional	GGVF	Media
M.1.1.3.2.1	Existencia de la Vista Informacional	EVI	Disponible
M.1.1.3.2.2	Grado de Completitud de la Vista Informacional	GCVI	72,41
M.1.1.3.2.3	Grado de Granularidad de la Vista Informacional	GGVI	Baja
M.1.1.3.3.1	Existencia de la Vista de Comportamiento	EVC	Disponible
M.1.1.3.3.2	Grado de Completitud de la Vista de Comportamiento	GCVC	61,39
M. 1.1.3.3.3	Grado de Granularidad de la Vista de Comportamiento	GGVC	Baja
M.1.1.3.4.1	Existencia de la Vista Organizacional	EVO	Disponible
M.1.1.3.4.2	Grado de Completitud de la Vista Organizacional	GCVO	44,44
M.1.1.3.4.3	Grado de Granularidad de la Vista Organizacional	GGVO	Baja
M.1.1.4.1.	Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	GCPTBC	88,89
M. 1.1.4.2.	Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	GCPEPME	No Adhiere
M.1.2.1.1	Grado de Modularidad del Marco Conceptual	GMMC	Ninguna
M.1.2.1.2	Grado de Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	GFMoMC	Formal
M.1.2.2.1	Grado de Completitud de la Base Conceptual	GCBC	1,33
M.1.2.2.2	Grado de Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	GREBC	Baja
M.1.3.2.1	Grado de Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	GCMCTBC	81,82
M.1.3.1.1	Existencia de la Metodología	EM	Disponible
M.1.3.1.2	Grado de Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	GCAMA	29,70
M.1.3.1.3	Grado de Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	GDHAM	No Soportada
M.1.3.2.1	Grado de Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	GCMTBC	61,11

Tabla 56. Valores medidos y calculados de GQM⁺ Strategies a partir de las métricas directas e indirectas.

ANEXO E: *Cálculo de indicadores*

E.1. Valores calculados para GOCAME

1.Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)	66,48	Marginal
1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso	58,88	Marginal
1.1.1.Adecuación de las Actividades	46,67	Insatisfactorio
1.1.1.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	31,91	Insatisfactorio
1.1.1.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Descripción de las Actividades	15,47	Marginal
1.1.1.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso	70,00	Marginal
1.1.1.4.Nivel de Satisfacción de la Formalidad de la Descripción de las Actividades	100,00	Satisfactorio
1.1.1.5.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	0,00	Insatisfactorio
1.1.2.Adecuación de los Artefactos	3,00	Insatisfactorio
1.1.2.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	0,00	Insatisfactorio
1.1.2.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Descripción de los Artefactos	0,00	Insatisfactorio
1.1.2.3. Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos	30,00	Insatisfactorio
1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso	83,56	Satisfactorio
1.1.3.1.Adecuación de la Vista Funcional	88,00	Satisfactorio
1.1.3.1.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Funcional	100,00	Satisfactorio
1.1.3.1.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Funcional	100,00	Satisfactorio
1.1.3.1.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Funcional	70,00	Marginal
1.1.3.2.Adecuación de la Vista Informacional	82,13	Satisfactorio
1.1.3.2.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Informacional	100,00	Satisfactorio
1.1.3.2.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Informacional	90,32	Satisfactorio
1.1.3.2.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Informacional	30,00	Marginal
1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento	88,00	Satisfactorio
1.1.3.3.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista de Comportamiento	100,00	Satisfactorio
1.1.3.3.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista de Comportamiento	100,00	Satisfactorio

1.1.3.3.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista de Comportamiento	70,00	Marginal
1.1.3.4.Adecuación de la Vista Organizacional	0,00	Insatisfactorio
1.1.3.4.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Organizacional	0,00	Insatisfactorio
1.1.3.4.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Organizacional	0,00	Insatisfactorio
1.1.3.4.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Organizacional	0,00	Insatisfactorio
1.1.4.Conformidad del Proceso	85,79	Satisfactorio
1.1.4.1. Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	94,74	Satisfactorio
1.1.4.2.Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	50,00	Marginal
1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	75,09	Satisfactorio
1.2.1.Adecuación del Marco Conceptual	75,00	Satisfactorio
1.2.1.1.Nivel de Satisfacción de la Modularidad del Marco Conceptual	50,00	Marginal
1.2.1.2.Nivel de Satisfacción de la Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	100,00	Satisfactorio
1.2.2.Adecuación de la Base Conceptual	68,53	Marginal
1.2.2.1.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Base Conceptual	21,33	Insatisfactorio
1.2.2.2.Nivel de Satisfacción de la Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	100,00	Satisfactorio
1.2.3.Conformidad del Marco Conceptual	84,31	Satisfactorio
1.2.3.1.Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	84,31	Satisfactorio
1.3.Calidad de las Capacidades de la Metodología	77,43	Satisfactorio
1.3.1.Adecuación de la Metodología	83,19	Satisfactorio
1.3.1.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Metodología	100,00	Satisfactorio
1.3.1.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	82,98	Satisfactorio
1.3.1.3.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	50,00	Marginal
1.3.2.Conformidad de la Metodología	73,68	Marginal
1.3.2.1. Nivel de Satisfacción de la Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	73,68	Marginal

Tabla 57. Valores calculados de GOCAME a partir de los modelos elementales y globales.

E.2. Valores calculados para GQM+Strategies

1.Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)	45,89	Insatisfactorio
1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso	54,34	Insatisfactorio
1.1.1.Adecuación de las Actividades	38,937	Insatisfactorio
1.1.1.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	24,75	Insatisfactorio
1.1.1.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Descripción de las Actividades	14,40	Insatisfactorio
1.1.1.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso	70,00	Marginal
1.1.1.4.Nivel de Satisfacción de la Formalidad de la Descripción de las Actividades	61,39	Marginal
1.1.1.5.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	17,82	Insatisfactorio
1.1.2.Adecuación de los Artefactos	31,58	Insatisfactorio
1.1.2.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	27,59	Insatisfactorio
1.1.2.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Descripción de los Artefactos	26,96	Insatisfactorio
1.1.2.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos	70,00	Marginal
1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso	70,70	Marginal
1.1.3.1.Adecuación de la Vista Funcional	76,42	Satisfactorio
1.1.3.1.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Funcional	100,00	Satisfactorio
1.1.3.1.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Funcional	61,39	Marginal
1.1.3.1.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Funcional	70,00	Marginal
1.1.3.2.Adecuación de la Vista Informacional	74,97	Marginal
1.1.3.2.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Informacional	100,00	Satisfactorio
1.1.3.2.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Informacional	72,41	Marginal
1.1.3.2.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Informacional	30,00	Insatisfactorio
1.1.3.3.Adecuación de la Vista de Comportamiento	60,42	Marginal
1.1.3.3.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista de Comportamiento	100,00	Satisfactorio
1.1.3.3.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista de Comportamiento	61,39	Marginal

1.1.3.3.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista de Comportamiento	30,00	Insatisfactorio
1.1.3.4.Adecuación de la Vista Organizacional	63,78	Marginal
1.1.3.4.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Organizacional	100,00	Satisfactorio
1.1.3.4.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Organizacional	44,44	Insatisfactorio
1.1.3.4.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Organizacional	30,00	Insatisfactorio
1.1.4.Conformidad del Proceso	71,11	Marginal
1.1.4.1. Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	88,89	Satisfactorio
1.1.4.2.Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	0,00	Insatisfactorio
1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	35,82	Insatisfactorio
1.2.1.Adecuación del Marco Conceptual	25,00	Marginal
1.2.1.1.Nivel de Satisfacción de la Modularidad del Marco Conceptual	0,00	Insatisfactorio
1.2.1.2.Nivel de Satisfacción de la Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	50,00	Satisfactorio
1.2.2.Adecuación de la Base Conceptual	18,53	Insatisfactorio
1.2.2.1.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Base Conceptual	1,33	Insatisfactorio
1.2.2.2. Nivel de Satisfacción de la Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	30,00	Insatisfactorio
1.2.3.Conformidad del Marco Conceptual	81,82	Satisfactorio
1.2.3.1.Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	81,82	Satisfactorio
1.3.Calidad de las Capacidades de la Metodología	57,35	Marginal
1.3.1.Adecuación de la Metodología	51,88	Marginal
1.3.1.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Metodología	100,00	Satisfactorio
1.3.1.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	29,70	Insatisfactorio
1.3.1.3.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	0,00	Insatisfactorio
1.3.2.Conformidad de la Metodología	61,11	Marginal
1.3.2.1. Nivel de Satisfacción de la Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	61,11	Marginal

Tabla 58. Valores calculados de GQM⁺Strategies a partir de los modelos elementales y globales.

E.3. Comparación de los valores obtenidos en la evaluación entre GOCAME y GQM⁺Strategies

	GQM ⁺ Strategies	GOCAME
1.Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)	45,89	66,48
1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso	54,34	58,88
1.1.1.Adecuación de las Actividades	38,37	46,67
1.1.1.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	24,75	31,91
1.1.1.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Descripción de las Actividades	14,40	15,47
1.1.1.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso	70,00	70,00
1.1.1.4.Nivel de Satisfacción de la Formalidad de la Descripción de las Actividades	61,39	100,00
1.1.1.5.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	17,82	0,00
1.1.2.Adecuación de los Artefactos	31,58	3,00
1.1.2.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	27,59	0,00
1.1.2.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Descripción de los Artefactos	26,96	0,00
1.1.2.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos	70,00	30,00
1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso	70,70	83,56
1.1.3.1.Adecuación de la Vista Funcional	76,42	88,00
1.1.3.1.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Funcional	100,00	100,00
1.1.3.1.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Funcional	61,39	100,00
1.1.3.1.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Funcional	70,00	70,00
1.1.3.2.Adecuación de la Vista Informacional	74,97	82,13
1.1.3.2.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Informacional	100,00	100,00
1.1.3.2.2.Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Informacional	72,41	90,32
1.1.3.2.3.Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Informacional	30,00	30,00
1.1.3.3.Adecuación de la Vista de Comportamiento	60,42	88,00
1.1.3.3.1.Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista de Comportamiento	100,00	100,00

1.1.3.3.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista de Comportamiento	61,39	100,00
1.1.3.3.3. Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista de Comportamiento	30,00	70,00
1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional	63,78	0,00
1.1.3.4.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Organizacional	100,00	0,00
1.1.3.4.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Organizacional	44,44	0,00
1.1.3.4.3. Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Organizacional	30,00	0,00
1.1.4. Conformidad del Proceso	71,11	86,79
1.1.4.1. Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	88,89	94,74
1.1.4.2. Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	0,00	50,00
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	35,82	75,09
1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual	25	75,00
1.2.1.1. Nivel de Satisfacción de la Modularidad del Marco Conceptual	0,00	50,00
1.2.1.2. Nivel de Satisfacción de la Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	50,00	100,00
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual	18,53	68,53
1.2.2.1. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Base Conceptual	1,33	21,33
1.2.2.2. Nivel de Satisfacción de la Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	30,00	100,00
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual	81,82	84,31
1.2.3.1. Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	81,82	84,31
1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología	57,35	77,43
1.3.1. Adecuación de la Metodología	51,88	83,19
1.3.1.1. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Metodología	100,00	100,00
1.3.1.2. Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	29,70	82,98
1.3.1.3. Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	0,00	50,00
1.3.2. Conformidad de la Metodología	61,11	73,68
1.3.2.1. Nivel de Satisfacción de la Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	61,11	73,68

Tabla 59. Comparación de los valores obtenidos de la evaluación: GOCAME vs. GQM⁺ Strategies.
