



**Aseguramiento de la Calidad de un Recurso Organizacional:
*Evaluando y Mejorando una Estrategia Integrada de Medición y Evaluación***

Mg. María Fernanda Papa

Grupo de Investigación y Desarrollo en Ingeniería de Software y Web (GIDIS Web)

Calle 9 y 110, (6360) General Pico, La Pampa, Argentina

pmfer@ing.unlpam.edu.ar

Director: Dr. Luis OLSINA

Co-Director: Dr. Gustavo ROSSI

Tesis presentada para obtener el grado de Doctor en Ciencias Informáticas

"Facultad de Informática - Universidad Nacional de La Plata"

-La Plata, Noviembre 2014-

Resumen

Esta tesis presenta el trabajo de investigación cuyo objetivo final fue mejorar la Estrategia Integrada de Medición y Evaluación GOCAME (Goal-Oriented Context-Aware Measurement and Evaluation). La premisa que guió la investigación fue que una estrategia de Medición y Evaluación (M&E) es integrada si posee simultáneamente las siguientes tres capacidades: (1) un marco conceptual con una base conceptual estructurada de M&E; (2) la especificación del proceso; y (3) la especificación de métodos. Bajo esta premisa se realizó un caso de estudio donde dos estrategias integradas fueron evaluadas, a saber: GOCAME y GQM⁺Strategies (Goal-Question-Metric Plus Strategies), considerando como foco la *Calidad de las Capacidades* para la categoría de ente «Recurso». Del análisis de los resultados se obtuvo una lista de debilidades y fortalezas de las estrategias evaluadas, con la cual se elaboró un conjunto de recomendaciones de cambio. Luego, se planificaron las acciones de mejora para GOCAME y se efectuaron los cambios –especialmente de aquellos atributos más débiles. Una vez realizadas las mejoras planificadas, se llevó a cabo la reevaluación de GOCAME. A partir de aquí, se efectuó una comparación entre ambas evaluaciones –antes y después de los cambios en GOCAME- lo que brindó evidencia cuantitativa acerca del nivel de impacto de las mejoras incorporadas.

En líneas generales, las etapas realizadas en esta investigación fueron: 1) el diseño y ejecución de un estudio comparativo para evaluar estrategias integradas de M&E con el objetivo de comprender y comparar el estado actual de las mismas; 2) la planificación y ejecución de acciones de mejora sobre la estrategia integrada de M&E denominada GOCAME; 3) el análisis de la ganancia de la mejora obtenida luego de los cambios realizados.

PALABRAS CLAVES: Medición, Evaluación, Estrategias de Medición y Evaluación, Calidad, Proceso, Marco Conceptual, Metodología.

Agradecimientos

*“La Esencia de la Destreza es esta: lo que sea que venga, déjalo venir,
lo que se quede, déjalo estar, lo que se va, déjalo ir.
Siempre quédate callado, y siempre adora al Ser.
Esta es la esencia de vivir hábilmente en la apariencia del mundo.
Durante todas las actividades de la vida siempre recuerda que tú eres el Ser.
La manera de vivir una vida feliz es aceptar cualquier cosa que venga,
y lo que no viene, que no te importe.”*
Papaji

Agradezco a todas las personas que ayudaron en este camino de crecimiento profesional. En especial, a Luis Olsina y Gustavo Rossi por su dedicación y disposición en la dirección de esta tesis, a Pablo Becker por el trabajo compartido y sus oportunos comentarios, como así también, a mis colegas del grupo Gidis Web por su ayuda desinteresada. Agradezco a la Facultad de Ingeniería que me brinda un espacio de trabajo y ayuda económica para perfeccionarme. Agradezco a mi familia que me apoya incondicionalmente, a mis afectos que siempre están presentes con una sonrisa amplia, una mirada transparente y abrazos sinceros. Me gustaría dar nombres pero realmente la lista sería interminable por lo que simplemente quiero concluir con un ¡¡¡¡Gracias enorme a todos!!!!.

Índice de Contenidos

Resumen	- i -
Agradecimientos	- iii -
Índice de Contenidos	- v -
Índice de Figuras	- vii -
Índice de Tablas	- iv -
PARTE I: Fundamentos, Requerimientos y Evaluación de Estrategias Integradas de Medición y Evaluación	- 1 -
1. Panorama de la Investigación Realizada	- 3 -
1.1. Introducción.....	- 3 -
1.2. Antecedentes.....	- 9 -
1.3. Motivación, Contribuciones y Publicaciones	- 21 -
1.4. Metodología de Trabajo	- 23 -
1.5. Estructura de la Tesis.....	- 26 -
2. Fundamentos.....	- 29 -
2.1. Estrategia Integrada de M&E.....	- 29 -
2.1.1. Base Conceptual y Marco Conceptual.....	- 31 -
2.1.2. Proceso.....	- 40 -
2.1.3. Metodología, Métodos y Herramientas	- 46 -
2.2. Comparativa entre las Diferentes Propuestas de M&E	- 47 -
2.3. Panorama de las Estrategias Comparadas.....	- 51 -
2.3.1. GOCAME.....	- 51 -
2.3.2. GQM ⁺ Strategies.....	- 61 -
3. Diseño e Implementación del Estudio Comparativo	- 69 -
3.1. Diseño del Estudio Comparativo.....	- 69 -
3.1.1. Diseño de los Requerimientos No Funcionales	- 70 -
3.1.2. Diseño de la Medición	- 78 -
3.1.3. Diseño de la Evaluación.....	- 88 -
3.2. Implementación del Estudio Comparativo	- 95 -
3.2.1. Implementación de la Medición.....	- 96 -
3.2.2. Implementación de la Evaluación.....	- 101 -
4. Análisis de Resultados del Estudio Comparativo	- 109 -
4.1. Análisis y Recomendaciones	- 109 -
4.2. Cuestiones Adicionales de las Estrategias Evaluadas	- 118 -
4.2.1. GOCAME.....	- 118 -
4.2.2. GQM ⁺ Strategies.....	- 120 -
PARTE II: Planificación y Ejecución de las Acciones de Mejora para GOCAME	- 123 -
5. Planificación de Acciones de Mejora para GOCAME	- 125 -
5.1. Introducción a la Planificación.....	- 125 -
5.2. Planificación de las Acciones de Mejora para GOCAME.....	- 127 -
5.2.1. Identificación de Áreas de Mejora	- 127 -
5.2.2. Detección de Causas del Problema	- 128 -
5.2.3. Formulación de Objetivos	- 130 -
5.2.4. Selección de Acciones de Mejora.....	- 131 -
5.2.4.1. Priorización de las Acciones de Mejora.....	- 132 -
5.2.5. Resultado de la Planificación.....	- 138 -
5.2.6. Seguimiento de la Planificación.....	- 140 -
5.3. Desafíos Presentados Durante la Planificación.....	- 140 -
6. Ejecución de las Acciones de Mejora: GOCAME Versión 2.0.....	- 143 -
6.1. Ejecución de las Acciones de Mejora.....	- 143 -
6.1.1. Ejecución de Acciones de Mejora en las Capacidades del Proceso.....	- 144 -
6.1.2. Ejecución de Acciones de Mejora en la Capacidad del Marco Conceptual	- 156 -
6.1.3. Ejecución de Acciones de Mejora en la Capacidad de la Metodología	- 165 -
6.2. Desafíos Presentados Durante la Ejecución de las Acciones de Mejora.....	- 165 -
6.3. Conclusiones sobre la Planificación y la Ejecución de las Acciones de Mejora.	- 167 -
6.3.1. GOCAME Versión 2.0.....	- 167 -

PARTE III: Reevaluación de GOCAME Versión 2.0. y Análisis de las Mejoras Obtenidas	- 169 -
7. Reevaluación de GOCAME Versión 2.0.	- 171 -
7.1. Reevaluación de GOCAME Versión 2.0.	- 171 -
7.1.1. Implementación de la Medición	- 172 -
7.1.2. Implementación de la Evaluación	- 174 -
7.2. Análisis del Impacto de los Cambios Realizados	- 177 -
7.2.1. Impacto en la Calidad de las Capacidades del Proceso.....	- 177 -
7.2.2. Impacto en la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.....	- 179 -
7.2.3. Impacto en la Calidad de las Capacidades de la Metodología	- 180 -
7.3. Impacto en la Calidad de las Capacidades.....	- 181 -
8. Conclusiones y Trabajos Futuros.....	- 185 -
8.1. Necesidad de Información	- 185 -
8.2. Contribuciones Realizadas	- 186 -
8.3. Trabajos Futuros.....	- 190 -
Referencias.....	-191 -
Anexo A.....	- 201 -
A.1: Requerimientos no Funcionales.....	- 203 -
A.2: Especificación de métricas	- 213 -
A.3: Especificación de indicadores	- 237 -

Índice de Figuras

Figura 1-1. Características de la ingeniería de software (extraído de [Pfleeger, 1998]).	- 4 -
Figura 1-2. Ingeniería de software caracterizada como una tecnología multicapa (adaptada de [Pressman, 2005]).	- 4 -
Figura 1-3. Roles que juega el equipo de SQA.	- 5 -
Figura 1-4. Entidades involucradas en las vistas de calidad y sus relaciones (extraída de [ISO/IEC 25010, 2011]).	- 6 -
Figura 1-5. Taxonomía propuesta en [Abran <i>et al.</i> , 2004] para una posible Área de Conocimiento de Medición de Software.	- 7 -
Figura 1-6. Áreas de proceso de soporte de CMMI y su relación con las demás áreas de proceso [CMMI, 2010].	- 7 -
Figura 1-7. Proceso de medición según [Zuse, 1998].	- 9 -
Figura 1-8. Modelo de entidad relación conceptual según [Kitchenham <i>et al.</i> , 2001].	- 10 -
Figura 1-9. Estructura de las representaciones por etapas y continúa (extraído de [CMMI, 2010]).	- 12 -
Figura 1-10. Estructura de GQM (tomado de [Basili <i>et al.</i> , 1994]).	- 14 -
Figura 1-11. Componentes de BSC (extraído de [Kaplan <i>et al.</i> , 1996]).	- 15 -
Figura 1-12. Modelo de proceso de medición de PSM adoptado por [ISO/IEC 15939, 2007].	- 17 -
Figura 1-13. Modelo de información de PSM (extraído de [Card <i>et al.</i> , 2003]).	- 18 -
Figura 1-14. Marco conceptual de FMESP (extraído de [García <i>et al.</i> , 2006]).	- 19 -
Figura 1-15. Esquema del panorama de investigación utilizado para desarrollar esta tesis.	- 24 -
Figura 1-16. Esquema de la tesis integrando capítulos y apéndices.	- 26 -
Figura 2-1. Alegoría de los pilares sobre los cuales debería sostenerse una estrategia integrada de M&E.	- 31 -
Figura 2-2. Complejidad de algunas representaciones de conocimiento (adaptado de [Soler Moreal <i>et al.</i> , 2010]).	- 32 -
Figura 2-3. Presentación de etiquetas en la página http://es.43things.com .	- 33 -
Figura 2-4. Comparación gráfica de los esquemas de representación (adaptada de [Soler Moreal <i>et al.</i> , 2010]).	- 38 -
Figura 2-5. Modelo conceptual del dominio de procesos (extraído de [Becker <i>et al.</i> , 2013]).	- 42 -
Figura 2-6. Conceptos y relaciones del componente “Definición de Proyectos de M&E”.	- 54 -
Figura 2-7. Conceptos y relaciones del componente “Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales”.	- 55 -
Figura 2-8. Conceptos y relaciones del componente “Especificación del Contexto”.	- 56 -
Figura 2-9. Conceptos y relaciones del componente “Diseño y Ejecución de la Medición”.	- 56 -
Figura 2-10. Conceptos y relaciones del componente “Diseño y Ejecución de la Evaluación”.	- 57 -
Figura 2-11. Principales actividades de la estrategia de medición y evaluación GOCAME.	- 58 -
Figura 2-12. Conceptos y relaciones de los componentes de GQM ⁺ Strategies (tomada de [Basili <i>et al.</i> , 2010]).	- 63 -
Figura 2-13. Proceso de derivación de la grilla GQM ⁺ Strategies (obtenido de [Basili <i>et al.</i> , 2009]).	- 63 -
Figura 2-14. Fases de la Metodología GQM (obtenido de [Solingen <i>et al.</i> , 1999]).	- 66 -
Figura 3-1. Actividades de GOCAME llevadas a cabo durante el diseño del estudio comparativo.	- 70 -
Figura 3-2. Flujo de actividades: <i>Definir los Requerimientos no Funcionales</i> .	- 70 -
Figura 3-3. Subconceptos de alto nivel asociados al concepto “Calidad de las Capacidades” de una estrategia de M&E.	- 74 -
Figura 3-4. Flujo de actividades: <i>Diseñar la medición</i> .	- 78 -
Figura 3-5. Plantilla de metadatos de métricas: directa (a), indirecta (b) y tipos de escalas (c).	- 79 -
Figura 3-6. Flujo de actividades: <i>Diseñar la Evaluación</i> .	- 88 -
Figura 3-7. Plantilla utilizada para definir los indicadores elementales.	- 89 -
Figura 3-8. Gráfico del modelo elemental del indicador “Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.	- 90 -
Figura 3-9. Gráfico del modelo elemental del indicador “Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso”.	- 91 -
Figura 3-10. Operadores lógicos conjuntivos y disyuntivos de LSP y niveles de polarización.	- 92 -
Figura 3-11. Actividades de GOCAME llevadas a cabo durante la implementación del estudio comparativo.	- 95 -
Figura 3-12. Flujo de actividades: <i>Implementar la Medición</i> .	- 96 -
Figura 3-13. Flujo de actividades: <i>Implementar la Evaluación</i> .	- 101 -
Figura 3-14. Nivel de satisfacción del indicador elemental NS_DDA.	- 102 -
Figura 3-15. Nivel de satisfacción del indicador elemental NS_GP.	- 102 -
Figura 3-16. Nivel de satisfacción del indicador elemental NS_CMTBC.	- 102 -
Figura 3-17. Función de Conjunción-Disyunción Generalizada de 17 Niveles y valores del parámetro r para 2, 3, 4 y 5 entradas [Dujmovic, 1996].	- 104 -
Figura 4-1. Actividades de GOCAME llevadas a cabo durante la implementación del estudio comparativo.	- 109 -
Figura 4-2. Nivel de satisfacción en la Calidad de las Capacidades para las estrategias de M&E comparadas.	- 110 -
Figura 4-3. Niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio para GOCAME.	- 110 -

Figura 4-4. Niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio para GQM ⁺ Strategies. -	111 -
Figura 4-5. Comparación entre los valores obtenidos para cada pilar de las estrategias GOCAME y GQM ⁺ Strategies.	111 -
Figura 4-6. Gráfico que representa la Calidad de las Capacidades del Proceso.	112 -
Figura 4-7. Nivel de satisfacción de la Adecuación de las Actividades.	112 -
Figura 4-8. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.	116 -
Figura 4-9. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades de la Metodología.	117 -
Figura 5-1. Tareas para elaborar un plan de mejoras (adaptado de [ANECA, 2008]).	126 -
Figura 5-2. Diagrama de espina para Adecuación de las Actividades.	129 -
Figura 5-3. Diagrama de espina para Adecuación de los Artefactos.	129 -
Figura 5-4. Diagrama de espina para Adecuación del Modelado de Procesos.	129 -
Figura 5-5. Diagrama Gantt que muestra la precedencia en la ejecución de las tareas para cada recomendación. En gris las recomendaciones prioritarias.	139 -
Figura 6-1. Plantilla de especificación de actividades/tareas del proceso para GOCAME Versión 2.0.	144 -
Figura 6-2. Plantilla de especificación de un artefacto para GOCAME Versión 2.0.	148 -
Figura 6-3. Composición del artefacto Especificación de Métricas.	150 -
Figura 6-4. Vista organizacional del proceso de M&E de GOCAME Versión 2.0.	152 -
Figura 6-5. Tareas y productos de trabajo responsabilidad del rol Non Functional Requirements Manager.	153 -
Figura 6-6. Vista funcional y de comportamiento de alto nivel del proceso de M&E de GOCAME Versión 2.0.	153 -
Figura 6-7. Vista funcional y de comportamiento para <i>Establecer la Necesidad de Información</i> en GOCAME.	154 -
Figura 6-8. Vista funcional y de comportamiento para <i>Establecer la Necesidad de Información</i> en GOCAME Versión 2.0.	154 -
Figura 6-9. Principales términos, atributos y relaciones del marco C-INCAMI para GOCAME Versión 2.0.	161 -
Figura 6-10. Principales conceptos y relaciones del marco conceptual de GOCAME Versión 2.0. enriquecidos semánticamente con los conceptos de proceso por medio estereotipos.	163 -
Figura 7-1. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades para GOCAME Y GOCAME Versión 2.0.	182 -
Figura 7-2. Nivel de satisfacción de los tres subconceptos de la Calidad de las Capacidades para GOCAME Y GOCAME Versión 2.0.	183 -
Figura 8-1. Esquema del panorama de investigación utilizado en la primera etapa de la tesis.	187 -
Figura 8-2. Esquema del panorama de investigación utilizado en la segunda etapa de la tesis.	188 -
Figura 8-3. Esquema del panorama de investigación utilizado en la tercera etapa de la tesis.	189 -

Índice de Tablas

Tabla 2-1. Clasificación de las ontologías (tomado de [Gil Leiva, 2008]).	- 36 -
Tabla 2-2. Comparativa entre tres representaciones documentadas.	- 37 -
Tabla 2-3. Comparación de los distintos enfoques según los tres pilares que se consideran que se deberían integrar.	- 50 -
Tabla 2-4. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de proyectos.	- 51 -
Tabla 2-5. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de requerimientos no funcionales.	- 52 -
Tabla 2-6. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de contexto.	- 52 -
Tabla 2-7. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de medición.	- 52 -
Tabla 2-8. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de evaluación.	- 53 -
Tabla 2-9. Ontología para M&E: relaciones y sus definiciones.	- 53 -
Tabla 2-10. Conceptos y definiciones pertenecientes a la estrategia GQM ⁺ Strategies.	- 62 -
Tabla 3-1. Definición de la necesidad de información.	- 71 -
Tabla 3-2. Subconceptos del concepto calculable “Calidad de las Capacidades”.	- 74 -
Tabla 3-3. Árbol de requerimientos para evaluar la Calidad de las Capacidades de una Estrategia Integrada de M&E.	- 75 -
Tabla 3-4. Atributos pertenecientes al concepto calculable “1.1.1.Adecuación de las Actividades”.	- 76 -
Tabla 3-5. Atributos pertenecientes al concepto calculable “1.3.1.Adecuación de la Metodología”.	- 77 -
Tabla 3-6. Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.	- 80 -
Tabla 3-7. Métricas directas necesarias para calcular la métrica correspondiente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.	- 81 -
Tabla 3-8. Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.2.Completitud de la Descripción de las Actividades”.	- 82 -
Tabla 3-9. Métrica directa correspondiente al atributo “1.1.1.3.Granularidad del Proceso”.	- 83 -
Tabla 3-10. Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.4.Formalidad de la Descripción de las Actividades”.	- 84 -
Tabla 3-11. Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.5.Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades”.	- 84 -
Tabla 3-12. Procedimiento de medición correspondiente a la métrica directa “Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E”.	- 85 -
Tabla 3-13. Métrica directa correspondiente al atributo “1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual”.	- 86 -
Tabla 3-14. Procedimiento de medición de la métrica directa correspondiente al atributo “1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual”.	- 87 -
Tabla 3-15. Métrica directa correspondiente al atributo “1.2.3.1.Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual”.	- 87 -
Tabla 3-16. Definición de la escala para los indicadores.	- 89 -
Tabla 3-17. Indicador elemental perteneciente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.	- 90 -
Tabla 3-18. Definición del indicador elemental perteneciente al atributo “1.1.1.3. Granularidad del Proceso”.	- 91 -
Tabla 3-19. Definición del modelo parcial/global.	- 92 -
Tabla 3-20. Definición de los criterios de decisión utilizados para obtener el grado de satisfacción de los indicadores.	- 93 -
Tabla 3-21. Definición de operadores lógicos y pesos para cada concepto del árbol de requerimientos.	- 94 -
Tabla 3-22. Valores medidos para TAE, #AMD, #APD y #ACD.	- 97 -
Tabla 3-23. Valores obtenidos para los atributos GDDA, GCDA, GGP, GFDA y GDARA.	- 98 -
Tabla 3-24. Valores medidos para los atributos NCDPBC y #CBCT.	- 98 -

Tabla 3-25. Valores obtenidos para los atributos GCPTBC y GCPEPME.	- 98 -
Tabla 3-26. Extracto del árbol de requerimientos que contiene los valores de los indicadores elementales, los pesos y operadores.....	- 103 -
Tabla 3-27. Resolución del modelo parcial para Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual.	- 103 -
Tabla 3-28. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual.	- 103 -
Tabla 3-29. Resolución del modelo parcial para Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual.	- 104 -
Tabla 3-30. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual.	- 104 -
Tabla 3-31. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual.	- 104 -
Tabla 3-32. Resolución del modelo parcial para el concepto Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.....	- 105 -
Tabla 3-33. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.	- 105 -
Tabla 3-34. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades.	- 106 -
Tabla 3-35. 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.....	- 107 -
Tabla 4-1. Tabla de recomendaciones para la Calidad de las Capacidades del Proceso. La tercera columna indica los atributos que serían afectados si se llevase a cabo los cambios recomendados. 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.	- 115 -
Tabla 4-2. Tabla de recomendaciones Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual. La tercera columna indica los atributos que serían afectados si se llevase a cabo los cambios recomendados. 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.	- 116 -
Tabla 4-3. Tabla de recomendaciones Calidad de las Capacidades de la Metodología. La tercera columna indica los atributos que serían afectados si se llevase a cabo los cambios recomendados. 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.	- 117 -
Tabla 5-1. Clasificación de fortalezas y debilidades de GOCAME para el área de mejora: Capacidades del Proceso.	- 127 -
Tabla 5-2. Clasificación de fortalezas y debilidades de GOCAME para el área de mejora: Capacidades del Marco Conceptual.....	- 128 -
Tabla 5-3. Clasificación de fortalezas y debilidades de GOCAME para el área de mejora: Capacidades de la Metodología.....	- 128 -
Tabla 5-4. Priorización de las recomendaciones obtenidas en el estudio comparativo según los criterios propuestos.	- 135 -
Tabla 5-5. Recomendaciones priorizadas de mayor a menor.....	- 137 -
Tabla 5-6. Recomendaciones de mejora, responsable, tiempo estimado de realización y puntos de control para el seguimiento.	- 138 -
Tabla 6-1. Correspondencia entre las actividades de GOCAME y GOCAME Versión 2.0. después de la ejecución de las acciones de mejora propuestas por las recomendaciones R01 y R02.	- 146 -
Tabla 6-2. Correspondencia entre los artefactos de GOCAME y GOCAME Versión 2.0. después de la ejecución de las acciones de mejora propuestas por las recomendaciones R03 y R09.	- 149 -
Tabla 6-3. Definición de los roles de GOCAME Versión 2.0.	- 151 -
Tabla 6-4. Plantilla que describe a la actividad <i>Analizar y Recomendar</i> para GOCAME Versión 2.0.....	- 155 -
Tabla 6-5. Comparativa entre la terminología utilizada en los estándares de M&E y GOCAME.....	- 158 -
Tabla 6-6. Definiciones de los conceptos del marco conceptual de proceso.	- 159 -
Tabla 6-7. Correspondencia entre los principales términos de la base conceptual de GOCAME y GOCAME Versión 2.0. después de la ejecución de las acciones de mejora.....	- 160 -
Tabla 6-8. Términos de Medición y su relación semántica con los términos de proceso.	- 162 -
Tabla 6-9. Términos de Evaluación y su relación semántica con los términos de proceso.	- 163 -
Tabla 6-10. Definición de los nuevos términos y los términos de M&E que variaron al enriquecerse con los términos de procesos.	- 164 -

Tabla 7-1. Definición de la necesidad de información para la reevaluación.....	- 172 -
Tabla 7-2. Valores medidos para TAE, #AMD, #APD y #ACD.....	- 172 -
Tabla 7-3. Métricas directas junto con los valores de las medidas base para las entidades GOCAME (2010) y GOCAME Versión 2.0. (2014).	- 173 -
Tabla 7-4. Métricas indirectas junto con los valores de las medidas derivadas para las entidades GOCAME (2010) y GOCAME Versión 2.0. (2014).	- 174 -
Tabla 7-5. Valores de los indicadores elementales para las entidades GOCAME (2010) y GOCAME Versión 2.0. (2014).	- 175 -
Tabla 7-6. Especificación del árbol de requerimientos. La 1 ^{ra} columna contiene conceptos y atributos (en <i>itálica</i>). 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 GOCAME Versión 2.0. La 4 ^{ta} columna indica si el cambio tuvo impacto positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔).	- 176 -
Tabla 7-7. Especificación del árbol de requerimientos para las Capacidades del Proceso. La 1 ^{ra} columna contiene conceptos y atributos (en <i>itálica</i>). 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 GOCAME Versión 2.0. La 4 ^{ta} columna indica si el cambio tuvo impacto positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔). La 5 ^{ta} columna indica la diferencia entre ambos valores de indicadores.	- 177 -
Tabla 7-8. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para las Capacidades del Proceso y sus subconceptos.	- 178 -
Tabla 7-9. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para la Adecuación del Modelado del Proceso.	- 179 -
Tabla 7-10. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para las Capacidades del Marco Conceptual. La 1 ^{ra} columna contiene conceptos y atributos (en <i>itálica</i>). 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 GOCAME Versión 2.0. La 4 ^{ta} columna indica si el cambio tuvo impacto positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔). La 5 ^{ta} columna indica la diferencia entre ambos valores de indicadores.	- 179 -
Tabla 7-11. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para las Capacidades de la Metodología. La 1 ^{ra} columna contiene conceptos, subconceptos y atributos (en <i>itálica</i>). 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 GOCAME Versión 2.0. La 4 ^{ta} columna indica si el cambio fue positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔). La 5 ^{ta} columna indica la diferencia entre ambos valores de indicadores.	- 181 -
Tabla 7-12. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para la Calidad de las Capacidades en la 1 ^{ra} columna (en <i>itálica</i> , 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 GOCAME Versión 2.0. La 4 ^{ta} columna indica si el cambio fue positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔).	- 182 -



**Fundamentos, Requerimientos y Evaluación de Estrategias Integradas
de Medición y Evaluación**



Panorama de la Investigación Realizada

Este capítulo presenta un panorama de la investigación realizada. En primer lugar se detalla el objetivo de la tesis teniendo en cuenta la importancia de las estrategias de medición y evaluación (M&E) dentro de una organización dedicada al software cuando desea comprender y mejorar la calidad de sus productos, procesos y recursos (sección 1.1.). Luego, se introducen los principales trabajos relacionados al área de M&E (sección 1.2.) a modo de antecedentes. A continuación, se presentan los argumentos que motivaron al desarrollo de este trabajo, las principales contribuciones y publicaciones realizadas (sección 1.3.). En la siguiente sección (sección 1.4.) se detalla la metodología de trabajo. Para finalizar se muestra cómo se estructura el resto del documento (sección 1.5.).

1.1. Introducción

La naturaleza y complejidad del software ha cambiado significativamente en los últimos 40 años. Hoy en día las aplicaciones de software poseen exigencias respecto a características de calidad que eran impensadas en sus comienzos. Requerimientos tales como confiabilidad, seguridad, usabilidad, eficiencia, mantenibilidad y portabilidad [ISO/IEC 25010, 2011] son demandados mas allá de la funcionalidad que la aplicación debe proveer. Como consecuencia de esta situación, las organizaciones de software que deseen conservar su lugar en el mercado deben prestar especial atención a la calidad de los productos desarrollados. Esto es debido a que el éxito de la organización depende en gran medida de la satisfacción de un cierto nivel de calidad observado sobre el producto o servicio ofrecido. Por lo tanto, debe centrarse no sólo en la calidad final sino que debe considerar también la calidad como una parte integral que necesita ser tenida en cuenta desde el principio del desarrollo. Para ello, se debe gestionar la calidad del producto o servicio, del proceso y de los recursos utilizados en su desarrollo. Este escenario hace notar la necesidad de pensar en el desarrollo de software como una disciplina ingenieril. Esto es, la aplicación de los principios de la ingeniería para el desarrollo sistemático de software, lo que se conoce con el nombre de “Ingeniería de Software”.

El término ingeniería de software surge en la conferencia organizada por NATO, en Alemania el mes de octubre de 1968, cuando se intentaba buscar soluciones a la «crisis del software». La crisis del software fue el nombre dado a las dificultades encontradas en el desarrollo de sistemas complejos y de gran envergadura en la década del 60. En dicha conferencia se propuso la adopción de un enfoque de ingeniería para el desarrollo de software con el objetivo de reducir los costos de desarrollo y dar lugar a un software de calidad.

A partir de ese momento, y con el correr del tiempo, surgieron múltiples definiciones del término ingeniería de software. La definición más aceptada, es la propuesta por [IEEE, 1990], a saber:

“La ingeniería de software es la aplicación de un enfoque sistemático, disciplinado y cuantificable al desarrollo, operación y mantenimiento del software, esto es, la aplicación de la ingeniería en el área del software.”

Esta definición, se puede graficar según [Pfleeger, 1998], mediante la visualización de sus componentes (ver Figura 1-1).

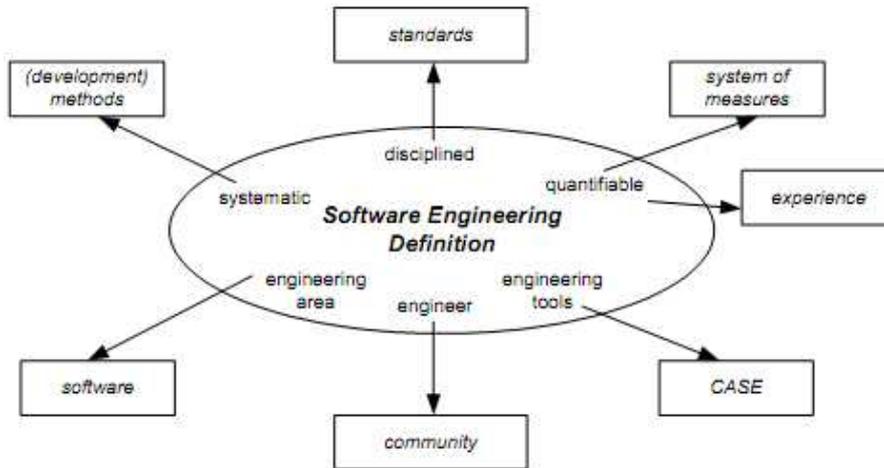


Figura 1-1. Características de la ingeniería de software (extraído de [Pfleeger, 1998]).

A partir de la definición dada en [IEEE, 1990], Roger Pressman [Pressman, 2005], caracterizó la ingeniería de software como «una tecnología multicapa», ilustrada en la Figura 1-2. Cualquier software puede ser desarrollado utilizando estas capas, cuya columna vertebral es la gestión disciplinada de la calidad. La capa de proceso es el fundamento de la ingeniería de software que permite definir las actividades en un marco de tiempo para entregar el software. Mientras que la capa de métodos permite seleccionar cómo se llevarán a cabo las actividades propuestas por el proceso y la capa de herramientas provee los mecanismos para automatizarlo. De este modo, la ingeniería de software es la combinación de procesos, métodos y herramientas para el desarrollo y mantenimiento de software de calidad.



Figura 1-2. Ingeniería de software caracterizada como una tecnología multicapa (adaptada de [Pressman, 2005]).

De las definiciones de [IEEE, 1990] y [Pressman, 2005] se pueden destacar dos ideas importantes para este trabajo. La primera idea expuesta en [IEEE, 1990], es que la ingeniería de software es la aplicación de un enfoque cuantificable. Para que sea cuantificable es necesario un conjunto de métricas e indicadores con el objetivo de medir y evaluar todos los aspectos, componentes y metodologías de las áreas de esta disciplina [Zuse, 1998]. Mientras que [Pressman, 2005] sostiene que la ingeniería de software, como cualquier ingeniería, debe descansar sobre un compromiso organizacional de calidad que fomente una cultura continua de mejoras de procesos que permita el desarrollo de enfoques cada vez más robustos para esta disciplina.

En este punto es conveniente introducir el término «Aseguramiento de la calidad de software» (en inglés Software Quality Assurance, SQA) que involucra las dos ideas presentadas en el párrafo anterior. Según [IEEE, 1990] dicho término se define como:

(1) Una guía planificada y sistemática de todas las acciones necesarias para proveer la evidencia adecuada de que un producto cumple los requerimientos técnicos establecidos.

(2) Un conjunto de actividades diseñadas para evaluar el proceso por el cual los productos son desarrollados y fabricados.

Describir los diferentes roles que puede jugar el equipo de SQA (ver Figura 1-3) en una organización permite tener una visión más amplia de las funciones que debe garantizar. El equipo de SQA, como policía del proceso, debe asegurar que el desarrollo o mantenimiento realizado se ajuste al proceso establecido. Para ello, es necesario que audite los productos de trabajo producidos, determine si se cumple con la planificación del proyecto y el proceso establecido. Esto es, debe juzgar el proceso. Como abogado del cliente debe representar al cliente. La función en este caso es ayudar a la organización a sensibilizarse con las necesidades de sus clientes, identificar potenciales requerimientos y actuar como cliente de prueba. Por último, como analista y proveedor de información, el equipo de SQA debe reunir datos sobre aspectos del producto y del proceso para ayudar a mejorarlos. Y proveer información objetiva para que la gerencia pueda mejorar la toma de decisiones.



Figura 1-3. Roles que juega el equipo de SQA.

Por lo expuesto en el párrafo anterior y teniendo en cuenta el punto (1) de la definición de aseguramiento de la calidad de software, el equipo de SQA necesita trabajar con información acerca de las entidades (como productos, recursos y procesos) involucradas en el desarrollo. La manera de conocer objetivamente el estado de estas entidades es mediante la medición de sus atributos, teniendo en cuenta una necesidad de información y un punto de vista particular. La medición debe hacerse considerando fundamentos científicos y pragmáticos, tratando en lo posible de utilizar mediciones objetivas. Esto es porque las decisiones tomadas a partir de dichos valores están mejor fundamentadas que aquellas que tienen en cuenta valores subjetivos que no pueden ser reproducidos y justificados.

Es importante destacar que las actividades de medición requieren de actividades de evaluación. Esto se debe a que los resultados de la medición son valores o datos que no siempre son útiles para la toma de decisiones. Por ejemplo: para conocer si el proyecto debe aumentar la productividad para llegar a tiempo con la entrega de los módulos solicitados por el cliente puede parecer útil un valor que indique que se han desarrollado completamente 30 módulos. Sin embargo, dicho valor no permite decidir si se deben tomar acciones para aumentar la productividad. Incluso una medición que indique que 30 módulos equivalen al 78% de los módulos a desarrollar tampoco es completamente útil para tomar una decisión, aunque obviamente esta medida brinda más información que la anterior. Por medio de este ejemplo se puede apreciar que los resultados de la medición no son suficientes para la toma de decisiones porque no proveen información relativa a un propósito en un contexto dado. Sin embargo, la evaluación mediante el uso de indicadores basados en una necesidad de información permite interpretar los valores medidos, y de este modo, brindar información útil para la toma de decisiones [Olsina *et al.*, 2013]. El uso de indicadores contribuye a conocer el nivel de satisfacción alcanzado con el fin de mantener cierto grado de aceptabilidad en las entidades medidas, ya sean procesos, organizaciones, proyectos, recursos o productos. Siguiendo con el caso hipotético, una evaluación podría indicar cuan aceptable es haber desarrollado 30 módulos al día de hoy en base al calendario previsto. Poseer esta información, ahora sí permitirá saber si se debe aumentar o no la productividad para estar al día con lo programado.

Con respecto al punto (2) de la definición de SQA, existe evidencia empírica de que la mejora de procesos puede impactar positivamente en el presupuesto, tiempo, calidad del producto, retorno de la inversión, entre otros aspectos [Gibson *et al.*, 2006]. Esto es consecuencia de la relación que existe entre la

calidad del proceso y la calidad de los productos desarrollados [Humphrey, 1989]. Esta relación es expuesta de manera directa o indirecta por diversos autores. Por ejemplo, en [ISO/IEC 9126-1, 2001] se indica que la calidad del proceso contribuye a mejorar la calidad del producto. Según [Paulik *et al.*, 1995] la premisa conceptual detrás del estándar de facto CMMI [CMMI, 2010] -en inglés Capability Maturity Model Integration- es que “la calidad de un producto de software está mayormente impulsada por la calidad del proceso utilizado para desarrollarlo y mantenerlo”. Adicionalmente, el estándar internacional ISO/IEC 25010 [ISO/IEC 25010, 2011] en su anexo 3, ilustra las relaciones entre las distintas entidades intervinientes en las vistas de calidad, a saber: calidad de procesos, calidad de recursos, calidad de productos, calidad de sistemas, entre otros. La Figura 1-4 muestra dicha relación gráficamente, la cual puede ser resumida como sigue:

La calidad de los recursos influye a la calidad de los procesos del ciclo de vida de software. Por ejemplo, la calidad del proceso de requerimientos y diseño del software está afectado por la calidad del recurso humano, herramientas y técnicas utilizadas. A su vez, la calidad del producto de software es determinada por la calidad del proceso y de los recursos empleados. La calidad del sistema está determinada por la calidad del producto de software y del resto de los componentes que lo conforman. Por último, la calidad del sistema y el contexto de uso influyen la calidad que el usuario percibe al utilizar el sistema, esto es la calidad en uso. El contexto de uso puede ser definido por un tipo de usuario, tarea y ambiente.

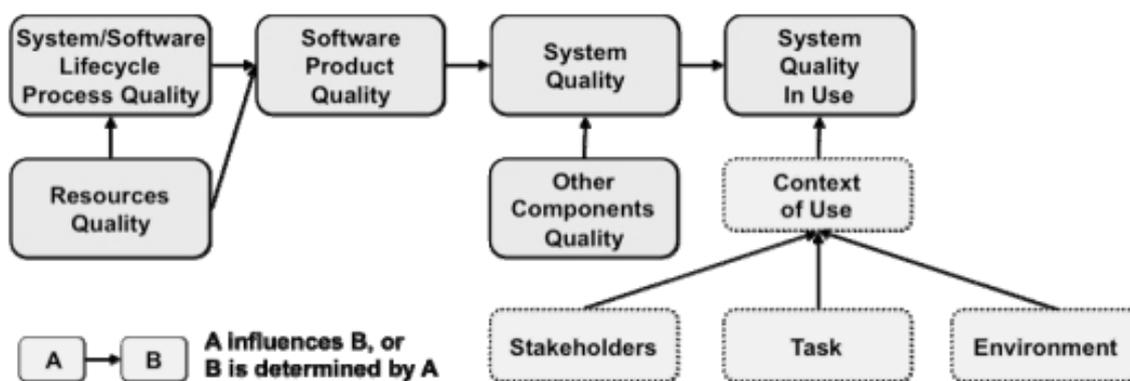


Figura 1-4. Entidades involucradas en las vistas de calidad y sus relaciones (extraída de [ISO/IEC 25010, 2011]).

Hasta aquí se intentó introducir el lugar que ocupa la M&E dentro de la ingeniería de software y su importancia en las organizaciones de desarrollo de software como un medio para lograr la mejora de sus procesos, y consecuentemente, el aumento de calidad del producto o servicio ofrecido. Sin embargo, la M&E es transversal al resto de las áreas de una organización de software. Esto se refleja en distintos documentos del área de ingeniería de software, como por ejemplo SWEBOK (Software Engineering Body of Knowledge). SWEBOK es un documento creado por el Comité Coordinador de Ingeniería de Software (Software Engineering Coordinating Committee) y promovido por la IEEE Computer Society cuyo objetivo es desarrollar un consenso internacional sobre el conocimiento generalmente aceptado en el dominio de Ingeniería de Software. Supone un paso esencial hacia el desarrollo de la profesión porque representa un amplio acuerdo respecto a los contenidos de la disciplina. En su edición 2004 [IEEE, 2004] se definen 10 áreas de conocimiento, donde las primeras 5 áreas se enfocan en los procesos principales de ingeniería de software, a saber: i) Requerimientos de Software, ii) Diseño de Software, iii) Construcción de Software, iv) Pruebas de Software y v) Mantenimiento del Software. Mientras que las restantes se centran en los procesos organizacionales y de soporte, a saber: vi) Configuración de Software, vii) Gestión de la Ingeniería de Software, viii) Proceso de la Ingeniería de Software, ix) Herramientas y Métodos de la Ingeniería de Software, y x) Calidad de Software. A su vez, cada una de estas áreas de conocimiento se divide en tópicos.

Dentro de los procesos de soporte se encuentran las áreas de conocimiento viii) Proceso de la Ingeniería de Software y x) Calidad de Software. La primera área mencionada se enfoca en la definición, implementación, gestión, cambio y mejora de los procesos de ingeniería de software. Se compone de

cuatro tópicos, dónde uno de ellos se centra en la medición de la calidad de los productos software y de los procesos. A su vez, el área x) Calidad de Software define la manera como un ingeniero de software debería entender los conceptos y características de calidad junto con su relevancia en el desarrollo y mantenimiento de software. Los aspectos de calidad, medición y criterios de aceptación que evalúan estas características deben ser tenidos en cuenta desde el momento mismo de los requerimientos. La inclusión de un tópico centrado en medición no es simplemente casualidad, sino una necesidad ya que la misma es un área fundamental para mejorar la gestión de las prácticas de la ingeniería de software.

En [Abran *et al.*, 2004] se menciona que una toma de decisiones rigurosa necesita estar basada en mediciones, ya sean cualitativas o cuantitativas. Además, la medición efectiva se ha convertido en una de las piedras angulares de la madurez de las organizaciones. A partir de esto, los autores proponen agregar a la Guía SWEBOOK un área adicional de conocimiento llamada “Medición de Software” en vista de su importancia dentro de la organización. En la Figura 1-5 se muestra la taxonomía inicial propuesta para la nueva área de conocimiento.

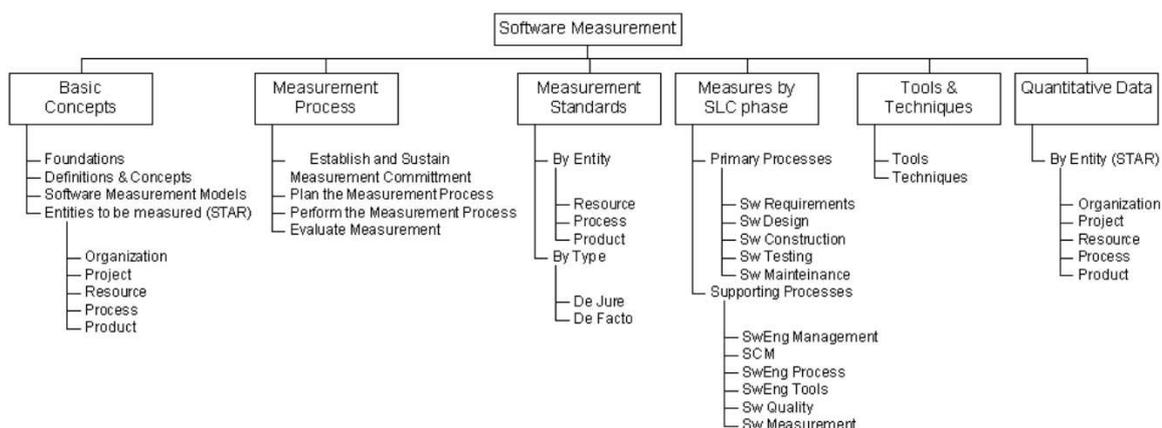


Figura 1-5. Taxonomía propuesta en [Abran *et al.*, 2004] para una posible Área de Conocimiento de Medición de Software.

Por otra parte, el estándar de facto CMMI [CMMI, 2010] define 5 niveles de madurez de procesos, a saber: 1) Inicial, 2) Repetible, 3) Definido, 4) Gestionado y 5) Optimizado. Para alcanzar el nivel 2 (Repetible) se debe disponer de un área de soporte denominada Medición y Análisis. Este área da soporte a todas las demás áreas de procesos dado que sus resultados pueden ser utilizados en la toma de decisiones y en la elección de acciones correctivas que sean apropiadas. Para lograr el nivel 4 de madurez (Gestionado) la organización debe contar con la recolección de medidas detalladas de la calidad de los productos y procesos de software. En la Figura 1-6 se puede apreciar que el área de proceso Medición y Análisis (MA) y Aseguramiento de la Calidad del Proceso y del Producto (PPQA) se relacionan con todas las demás áreas de proceso.

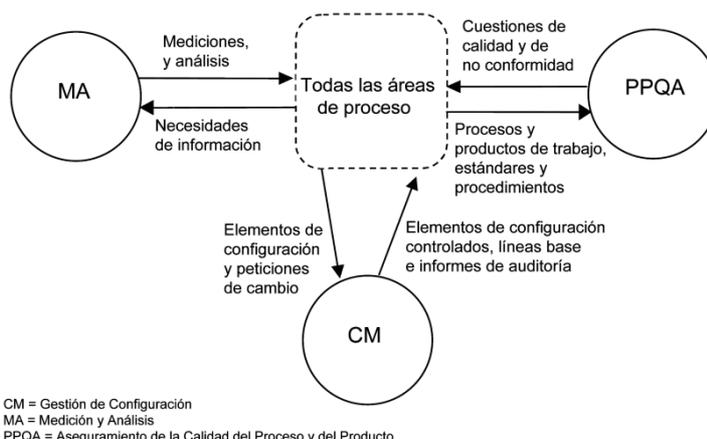


Figura 1-6. Áreas de proceso de soporte de CMMI y su relación con las demás áreas de proceso [CMMI, 2010].

Otro ejemplo de la relación entre Medición y otras áreas se puede observar en PMBOK (Project Management Body of Knowledge) [PMI, 2009]. PMBOK documenta los fundamentos de la dirección de proyectos. Es ampliamente reconocido como una guía para manejar y administrar proyectos. En este cuerpo de conocimiento la medición se la relaciona íntimamente con la Gestión de Proyectos. El equipo de dirección del proyecto utiliza las mediciones para conocer el desempeño, el avance del proyecto y tomar decisiones sobre la necesidad de aplicar o no acciones preventivas o correctivas.

Para concluir y teniendo en cuenta lo expuesto, las organizaciones que deseen evaluar la calidad de sus proyectos, productos, procesos y recursos deben contar con estrategias de M&E que les 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. Para desarrollar programas de M&E con estas características en [Olsina *et al.*, 2008] se propone una estrategia basada en tres principios o pilares:

1. Un marco conceptual, flexible y terminológicamente consistente. Un marco bien establecido debe estar construido sobre una base terminológica robusta (por ejemplo una ontología) 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.
2. 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 repetibilidad y reproducibilidad en su ejecución.
3. Métodos y herramientas concretos para llevar a cabo las actividades que se deriven del proceso y marco.

Estrategias de M&E bien especificadas que logren la integración de estos tres pilares pueden favorecer la instauración de programas de M&E en una organización y eludir los siguientes problemas, enunciados en [Goethert *et al.*, 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.

En este sentido, una estrategia integrada de M&E es un activo valioso para una organización que desea mejorar la calidad de sus productos, procesos y recursos. Por lo tanto, una «Estrategia integrada de M&E» puede ser considerada como un «Recurso» empleado en actividades de aseguramiento de calidad (SQA) en una línea de producción de software. Por lo anterior, es conveniente contar con modelos de calidad que especifiquen los requerimientos no funcionales que permitan evaluar a las estrategias integradas de M&E desde el punto de vista del líder de SQA. Y sin duda, dicha valoración permitirá un análisis de debilidades y fortalezas. El análisis puede ser utilizado tanto para proponer cursos de acción y mejorar dicho recurso o seleccionar la mejor opción entre una serie de estrategias de M&E disponibles.

En la siguiente sección, se documentan los trabajos relacionados en el área de M&E discutiendo sus principales características.

1.2. Antecedentes

Como se expresó en la sección anterior, es importante para una organización de software contar con mecanismos que le permitan medir y evaluar sus productos, procesos y recursos. 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. Sin dejar de lado, que una correcta medición y evaluación permite mejorar la toma de decisiones en la organización. En [Goldenson, 2007] se documentan los resultados de las encuestas realizadas a personas de organizaciones que se encuentran en un nivel 4 y 5 de madurez de CMMI. En este documento se muestra que el 54% de los encuestados considera que contar con procesos de medición ha permitido que sus organizaciones tomaran mejores decisiones tácticas, y el 49% indica que mejoró sus decisiones estratégicas. También en [Kasunic, 2006] se muestra que el 44,5% de los 1852 encuestados utilizan frecuentemente la medición para comprender la calidad de sus productos y el 39% lo hace ocasionalmente.

Adicionalmente, la importancia de llevar a cabo programas de medición en ingeniería de software está respaldada por la existencia de varios modelos de calidad, enfoques, estrategias, metodologías de mejora de procesos y estándares de medición que hacen hincapié en su importancia. A continuación, se presenta una revisión de la literatura relacionada a M&E de calidad.

Existen en la literatura muchas propuestas publicadas en el área de M&E. Por ejemplo, algunos autores como Fenton *et al.* [Fenton *et al.*, 1997], Zuse [Zuse, 1998] y Kan [Kan, 2002] definen los términos utilizados en la medición de software, mientras que otros como Kitchenham *et al.* [Kitchenham *et al.*, 2001] y Abran *et al.* [Abran *et al.*, 2003] se focalizan en la definición y/o modelado de los datos y metadatos de la medición.

Por ejemplo Horst Zuse, en su libro “A Framework of Software Measurement” [Zuse, 1998] define un marco de medición que permite caracterizar métricas, esto es, describir formalmente sus propiedades así como mecanismos de validación y predicción de mediciones. Este marco es una extensión de la teoría de la medición clásica, en el que da tanto una base para validar métricas de software como criterios sobre las escalas. El autor describe la medida como algo «necesario ya que los humanos no son capaces de tomar decisiones o enjuiciar de forma clara y objetiva» ya que medir es más que producir números, es la combinación de entidades empíricas con entidades numéricas. En la Figura 1-7 se muestra, según [Zuse, 1998] el proceso a seguir cuando se mide. Además, por medio de un glosario, define los términos del área de medición incluyendo conceptos como medidas, métricas, tipos de escalas, modelos, métodos y herramientas de medición. También, explica el rol de la medición durante todo el ciclo de vida del software discutiendo un conjunto de posibles métricas de producto y proceso para las fases de especificación, diseño, codificación, testeo y mantenimiento.

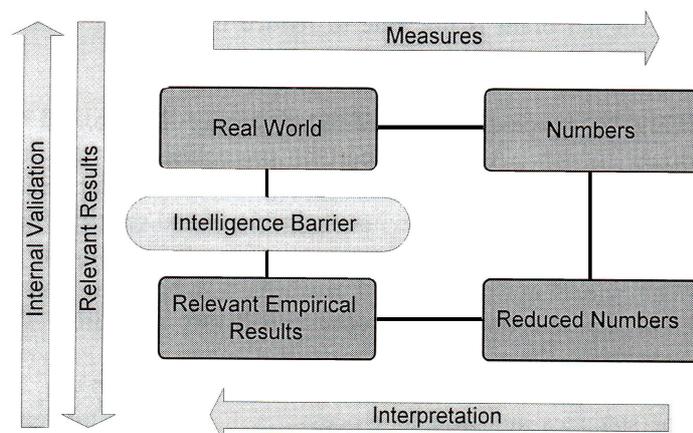


Figura 1-7. Proceso de medición según [Zuse, 1998].

En [Fenton *et al.*, 1997] se tratan los fundamentos de la medición, experimentación, recolección y análisis de datos. Además de presentar un marco que ayuda a discutir qué medir y cómo usar las medidas apropiadamente. Los autores destacan la aplicación práctica del marco que contribuye a la organización de las actividades de medición. Se basan en la teoría de medición y clasificación de entidades tales como productos, procesos y recursos. Incluyen nociones de visibilidad de procesos y medición dirigida por objetivos. También, exponen casos de éxito y guías para evaluar la efectividad de técnicas y herramientas.

En [Kitchenham *et al.*, 2001] los autores sostienen que los enfoques de medición y evaluación conocidos hasta entonces finalizan con la identificación de los conceptos a medir o las métricas a utilizar. Pero carecen de una definición concreta de cómo recolectar, almacenar y analizar las medidas. Como consecuencia, el responsable de la medición de una compañía necesita instrumentos que le permita reportar conjuntos de datos complejos con el propósito de minimizar el riesgo de análisis incorrectos y malinterpretaciones que pueden provenir de valores que no son repetibles y comparables. Como solución a la problemática planteada, los autores crean un modelo conceptual que captura conceptos y relaciones de los datos utilizados en la medición y evaluación de software mediante un diagrama entidad-relación. El modelo propuesto (ver Figura 1-8) está diseñado para soportar dos actividades diferentes:

1. El modelado de uno o más conjuntos de datos complejos que incluyen valores relacionados a entidades con diferentes niveles de granularidad, los valores actuales y pasados de una medida, estimaciones, etc.
2. La especificación de herramientas de almacenamiento para apoyar un modelo de datos definido.

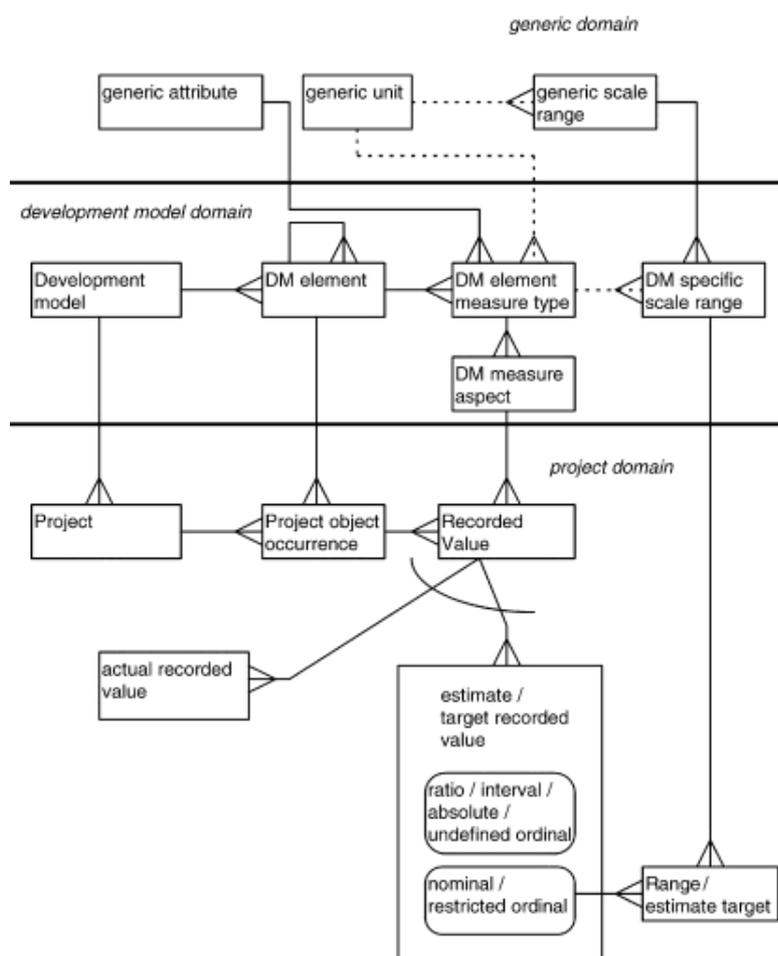


Figura 1-8. Modelo de entidad relación conceptual según [Kitchenham *et al.*, 2001].

El modelo propuesto presenta un conjunto de conceptos agrupados en tres componentes diferentes, a saber: 1) un componente genérico que incluye atributos, unidades y tipos de escalas; 2) un componente del modelo de desarrollo que traduce atributos y unidades a medidas que son enlazadas a tipos de entidades de software; y, 3) un componente de proyecto que incluye entidades reales enlazadas a los valores medidos generados a partir de las medidas definidas.

Mientras que los dos primeros componentes se encargan de los metadatos necesarios para especificar los datos de medición, el componente de proyecto, trata con la recolección de datos de medición permitiendo que sean almacenados en un formato derivado de los metadatos. Los autores sostienen que esta definición es necesaria para asegurar que los datos recolectados son repetibles, comparables y pueden ser analizados conjuntamente.

Por otro lado, existe un grupo de estándares internacionales relacionados a medición, evaluación y modelos de calidad publicados en conjunto por la Organización Internacional de Normalización¹ y por la Comisión Electrotécnica Internacional². El estándar ISO/IEC 15939 [ISO/IEC 15939, 2007] define el proceso de medición de software, el estándar ISO/IEC 14598 [ISO/IEC 14598-5, 2001] define el proceso de evaluación de software y el estándar ISO/IEC 9126 [ISO/IEC 9126-1, 2001] trata sobre modelos de calidad.

El estándar ISO/IEC 15939 denominado “Systems and software engineering – Measurement process”, define un proceso de medición aplicable en la ingeniería de software y las disciplinas de gestión. Este proceso de medición se describe mediante las actividades y tareas necesarias para definir, aplicar y mejorar la medición dentro de un proyecto en particular o dentro de la estructura de medición organizacional. Además, el estándar ISO/IEC 15939 provee definiciones de términos de medición usados comúnmente dentro de la industria del software. Este estándar fue desarrollado tomando como base el enfoque Practical Software Measurement (PSM)³ [Card, 2000] del cual adoptó el Modelo de Información de Medición y el Modelo de Procesos de Medición.

La Norma ISO/IEC 14598 en sus diferentes partes, establece un marco de trabajo para evaluar la calidad de los productos de software proporcionando requisitos para los procesos de evaluación de los mismos. Además, define y describe las actividades necesarias para: -analizar los requisitos de evaluación; -especificar, diseñar y realizar acciones de evaluación; y -concluir la evaluación de cualquier tipo de producto de software. En particular, es utilizada para aplicar los conceptos descritos en la norma ISO/IEC 9126-1. Esta última presenta un marco conceptual para el modelo de calidad y define un conjunto de características que son refinadas en subcaracterísticas que todo producto software debería cumplir para ser considerado de calidad. El resto de los documentos pertenecientes al estándar ISO/IEC 9126 son reportes técnicos que proveen la definición de métricas externas, internas y de calidad en uso del producto.

Actualmente, existe el proyecto SQuaRE (Software Product Quality Requirements and Evaluation) [ISO/IEC 25000, 2005] que trata de crear una convergencia entre diferentes estándares ISO relacionados a la calidad de los productos software, especialmente ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126. Este proyecto intenta eliminar las distancias, conflictos y ambigüedades entre los estándares previos, dando como resultado la serie de estándares 25xxx.

Otro trabajo relevante, es el estándar de facto CMMI [CMMI, 2010]. Es un modelo de mejora de procesos que permite clasificar a las organizaciones según sus niveles de madurez (mencionados en la sección anterior). Estos niveles sirven para conocer la madurez de las capacidades de los procesos que se llevan a cabo para producir y mantener software.

CMMI permite que la organización elija entre dos enfoques: representación por etapas y representación continua. Cualquiera de las dos representaciones permite iniciar un camino evolutivo de

¹ ISO por sus siglas en inglés de International Organization for Standardization.

² IEC por sus siglas en inglés de International Electrotechnical Commission.

³ La descripción de PSM se puede encontrar más adelante en esta misma sección.

mejora para pasar de procesos inmaduros a disciplinados. La representación por etapa utiliza un conjunto predeterminado de áreas de proceso para definir un camino de mejora en la organización. En este enfoque existen niveles de madurez –donde un nivel de madurez es un camino evolutivo bien definido para obtener la mejora de procesos. En cambio, la representación continua permite que la organización seleccione un área de proceso específica, para mejorar a través de ella. En este enfoque se utilizan niveles de capacidad para demostrar la mejora relativa a un área de proceso específica. Si bien ambas representaciones comparten los componentes y su jerarquía, la gran diferencia radica en que la representación continua se enfoca en la capacidad de áreas de procesos mientras que la representación por etapas se enfoca en la madurez por niveles de las capacidades de áreas de procesos de la organización (ver Figura 1-9).

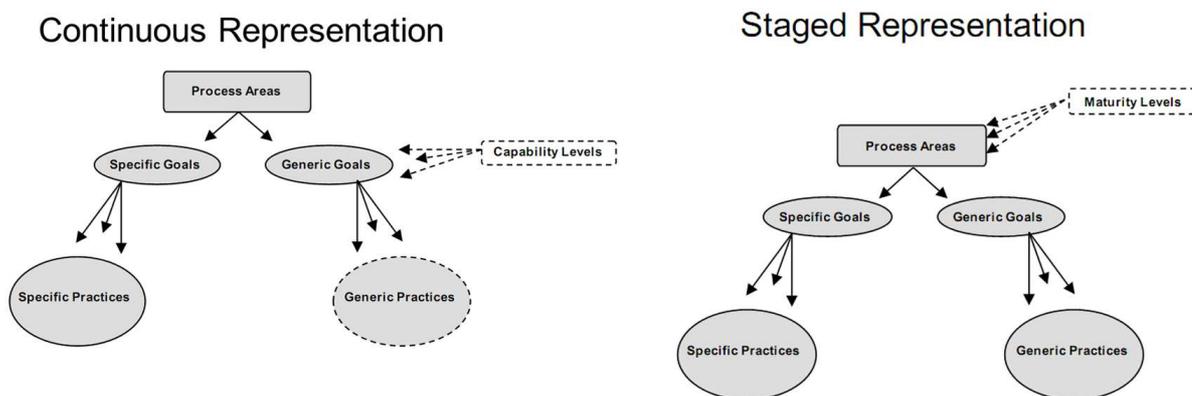


Figura 1-9. Estructura de las representaciones por etapas y continua (extraído de [CMMI, 2010]).

CMMI reúne las mejores prácticas de una organización, agrupándolas en diferentes áreas de proceso. Un área de proceso es un grupo de prácticas relacionadas que al ser implementadas de forma conjunta satisfacen las metas consideradas importantes para la mejora en esa área. CMMI define 22 áreas de proceso dos de las cuales son «Medición y Análisis» y «Aseguramiento de la Calidad del Producto y Proceso».

El área «medición y análisis» corresponde al nivel 2 en la representación por etapas y está ubicada dentro de la categoría de proceso de soporte para la representación continua. Tiene como propósito desarrollar y apoyar la capacidad de medición utilizada para poder dar soporte a las necesidades de información de la gerencia. Esta área posee dos metas específicas: 1) Alinear las actividades de medición y análisis y 2) Proveer resultados de la medición. Mientras que la primera meta incluye las prácticas específicas 1.1) Establecer los objetivos de la medición, 1.2) Especificar medidas, 1.3) Especificar procedimientos de recolección y almacenamiento de datos, y 1.4) Especificar procedimientos de análisis; la segunda meta incluye 2.1) Obtener datos de la medición, 2.2) Analizar datos de la medición, 2.3) Almacenar datos y resultados, y 2.4) Comunicar los resultados.

A su vez el área de soporte «aseguramiento de la calidad del producto y proceso» tiene como propósito proveer al equipo de trabajo y a la gestión una visión objetiva de sus procesos y productos. Esta área garantiza que los procesos definidos están siendo respetados en la organización y permite detectar deficiencias en la forma de trabajar establecida. Una organización que desea alcanzar el nivel 2 de CMMI requiere cumplir con esta área entre otras. Las prácticas involucradas implican: (1) Evaluar los procesos ejecutados, los artefactos producidos y los servicios provistos versus los estándares y descripciones de proceso aplicables; (2) Identificar no conformidades, comunicarlas a los responsables, y asegurar su resolución; e (3) Informar al equipo de proyecto y la gerencia el resultado de las actividades de aseguramiento de la calidad. Estas prácticas ayudan a concretar los dos objetivos específicos, a saber:

- Evaluar objetivamente procesos y artefactos; y,
- Proveer realimentación objetivamente.

Como se pudo apreciar, CMMI se limita a fijar metas que deben alcanzarse para cada área de proceso, prácticas para alcanzar tales metas y tareas específicas para conseguir las metas.

CMMI para el área de proceso «medición y análisis» proporciona ejemplos orientadores de posibles métodos y herramientas, sin embargo, no siempre sirven de guía para mostrar cómo debe llevarse a cabo la práctica. Un ejemplo de esto, se presenta en la práctica específica «Almacenar datos y resultados» donde aconseja que se debe prevenir que la información almacenada sea utilizada inapropiadamente, y a continuación indica “formas de prevenir el uso inapropiado de los datos incluyendo controles de acceso a los datos y educando al personal sobre el uso apropiado de los datos”.

Por último, es importante mencionar, que CMMI cuenta con un glosario en el cual se definen los principales términos utilizados en el estándar. Este estándar es ampliamente reconocido y utilizado tanto en la academia como en la industria.

También se puede citar a Six Sigma (6σ) [Antony *et al.*, 2002], el cual 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 la 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 reducir 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).

Este enfoque consta de 5 fases: Definir, Medir, Analizar, Implementar, Mejorar y Controlar. Todas ellas diseñadas de manera tal que obtienen 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 no siempre están disponibles en las organizaciones de desarrollo de software. Algunos artículos publicados sobre Six Sigma son: [Hongbo, 2008], [Zhedan *et al.*, 2007], [Antony *et al.*, 2004], [Pyzdek, 2003] y [Antony *et al.*, 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 [Solingen *et al.*, 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 [Goethert *et al.*, 2004]. Dichos problemas conducen a la pérdida de efectividad del programa de medición y al desánimo de los involucrados, terminando con frecuencia, 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 [Basili *et al.*, 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.* [Basili *et al.*, 1994]. Este enfoque nace en un Laboratorio de Ingeniería de Software 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.

GQM propone una estructura jerárquica de tres niveles (ver Figura 1-10) pensada para definir las necesidades de información de la organización y sus proyectos de forma operacional y proveer un marco para interpretar los resultados respecto de los objetivos formulados. El nivel superior o conceptual corresponde a una especificación estructurada de los objetivos que se buscan satisfacer, para los que se especifica el propósito de la medición, el objeto o entidad a ser medida, el factor o característica a ser medida, el punto de vista y el ambiente o contexto donde se lleva a cabo. Los objetivos son refinados luego a un nivel operacional como una lista de preguntas que buscan caracterizar el objeto medido con respecto a la característica y el punto de vista seleccionados. Finalmente, para cada pregunta se define -a nivel cuantitativo, una o más métricas que permitirán obtener la respuesta a la pregunta correspondiente y, consecuentemente, a los objetivos del nivel conceptual. Las métricas incluyen datos que especifican cómo se obtienen y representan los valores que responden a las preguntas. GQM prevé que una métrica pueda responder a más de una pregunta para el mismo objetivo, debiendo tener en cuenta que la métrica puede arrojar diferentes valores para diferentes puntos de vista. Aunque los autores argumentan que el sistema de medición resultante de aplicar el enfoque incluye un conjunto de reglas para la interpretación de los datos de medición, no incluyen detalles de cómo llevarla a cabo.

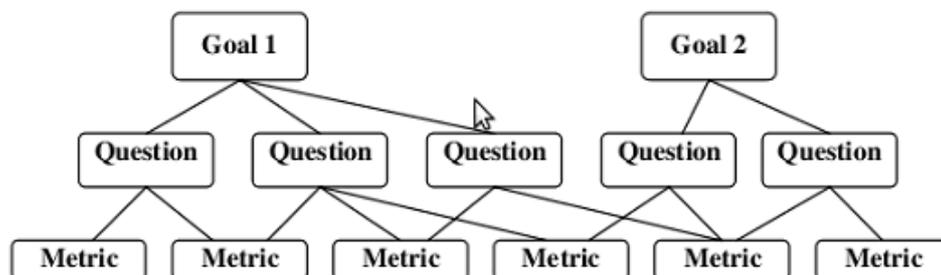


Figura 1-10. Estructura de GQM (tomado de [Basili *et al.*, 1994]).

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 reducido 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 ([Briand *et al.*, 2002], [Goethert *et al.*, 2003], [Gresse *et al.*, 1995], [Solingen *et al.*, 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.

A partir de GQM surge el enfoque GQ(I)M, Goal Question (Indicator) Measurement documentado en [Goethert *et al.*, 2001] y [Goethert *et al.*, 2004]. Como se puede apreciar la (I) lo distingue del enfoque 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; y (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 ampliamente reconocido y utilizado en la industria es Balanced Scorecard (BSC) [Kaplan *et al.*, 1996]. El BSC es una herramienta de gestión que asiste a una organización en la selección y cuantificación de métricas⁴ que ayuden a conocer de forma cuantitativa el éxito o fracaso de su misión, visión y estrategias.

El enfoque propone analizar la estrategia de la organización desde cuatro perspectivas: clientes/usuarios, finanzas, procesos internos, y aprendizaje y crecimiento (ver Figura 1-11) enlazando objetivos y medidas por medio de «tarjetas de puntuación» (scorecard).

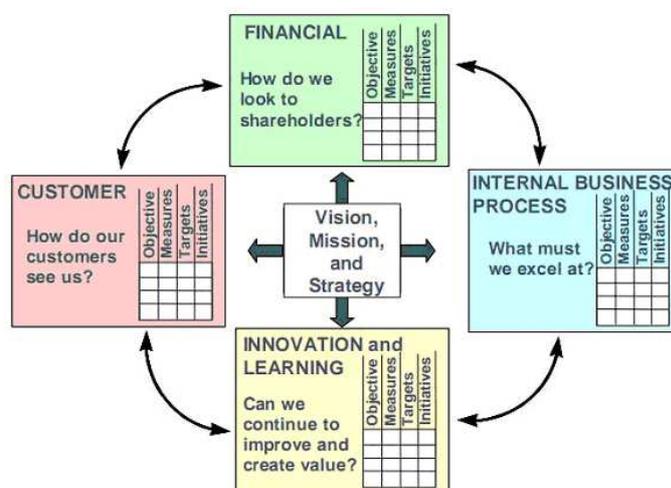


Figura 1-11. Componentes de BSC (extraído de [Kaplan *et al.*, 1996]).

Para cada perspectiva se definen objetivos a ser satisfechos para el éxito de la estrategia, métricas que permiten cuantificar la medida en que los objetivos son alcanzados, metas a ser alcanzadas para cada métrica en la perspectiva e iniciativas para lograr dichas metas. 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.

En esencia, este enfoque es similar al enfoque GQM, sin embargo se observan las siguientes diferencias:

- las perspectivas del BSC hacen referencia a los distintos tipos de entidades u objetos a los cuales apunta la medición, mientras en GQM estos se indican como parte de la especificación de los objetivos;
- en BSC no se provee información acerca de cómo especificar los objetivos;

⁴ Los autores se refieren a éstas como medidas.

- en BSC se incluyen los valores esperados (metas) para cada métrica, que proveen un punto de partida para la interpretación de los mismos, y las acciones a llevar a cabo para alcanzar dichos valores, mientras en GQM ambos elementos están ausentes;
- en BSC no existe paralelo al nivel operacional del GQM que asista en el descubrimiento de las métricas relevantes para cada objetivo.

Otro enfoque digno de mencionar es CoBIT (Control Objectives for Information and related Technology) [ISACA, 2007]. Este framework fue creado por el Information System Audit and Control Association (ISACA) y por el IT Governance Institute (ITGI). CoBIT consiste en alinear los objetivos de IT (Tecnología de la Información, en inglés, Information Technology) con los objetivos del negocio, proporcionando métricas y modelos de madurez para medir sus resultados, e identificar las responsabilidades asociadas al negocio y los responsables de los procesos IT. La adecuada implementación de un modelo COBIT en una organización, provee una herramienta automatizada, para evaluar de manera ágil y consistente el cumplimiento de los objetivos de control, que aseguran que los procesos y recursos de información y tecnología contribuyen al logro de los objetivos del negocio. Distingue entre cuatro niveles de objetivos: objetivos de negocio, objetivos IT, objetivos de procesos y objetivos de actividad. CoBIT proporciona un resumen de las mejores prácticas de gobierno IT.

Por otra parte se encuentra el enfoque Practical Software Measurement (PSM)⁵ que, como se mencionó anteriormente, sirvió como documento base para el desarrollo del estándar ISO/IEC 15939 en sus dos versiones (del año 2001 y del año 2007). PSM se deriva de un marco de medición que consta de cuatro elementos: (1) Necesidades de información; (2) Información de usuario; (3) Modelo de procesos de medición; y, (4) Modelo de información de medición. Ambos modelos fueron adaptados e incorporados al estándar ISO/IEC 15939. Con la llegada de dicho estándar, PSM fue ajustado tanto para proveer detalles adicionales sobre las actividades y tareas presentadas en el estándar como para proveer métodos que permitan llevar a cabo dichas tareas. De este modo, PSM contribuye a asegurar una efectiva implementación del estándar ISO/IEC 15939. También ayuda a la implementación del área de proceso Medición y Análisis de CMMI. Por lo tanto PSM se ha convertido en un enfoque de medición ampliamente aceptado en la industria que ayuda a la gestión de proyectos de desarrollo de software [Card, 2000].

El modelo de proceso mostrado en la Figura 1-12 define las actividades necesarias para implementar la medición en un proyecto de forma integrada al resto de los procesos técnicos y de gestión de la organización. Este modelo de procesos está basado en la típica secuencia de gestión “Plan-Do-Check-Act”, pero adaptado para soportar actividades y tareas específicas de medición. Es importante mencionar, que con la creación del estándar ISO/IEC 15939, los autores decidieron adaptar los nombres de las actividades de PSM con el objetivo de compartir la terminología con dicho estándar. De esta manera, el proceso incluye cuatro actividades principales denominadas:

1. *Establecer y mantener el compromiso de medición (Establish & Sustain Measurement Commitment)*. Es importante obtener y mantener el patrocinio para sustanciar el programa de medición. En esta actividad es necesario identificar los alcances de la medición y los roles involucrados; establecer políticas de medición para asegurar la disponibilidad de recursos; asignar responsabilidades; entre otros.
2. *Planificar la medición (Plan the Measurement Process)*. Esta actividad debe perseguir el objetivo de entender la necesidad de información y definir los procedimientos de recolección, almacenamiento y reporte. También debe poner énfasis en la definición de los criterios de evaluación tanto para productos como para el proceso de medición mismo.

⁵ El enfoque PSM es patrocinado y utilizado por el Departamento de Defensa de la armada de EEUU, además de ser empleado en los programas del gobierno y las industrias.

3. *Ejecutar la Medición (Perform the Measurement Process)*. Para lograr esta actividad se debe integrar los procedimientos diseñados en el punto anterior a los procesos de la organización. Luego se debe poner en marcha.
4. *Evaluar la medición (Evaluate Measurement)*. Por último, se deben analizar los datos medidos contra los criterios definidos –tanto para los productos como para el proceso; almacenar en una base de experiencias las lecciones aprendidas; identificar y comunicar mejoras potenciales de los productos y el proceso.

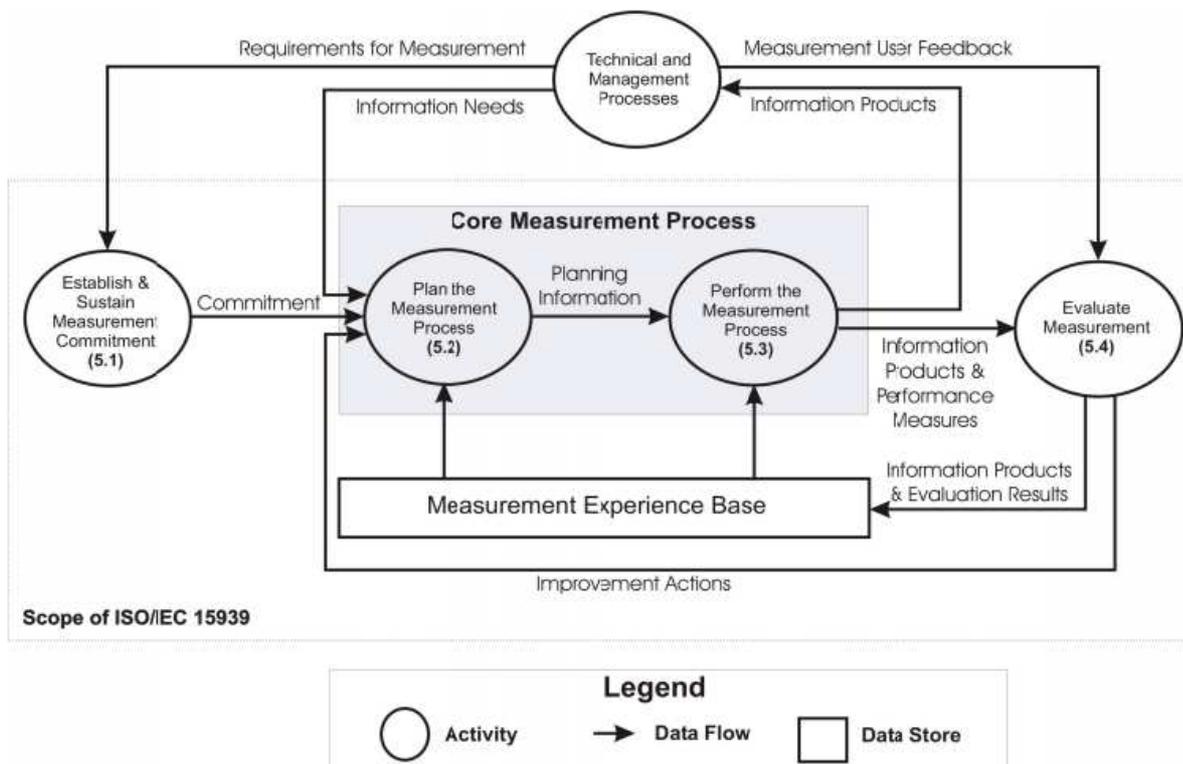


Figura 1-12. Modelo de proceso de medición de PSM adoptado por [ISO/IEC 15939, 2007].

PSM también propone un modelo de información de medición –ver Figura 1-13- que facilita la toma de decisiones debido a que muestra la relación entre entidades, métricas y necesidades de información. En el modelo propuesto los atributos de las entidades de software (procesos y productos que son objeto de medición) se relacionan con las necesidades de información del usuario mediante tres tipos de medidas, a saber:

- Medidas base: cuantifican un atributo simple aplicando un método de medición.
- Medidas derivadas: combinan dos o más medidas base usando una función matemática.
- Indicadores: pueden ser una medida base o derivada o una combinación de tales medidas asociadas a criterios de decisión por medio de un modelo matemático o heurístico.

Además, un producto de información consiste de uno o más indicadores con interpretaciones correspondientes formando la base para la toma de decisiones. Este modelo de información fue utilizado para la definición del estándar ISO/IEC 15939.

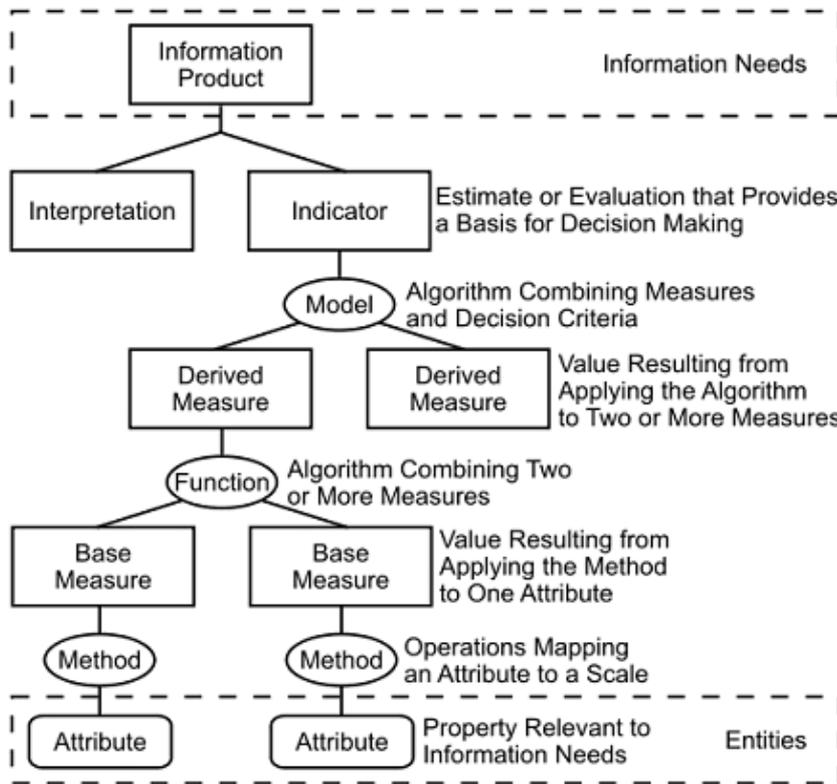


Figura 1-13. Modelo de información de PSM (extraído de [Card *et al.*, 2003]).

Según los autores, el uso conjunto del modelo de proceso y el modelo de información permite definir un programa de medición apropiado para cada proyecto particular. Los términos utilizados en la descripción del proceso son definidos en un glosario anexo a la guía.

PSM también ha sido utilizado como base fundamental para otros desarrollos además de la ISO/IEC 15939. Este es el caso de [Card *et al.*, 2003] donde se describe la aplicación de los conceptos de PSM junto con el enfoque Balanced Scorecard para satisfacer las necesidades de información de gestión empresarial. En otro trabajo [Florac *et al.*, 1997], PSM ha sido utilizado como base para definir un proceso de medición para la gestión de mejora de procesos. Más información sobre PSM se encuentra en [PSM, 2000] y [McGarry *et al.*, 2001].

Otro marco o metamodelo es M3P (Model, Measure, Manage Paradigm), el cual es una extensión del conocido paradigma QIP/GQM [Gresse *et al.*, 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 esclarezcan 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. Para más información ver [Offen *et al.*, 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 robustas entre resultados de evaluaciones intra e inter-

organizacionales ([Olsina *et al.*, 2008] y [Molina *et al.*, 2008]). Tiene definido (1) un marco conceptual de M&E con base ontológica, (2) un proceso, y (3) un soporte metodológico/tecnológico basado en los dos pilares previos. Esta estrategia es presentada con mayor detalle en la sección 2.3.1. dado que fue seleccionada como entidad a evaluar y mejorar a partir del estudio comparativo de estrategias integradas.

Otro aporte respecto a enfoques de M&E es FMESP (Framework for the Modeling and Evaluation of Software Processes) [Mora *et al.*, 2008]. Este enfoque proviene de Alarcos Quality Center (AQC), una empresa surgida de la Universidad de Castilla-La Mancha, cuyo objetivo es proporcionar un servicio de aseguramiento de la calidad del software tanto a empresas y departamentos de desarrollo, como a empresas que compran software. Los principales componentes de FMESP son su marco conceptual y un entorno de ingeniería de software (Software Engineering Environment, SEE).

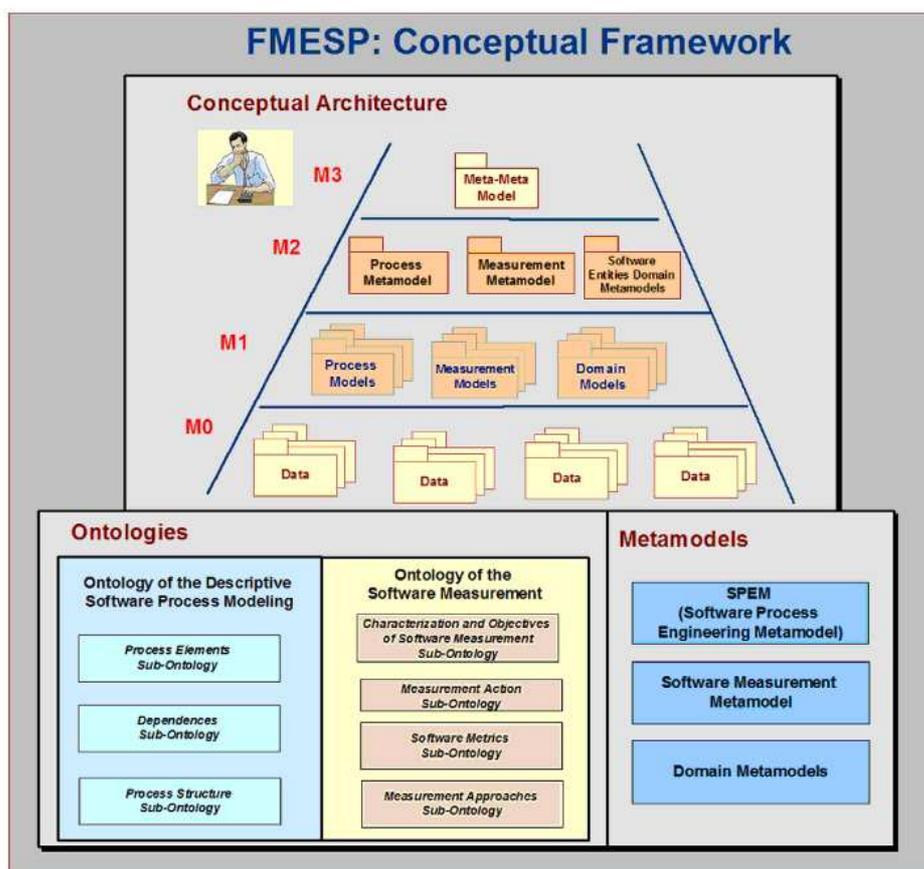


Figura 1-14. Marco conceptual de FMESP (extraído de [García *et al.*, 2006]).

El marco conceptual de FMESP consta de tres componentes (ver Figura 1-14):

1. Arquitectura Conceptual: permite proveer la gestión integrada del modelado y la medición mediante la representación de los elementos relacionados en las diferentes capas de abstracción. Esta integración se realiza mediante la inclusión de lenguajes de modelado para definir el proceso, los modelos de medición de las entidades del proceso y los metamodelos del dominio para representar cualquier entidad relacionada al proceso de software.
2. Ontologías: un aspecto fundamental a considerar para lograr integrar de una manera correcta el modelado y la medición del proceso de software es que todos los modelos y metamodelos deben basarse en la misma conceptualización y tal conceptualización debe estar especificada mediante ontologías. Por este motivo cuenta con las siguientes ontologías:

- i. Ontología de modelado descriptivo de procesos de software: si bien los autores indican que han tomado como referencia la especificación de SPEM para realizar su ontología, la misma aun no ha sido publicada o no es accesible públicamente.
 - ii. Ontología de medición de software (SMO - Software Measurement Ontology): Esta ontología fue presentada en [García *et al.*, 2004] y luego refinada en [García *et al.*, 2006-1]. Presenta conceptos y relaciones del campo de la medición de software y se compone de cuatro subontologías, a saber: (I) Objetivos y caracterización de la medición de software; (II) Acciones de Medición; (III) Métricas de software; y, (IV) Enfoques de medición.
3. Metamodelos: cuenta con metamodelos como SPEM, de medición de software, y otros (llamados “metamodelos de dominio”) para la definición de entidades relacionadas a procesos de software.

El soporte tecnológico al marco conceptual esta dado por dos herramientas integradas: METAMOD y GenMETRIC. La primera permite la definición y gestión de los metadatos de la arquitectura conceptual, mientras que GenMETRIC permite definir modelos de medición y calcular las medidas definidas en dichos modelos sobre cualquier entidad software. Además es posible agregar nuevas herramientas que provean soporte a la evaluación y mejora de los procesos. Los autores de FMESP, también proporcionan un conjunto de métricas útiles para medir procesos y artefactos de software, proveyendo de esta manera métodos y herramientas que dan soporte a las actividades de medición.

En lo que respecta a la definición del proceso de M&E no cuentan con una especificación pública y accesible, a pesar de que expresan la importancia de contar con modelos de procesos y evaluarlos. Los autores más que centrarse en la modelización del proceso, 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.

El grupo Alarcos también ha desarrollado CQA-Meth (Continuos Quality Assessment) [Genero *et al.*, 2010]. CQA-Meth 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 también, 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. La metodología se compone de 3 procesos principales, a saber: Proceso de Evaluación, Proceso de Gestión de la Evaluación y Proceso de Gestión de la Infraestructura. El Proceso de Evaluación se divide en 4 fases: Planificación, Especificación, Ejecución y Conclusión. Cada una de estas fases agrupa un conjunto de actividades de las cuales no se indica más que el nombre. A pesar de que listan y definen los productos de trabajo (llamados “elementos” por los autores) no se los asocia a ninguna actividad/tarea en particular. Por último, el Proceso de Gestión de la Evaluación involucra fases de Documentación, Control y Evaluación del proceso, mientras que el Proceso de Gestión de la Infraestructura se divide en las siguientes fases Especificación, Mantenimiento, Adaptación y Transferencia de la infraestructura disponible para el proceso de evaluación.

Aunque CQA-Meth surge en el mismo grupo de investigación que FMESP, no comparte su base conceptual de M&E, o al menos no lo indica de manera explícita. Algunas de las referencias que pueden ser

consultadas para ampliar sobre CQA-Meth son [Genero *et al.*, 2010], [Rodríguez *et al.*, 2010] y [Torre *et al.*, 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 es frecuentemente determinada por la gestión de forma subjetiva sin tomar en cuenta 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. Esta situación se ve potenciada cuando existen objetivos y estrategias (o tácticas) distintas a diferentes niveles del 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 distintos 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 conexión genérica 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 pero no provee modelos explícitos para el uso en el dominio de software. PSM, 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 donde reconocen 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 ([Basili *et al.*, 2010], [Basili *et al.*, 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 una correspondencia (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 2.3.2., 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 M&E de software. En el capítulo 2, específicamente en la sección 2 se presentará una discusión sobre los distintos enfoques, metodologías, marcos, estrategias y procesos documentados en esta sección con la finalidad de seleccionar las estrategias integradas de M&E que participarán en el estudio llevado a cabo en el presente trabajo. A continuación, se exponen las motivaciones de esta investigación y sus contribuciones.

1.3. Motivación, Contribuciones y Publicaciones

Como se mencionó en la introducción es importante contar con una Estrategia de M&E que ayude a la organización de software en la evaluación y mejora continua de sus actividades, recursos, y consecuentemente, sus productos. También, se mostró la relevancia de que la estrategia de M&E integre tres capacidades básicas, a saber: (i) un marco conceptual flexible y terminológicamente consistente; (ii) un proceso definido formalmente; y, (iii) un conjunto de métodos y herramientas que permitan la realización y automatización de las actividades. Por último, como el lector podrá apreciar en la sección 2.2. muy pocas

estrategias de M&E cumplen con la integración de estas tres capacidades; y en la revisión sistemática de literatura realizada no se encontraron trabajos relacionados que traten de la evaluación de estrategias de M&E como un recurso desde la perspectiva de la integración de estas capacidades.

Por lo tanto, la principal motivación de esta investigación fue impulsada por el objetivo de mejorar la calidad de la estrategia de M&E denominada GOCAME mediante la comparación con las fortalezas de otras estrategias de M&E integradas. Para lograr este objetivo, la tesis provee las siguientes contribuciones originales, a saber:

1. Comprender y comparar estrategias integradas de M&E existentes, considerando a una estrategia como a un ente de tipo recurso.
2. Plantear el diseño de los requerimientos no funcionales teniendo como foco la calidad de las capacidades del recurso evaluado a partir de los tres pilares considerados.
3. Implementar un caso de estudio con el fin de analizar y brindar conclusiones/recomendaciones a partir de las fortalezas y debilidades detectadas.
4. Establecer cursos de acción para mejorar y robustecer la estrategia GOCAME, a partir de las recomendaciones brindadas.
5. Reevaluar GOCAME luego de haber implementado las recomendaciones de cambio con la finalidad de analizar la ganancia de la mejora obtenida.

Como resultado de las distintas etapas de la investigación se produjeron las siguientes contribuciones al cuerpo de conocimiento nacional e internacional:

- Becker P., **Papa M.F.**, Olsina L.; (2014); "Process Conceptual Base for Enriching a Measurement and Evaluation Ontology"; En CD de la XVII Conferencia Iberoamericano en Software Engineering (CibSE'014); Pucon, Chile; ISBN: 978-956-236-247-4; pp. 53-66.
- Becker P., **Papa M.F.**, Olsina L.; (2013); "Enhancing the Conceptual Framework Capability for a Measurement and Evaluation Strategy"; En ICWE 2013 Workshops; LNCS 8295; Q.Z. Sheng and J. Kjeldskov (Eds); Springer International Publishing Switzerland; pp. 104-116.
- **Papa F.**; (2012); "Toward the Improvement of an M&E Strategy from a Comparative Study"; In LNCS 7703, Springer: Current Trends in Web Engineering; ICWE Int'l Wkshps; M. Grossniklauss and M. Wimmer (Eds.); pp. 189-203; ISBN 978-3-642-35622-3.
- **Papa F.**, Olsina L.; (2012); "Aspectos de Mejora de una Estrategia de Medición y Evaluación a partir de un Análisis Comparativo de Estrategias Integradas"; En CD de la XV Conferencia Iberoamericano en Software Engineering (CibSE'012); Buenos Aires, Argentina; ISBN 978-987-1635-46-7; 15 páginas.
- Olsina L., **Papa F.**, Becker P.; (2011); "Assessing Integrated Measurement and Evaluation Strategies: A Case Study"; In: IEEE Xplore; ISSN 978-1-4673-0844-1/11; 7th Central Eastern European Software Engineering Conference (CEE-SECR 2011); Moscow, Russia; pp. 1-10.
- **Papa M. F.**, Olsina L.; (2011) "Análisis Comparativo de Estrategias de Medición y Evaluación"; ASSE'11, Simposio Argentino de Ingeniería de Software (40 JAIIO); pp. 120-131; ISSN 1850-2792.
- **Papa M. F.**, Becker P., Olsina L.; (2010); "Estrategias de Medición y Evaluación: Diseño de un Estudio Comparativo."; ASSE'10, Simposio Argentino de Ingeniería de Software (39 JAIIO); pp. 309-322.

Algunas otras publicaciones realizadas previamente en el área de aseguramiento de calidad, específicamente en M&E, son:

- Olsina L., **Papa F.**, Molina H.; (2008); “Ontological support for a measurement and evaluation framework.”; *International Journal of Intelligent Systems*, (Wiley, New York, NY, USA); tomo 23(12); págs. 1282–1300; ISSN 0884-8173.
- Olsina L., Molina H., **Papa F.**; (2008); “How to Measure and Evaluate Web Applications in a Consistent Way.”; In the book: *Web Engineering: Modelling and Implementing Web Applications*, (Springer London); Capítulo 13; ISBN 978-1-84628-922-4; págs. 385–420.
- Olsina L., **Papa F.**, Molina H.; (2005); “Organization-Oriented Measurement and Evaluation Framework for Software and Web Engineering Projects.”; En *Proceedings of the International Conference on Web Engineering (ICWE) 2005*; tomo 3579 de *Lecture Notes in Computer Science*; (Lowe, D. & Gaedke, M., eds.); (Springer-Verlag, Berlin Heidelberg); págs. 42–52.
- Molina H., **Papa F.**, Olsina L.; (2005); “Marco Conceptual para el Soporte de Proyectos de Medición y Evaluación en Aseguramiento de Calidad”; En *Actas del 8° Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes de Software (IDEAS05)*; Valparaíso, Chile; Editor: Hernán Astudillo; pp. 133-144.
- Molina H., **Papa F.**, Martín M. de los A., Olsina L.; (2004); “Semantic Capabilities for the Metrics and Indicators Cataloging Web System.”; En *Engineering Advanced Web Applications* (Matera, M. & Comai, S., eds.); (Rinton Press Inc.); ISBN 1-58949-046-0; págs. 97–109.
- Molina H., **Papa F.**, Martín M. de los A., Olsina L.; (2004); “Semantic Search and Navigation Capabilities for the Metrics and Indicators Cataloging Web System”; In *Proc. of ASIS '04 during September 20-24*; JAIIO; Córdoba, Argentina; ISSN N° 1666-1141.
- Martín, M.A., Molina, H., **Papa, F.**, Fons, J., Pastor, O. & Olsina, L.; (2003); “Aspectos de Diseño Arquitectural y Semántico para un Sistema Web de Catalogación de Métricas”, Aceptado en el 6° Workshop Iberoamericano de Ingeniería de Requisitos y Ambientes Software IDEAS 2003 - Asunción, Paraguay.
- Olsina L., **Papa, M.F.**, Souto, M.E., Rossi, G.; (2001); “Providing Automated Support for the Web Quality Evaluation Methodology”, *Proceed. of the Fourth Workshop on Web Engineering*, at the 10th International WWW Conference, Hong Kong, pp 1-11.

1.4. Metodología de Trabajo

Este documento presenta el trabajo de investigación cuyo objetivo final fue la mejora de la estrategia de M&E GOCAME. El esquema de investigación utilizado para desarrollar esta tesis se puede observar en la Figura 1-15 y se compone de tres etapas. Cada una de estas etapas posee un objetivo particular, a saber:

1. Comprender y comparar el estado actual de la calidad de las capacidades de estrategias integradas de M&E para recomendar acciones de mejora;
2. Mejorar la estrategia GOCAME a partir de la implementación de los cambios recomendados; y,
3. Reevaluar la nueva versión de GOCAME y analizar cuantitativamente la ganancia de la mejora alcanzada.

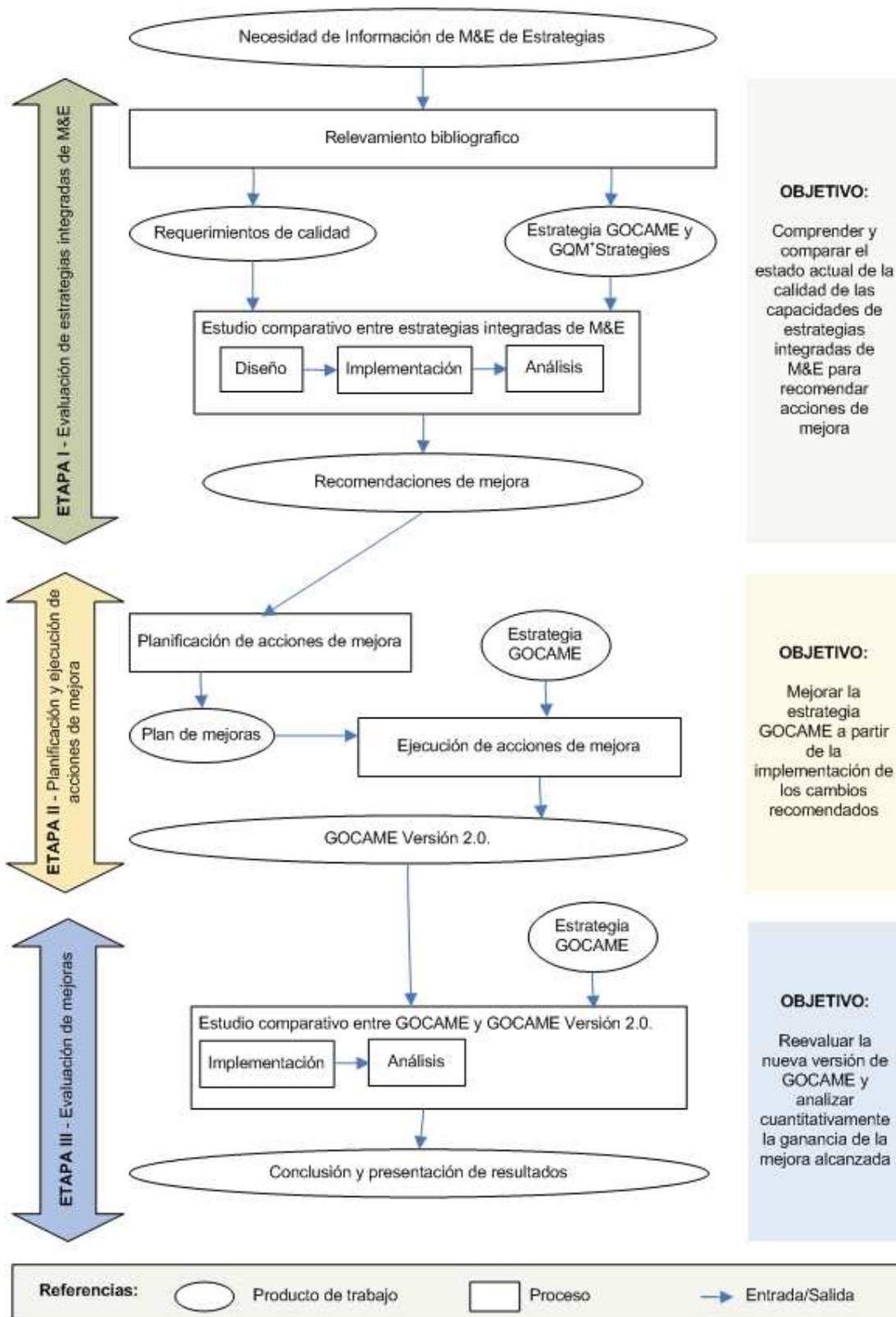


Figura 1-15. Esquema del panorama de investigación utilizado para desarrollar esta tesis.

Para cumplir con el objetivo de la ETAPA I -que surge a partir de la necesidad de información cuyo propósito es comprender y comparar la calidad de las capacidades de una estrategia integrada de M&E desde el punto de vista del líder de aseguramiento de calidad, se efectuó una revisión sistemática de literatura relacionada a la temática que se estaba investigando. El objetivo de esta revisión fue por un lado, detectar requerimientos que permitan evaluar la calidad de las capacidades de una estrategia integrada de M&E con respecto a los tres pilares antes mencionados (marco conceptual, proceso y métodos) como así también, el modo de cuantificarlos por medio de métricas. Por otro lado, a partir de la revisión se identificaron las estrategias integradas de M&E (entidades concretas) que participaron en el estudio, y que fueron comparadas con GOCAME a fin de detectar sus fortalezas y debilidades.

La segunda actividad de la ETAPA I, fue llevar a cabo el proyecto de M&E siguiendo la estrategia GOCAME. Para lo cual fue necesario, diseñar los requerimientos no funcionales, la medición y la evaluación. En la fase de diseño del estudio comparativo se utilizaron los requerimientos de calidad detectados en la revisión bibliográfica, esto es, atributos y características relacionadas a la calidad de las capacidades de una estrategia integrada de M&E. Luego, en la fase de implementación se midieron y evaluaron las dos entidades identificadas, a saber: GOCAME y GQM⁺Strategies. Por último, se realizó un informe de conclusiones y recomendaciones que resume debilidades y fortalezas, como así también, recomendaciones de cambio para futuras mejoras. Las recomendaciones de mejora surgieron no sólo de detectar fortalezas de GQM⁺Strategies respecto de GOCAME, sino también, de observar los valores de indicadores con bajo desempeño en GOCAME. Las acciones de mejora recomendadas están basadas en el análisis de la información obtenida de los datos y metadatos de métricas e indicadores.

La ETAPA I se desarrolló durante los años 2010-2011 y fue ampliamente documentada en el trabajo denominado “Aseguramiento de Calidad de Software: Estudio Comparativo de Estrategias de Medición y Evaluación” [Papa, 2012-2] presentado como tesis para obtener el título de Magister en Ingeniería de Software otorgado por la Facultad de Informática de la Universidad Nacional de la Plata en Abril de 2012.

El objetivo de la ETAPA II, fue mejorar la entidad GOCAME a partir de la implementación de las recomendaciones de cambio producidas en la ETAPA I. Para lograr este objetivo, en primer lugar, fue necesario priorizar y planificar las acciones de mejora que planteaba el documento de recomendaciones. La priorización se realizó teniendo en cuenta aquellos atributos con valores de indicadores más débiles y cuya mejora generaría mayor ganancia al momento de la reevaluación. Asimismo, se tuvo en cuenta la complejidad y el tiempo de implementación de la acción de mejora propuesta. Esto se debe a que algunas recomendaciones de cambio no pueden ejecutarse en tiempos razonables al desarrollo de esta tesis. Ejemplo de ello es la recomendación de mejora que procura la necesidad de una ontología para el dominio de análisis y recomendación. Una vez planificados los cambios, se llevaron a cabo, y se obtuvo como resultado GOCAME Versión 2.0 –esto es, la estrategia de M&E GOCAME con algunas de las mejoras propuestas en el reporte de recomendaciones de cambio. Esta etapa fue llevada a cabo durante los años 2012-2013.

Por último, en la ETAPA III se realizó nuevamente la implementación del estudio comparativo. Pero en esta oportunidad se evaluó la estrategia GOCAME Versión 2.0. Al utilizar para la medición y evaluación las mismas especificaciones –esto es especificación de requerimientos no funcionales, de métricas y de indicadores- el resultado obtenido al evaluar esta nueva entidad es perfectamente comparable con los resultados conseguidos por GOCAME en el primer estudio comparativo. Esta comparación es factible ya que la evaluación se llevó a cabo siguiendo el proceso propuesto por la estrategia de M&E y aplicando los metadatos de métricas e indicadores definidos previamente. Este último análisis permite conocer cuantitativamente la ganancia obtenida a raíz de las mejoras introducidas en GOCAME Versión 2.0. Es oportuno aclarar que, si bien en general las modificaciones realizadas tuvieron un impacto positivo en el valor de desempeño (performance) de los atributos, en ocasiones generaron impactos negativos en otros. El análisis de estas variaciones en los resultados se analizó y se presentaron las conclusiones pertinentes. Finalmente, se documentó todo el trabajo en la presente tesis que se encuentra estructurada como lo indica la siguiente sección.

1.5. Estructura de la Tesis

La tesis se organiza en ocho capítulos divididos en tres partes más un anexo donde se incluyó la información que se consideraba de referencia adicional. La organización se muestra gráficamente en la Figura 1-16.

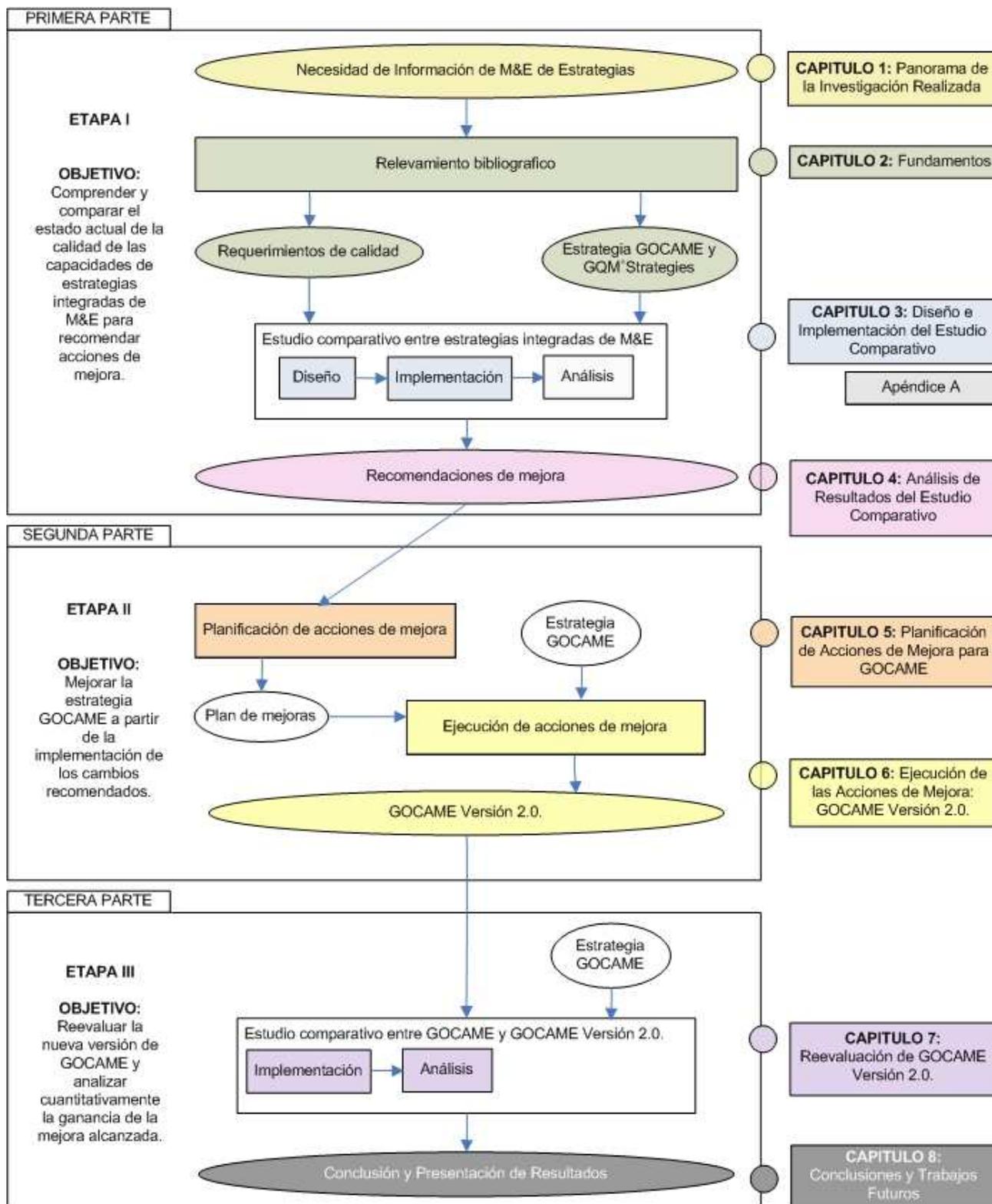


Figura 1-16. Esquema de la tesis integrando capítulos y apéndices.

La primera parte se encuentra conformada por cuatro capítulos. En esta parte se documenta el trabajo realizado para cumplir con el objetivo de la ETAPA I planteado en la metodología de trabajo, a saber: Comprender y comparar – con un caso típico- el estado actual de un recurso a partir de la medición y evaluación de calidad para recomendar acciones de cambio.

La presente introducción conforma el Capítulo 1. En el Capítulo 2 se exhiben los fundamentos necesarios que guían al lector en la comprensión del resto del documento. Para ello se explica qué se entiende por estrategia integrada de M&E describiendo los tres pilares considerados necesarios, se comparan los distintos enfoques de M&E en función de los pilares para seleccionar aquellas estrategias integradas de M&E. Adicionalmente, se describen las dos entidades (estrategias integradas de M&E) que participaron de la evaluación propiamente dicha. En el Capítulo 3 se presenta el diseño y la implementación del estudio realizado que permite comprender y comparar distintas estrategias integradas de M&E tomando como guía de medición y evaluación a GOCAME. Para finalizar esta primera parte, el Capítulo 4 expone el análisis de los resultados de la evaluación y las recomendaciones de cambio que fueron la materia prima desde donde se partió para cumplir con el objetivo de la ETAPA II, esto es: mejorar el recurso a partir de la implementación de los cambios recomendados.

La segunda parte de esta tesis se conforma por dos capítulos. El Capítulo 5 aborda la priorización y planificación de las recomendaciones de cambio, para finalmente, en el Capítulo 6 explicar cómo se ejecutaron las acciones de mejora que permitieron obtener GOCAME Versión 2.0.

La última parte consta de los Capítulos 7 y 8. En el primero se presentan los resultados obtenidos en la implementación de la M&E de la entidad GOCAME Versión 2.0 a partir del diseño presentado en la primera parte del Capítulo 3. Asimismo, se realiza un análisis comparativo de los valores obtenidos en la primera evaluación (año 2010) y los valores actuales, luego de las mejoras. Esto permite ver de manera cuantitativa el impacto de los cambios producidos. En el Capítulo 8 se aborda la discusión e implicaciones del trabajo realizado así como las conclusiones -tanto de carácter general como particular. También, se plantean líneas futuras de investigación.

Adicionalmente, se incorpora un anexo con información complementaria y detallada del diseño del estudio comparativo realizado. Por lo tanto, el Anexo A documenta el diseño mediante tres secciones que incluyen la especificación de requerimientos no funcionales (A.1.), la especificación de métricas (A.2.) y la especificación de indicadores junto con la asignación de pesos y operadores para el modelo de agregación empleado (A.3.), respectivamente.



Fundamentos

Al finalizar la sección introductoria (sección 1.1.) se nombraron los tres pilares que se consideran necesarios en una estrategia de M&E para ser valorada como integrada. Una estrategia de M&E con esta característica garantiza que sea válida la información obtenida para una toma de decisión más repetible, consistente y robusta. Adicionalmente, en la sección 1.3. se indicó que la motivación del presente trabajo fue la mejora de la estrategia integrada de M&E GOCAME a partir de la evaluación y comparación con otros enfoques de M&E integrados teniendo como foco la calidad de las capacidades de los tres pilares considerados, a saber: (1) el marco conceptual; (2) la especificación del proceso; y (3) el soporte metodológico explícito.

En este capítulo, se profundiza sobre cada uno de estos pilares con el objeto de formar una base de conocimiento común que guíe al lector en la comprensión del resto del documento. Los conceptos y definiciones presentados aquí son utilizados tanto en el diseño del estudio comparativo, como en su posterior medición y evaluación. El primer pilar (sección 2.1.1.) describe la noción de base y marco conceptual. El segundo pilar (sección 2.1.2.) 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 2.1.3.) corresponde a la definición de métodos y herramientas. También, en la sección 2.2. se presenta una discusión sobre los distintos enfoques, metodologías, marcos, estrategias y procesos documentados en los antecedentes (sección 1.2.) con la finalidad de seleccionar las estrategias integradas de M&E que participarán en el estudio comparativo realizado. Para finalizar el capítulo, en la sección 2.3., se brinda un panorama de las dos estrategias integradas de M&E seleccionadas como entidades a ser evaluadas, a saber: GOCAME y GQM⁺Strategies. De este modo, se comenzó con la primera etapa de investigación ilustrada en la Figura 1-15.

2.1. Estrategia Integrada de M&E

El concepto de estrategia proviene de tiempos remotos. En la antigua Grecia, los generales dirigían sus ejércitos para conquistar nuevos territorios o defender sus ciudades. Cada objetivo que se planteaban requería del despliegue de distintas acciones y recursos. No sólo debían planear, sino también actuar. Por lo que, ya en aquellos tiempos, el concepto de estrategia involucraba tanto componentes de planificación y asignación de recursos como de toma de decisiones y acciones. De aquí que la palabra estrategia proviene del griego ΣΤΡΑΤΗΓΙΚΗΣ (Stratos = ejército y Agein = guía) y su significado primario fue el arte de dirigir las operaciones militares. Más adelante, en la época de Pericles (450 a.C.) la palabra estrategia involucraba las habilidades administrativas, tales como liderazgo, oratoria, poder, etc., con las que se asumía el papel

asignado. En los tiempos de Alejandro de Macedonia (330 a.C.) el término hacía referencia a la habilidad de aplicar la fuerza, vencer al enemigo y crear un sistema unificado de gobierno global [Mintzberg *et al.*, 1995].

Si se traslada el término estrategia al ámbito de la administración [Mintzberg *et al.*, 1997], una estrategia es el patrón o plan que integra las principales metas y políticas de una organización, y a la vez, establece la secuencia coherente de las acciones a realizar. Una estrategia bien formulada ayuda a poner orden y asignar los recursos de la organización con la finalidad de lograr una situación viable y alcanzable intentando anticipar los posibles cambios y las acciones imprevistas del entorno. Por su parte, [Ansoff, 1980] establece que “las estrategias, son las expresiones operacionales de políticas en el sentido que, dentro de un sistema administrativo, definen el criterio operacional sobre la base de cuáles programas específicos pueden ser concebidos, seleccionados e implementados.”

Si se va más allá de la definición del término, 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, se debe 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 ¿cuál es el período que supondrá realizarlas?.

Como se puede apreciar la palabra estrategia es muy amplia y su significado varía según el contexto donde se la aplica. En la actualidad se habla de *Estrategia empresarial*, *Estrategia militar*, *Estrategia de marketing*, *Estrategia de aprendizaje*, entre otras. Particularmente, en el contexto de esta tesis, se refiere a ***Estrategias Integradas de M&E***.

Como se mencionó en el primer capítulo (sección 1.1.) la M&E juega un papel importante en las organizaciones de software debido a que permite comprender, controlar, mejorar y mantener aspectos relacionados con la calidad de sus productos y procesos. Con el propósito de diseñar e implementar programas de M&E que garanticen que las medidas y valores obtenidos son repetibles, reproducibles y comparables entre proyectos, la organización debe disponer de una estrategia de M&E que integre al menos tres pilares o capacidades [Olsina *et al.*, 2008], a saber:

1. Un *marco conceptual de M&E*, el cual debe ser flexible y terminológicamente consistente construido sobre una base conceptual robusta (como puede ser una ontología), en donde se especifiquen de manera formal y explícita, los componentes, conceptos, relaciones y restricciones acordadas para el dominio particular. Este pilar se detalla en la sección 2.1.1.
2. Una *especificación del proceso de M&E*, donde se especifiquen no sólo las principales actividades que deben ser planificadas y ejecutadas, sino también sus entradas y salidas, roles, interdependencias, etc. El proceso puede estar modelado desde diversas vistas. Este pilar se detalla en la sección 2.1.2.
3. *Métodos y herramientas*, que permitan llevar a cabo las actividades propuestas en el proceso de M&E y derivadas del marco conceptual. Este pilar se detalla en la sección 2.1.3.

Una estrategia de M&E que provea un marco conceptual basado en una base conceptual robusta provee beneficios al momento de instaurar un proyecto de M&E. Por un lado, contar con una base conceptual explícita de M&E minimiza malos entendidos entre los involucrados en el proyecto ya que provee una terminología acordada, concisa y consistente. Deja de lado interpretaciones inadecuadas de los términos según el contexto del interlocutor logrando una comunicación más efectiva. Según [McGarry *et al.*, 2001] es mandatorio poseer una terminología de medición consistente. Por otro lado, contar con un marco conceptual de M&E que defina explícitamente todos los conceptos y sus relaciones, promueve la facilidad de aprender y la replicabilidad de la estrategia a aplicar, asegurando la uniformidad entre las otras capacidades y brindando consistencia en los resultados. Por último, esta capacidad ayuda a las organizaciones al momento de llevar a cabo el proceso de M&E, a no tener que comenzar siempre desde cero.

La segunda capacidad requerida, la especificación explícita del proceso de M&E, permite el entendimiento del proceso, garantiza repetibilidad y reproducibilidad en la ejecución de las actividades y consistencia en los resultados. Adicionalmente, al igual que la capacidad anterior, facilita la comunicación entre los interesados. Estas características son deseables a lo largo del proceso de M&E pero a menudo no observadas [Becker *et al.*, 1997]. La ejecución de una actividad resulta más fácil si su agente ejecutor conoce qué insumos se necesitan, qué es lo que se debe producir y qué es lo que se debe hacer exactamente. Por lo que, modelar el proceso desde diferentes vistas o perspectivas permite identificar qué se debe hacer, en qué orden, quiénes son los responsables, qué productos de trabajo se requieren como entrada de las actividades y cuáles son producidos como salida.

Con respecto a la tercera capacidad, la descripción de métodos guía al agente en cómo deben realizarse las actividades especificadas en el proceso de M&E. Mientras que la incorporación de herramientas automáticas o semiautomáticas para realizar las tareas provee una mayor confiabilidad en el resultado obtenido y disminuye el tiempo requerido para su ejecución. Este pilar está en consonancia con [Lavazza, 2000], que sostiene que una medición efectiva y eficiente requiere un soporte metodológico y tecnológico.

Las estrategias de M&E que logren la integración de estas tres capacidades (ver Figura 2-1) permiten la implementación repetible, consistente y robusta de programas y proyectos de M&E en una organización. Esto se debe a que posibilitan una comunicación más efectiva por medio del entendimiento común de los conceptos claves del dominio -marco conceptual-, indican claramente qué hacer -proceso- y cómo hacerlo -métodos y herramientas. Es importante destacar, que no sólo debe poseer estas tres capacidades sino que deben estar integradas, esto es, las especificaciones del proceso y las descripciones de las actividades deben usar la terminología del marco conceptual, y al mismo tiempo, las actividades deben estar asociadas a algún método o herramienta que permita ejecutarlas.



Figura 2-1. Alegoría de los pilares sobre los cuales debería sostenerse una estrategia integrada de M&E.

No todos los enfoques e investigaciones mencionados en la sección de antecedentes (sección 1.2.) pueden considerarse Estrategias Integradas de M&E debido a que no describen en su documentación estos tres aspectos y mucho menos su integración. En la sección 2.2. se realizará una comparativa entre los distintos enfoques y se discutirán sus características con la finalidad de determinar cuáles se pueden considerar Estrategias Integradas de M&E para ser incluidas en el estudio comparativo a realizar.

2.1.1. 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, evitar malas

interpretaciones y representaciones incorrectas de modelos. 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 y reusable 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 entre los analistas de la medición, los recolectores de las medidas y los usuarios de la información. Ya que el mismo término puede ser interpretado de formas diferentes según el contexto del interlocutor. Esto en definitiva puede afectar el aprendizaje y la replicabilidad de la estrategia a aplicar. Problemas de comunicación -de naturaleza semántica- sólo pueden ser salvados tras el esclarecimiento de lo que se entiende por cada concepto. Por este motivo, se considera a la base y marco conceptual como necesarios para determinar la calidad de una estrategia integrada.

2.1.1.1. Base Conceptual

Hace miles de años que el ser humano comenzó a generar, representar y transferir conocimiento. Esto lo llevó a buscar esquemas que le permitan la organización y accesibilidad del conocimiento. Existen muchos tipos de esquemas para la organización del conocimiento tales como glosarios, taxonomías, tesauros, ontologías, etc. Por ejemplo los tesauros –utilizados desde la década del 50- son usados por los profesionales de la información y la documentación; las taxonomías -utilizadas desde la mitad de la década de los 90- se utilizan en Internet para la organización de contenidos; y las ontologías, surgidas a fines de la década del 90, permiten tanto la organización del conocimiento como su reutilización y la inferencia de nuevo conocimiento. 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 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 sus 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. A su vez, cada forma de representación del conocimiento emplea diferentes estrategias, que van desde el uso de palabras claves en las folksonomías hasta el uso de axiomas para realizar inferencias en las ontologías. Esto determina la complejidad de las distintas representaciones. En la Figura 2-2 se muestran algunas de las representaciones comparando su complejidad. A continuación, se explicarán cada una de las representaciones de conocimiento analizando sus posibilidades y limitaciones.



Figura 2-2. Complejidad de algunas representaciones de conocimiento (adaptado de [Soler Moreal *et al.*, 2010]).

La **folksonomía** es el resultado del mercado libre de información personal y objetos para su propia recuperación. Es una indexación, que por medio de etiquetas simples en un espacio de nombres llano -sin jerarquías ni relaciones de parentescos predeterminadas- origina una clasificación colaborativa (se muestra un ejemplo en la Figura 2-3). Es una representación que se produce en entornos digitales sociales cuyos mejores exponentes son los sitios como Flickr (fotos), Tagzania (lugares), floc (lugares) o 43 Things (deseos).

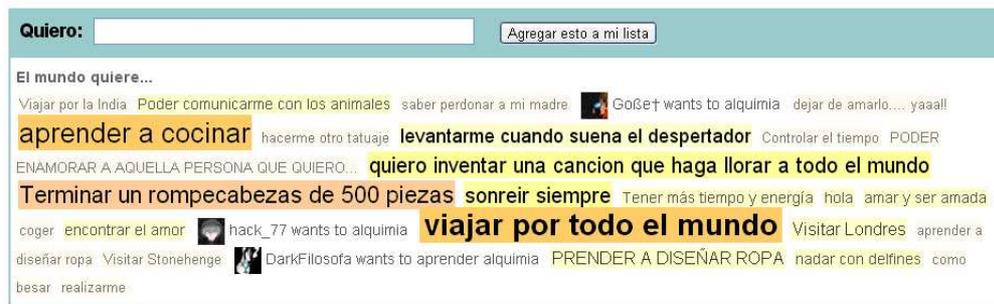


Figura 2-3. Presentación de etiquetas en la página <http://es.43things.com>.

La folksonomía es un sistema de clasificación muy simple, no estructurado, se presenta en forma de conjunto, se da de manera natural y no posee reglas para su construcción. Sus principales inconvenientes, derivados de su naturaleza y de la utilización del lenguaje natural para la conformación de etiquetas, son: alta ambigüedad, ausencia total de coincidencia de significados entre dos o más vocablos, no diferencia entre singular y plural, empleo de abreviaturas y acrónimos, aumenta la exhaustividad en la recuperación de información pero disminuye la precisión [Soler Moreal *et al.*, 2010].

Por otro lado, un **glosario** es una colección ordenada de términos con una definición concisa y clara [Schneider, 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 breves 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 donde los lectores humanos pueden 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 concisa y sencilla de términos mantenidas en un documento de pocas páginas; lista extensa de términos mantenidas en hojas de cálculo versionadas o bases de datos.

Los **diccionarios** son otra forma de representación del conocimiento. Son listas alfabéticas de términos y sus definiciones. Estas últimas proporcionan el significado (semántica) de cada término. En cuanto al alcance, son más generales que un glosario ya que pueden incluir los distintos significados de un término, información sobre su origen (etimología) y sus variantes (deletreo y morfología). Los términos relacionados no muestran ninguna estructura explícita.

En cambio, una **taxonomía** es una colección de términos de un vocabulario controlado organizados en una estructura jerárquica [ANSI/NISO Z39.19, 2005]. El término procede del griego taxis -que significa ordenación y nomos -que significa norma. Si bien ya en el libro bíblico del Génesis se establece una taxonomía en la genealogía de los descendientes de Ham y luego Aristóteles la utiliza al categorizar objetos científicos, las taxonomías tomaron relevancia cuando Lineo introdujo la práctica de dividir los seres vivos. Fue entonces, por 1740, que a la taxonomía se la comienza a observar como el apartado de la biología que trabaja en la clasificación de organismos en función de sus características.

Los términos dentro de una taxonomía se relacionan a través de la relación padre-hijo. Como una taxonomía es el resultado de clasificar según características comunes, existen diferentes tipos de relaciones padre-hijo, como puede ser: todo-parte, género-especie, tipo-subtipo, etc. Una buena práctica es limitar la taxonomía a un solo tipo de relación, en donde un hijo posea un único padre. Sin embargo, 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.

Una taxonomía se encuentra formada por 8 componentes⁶. Las *relaciones jerárquicas*, que unen conceptos generales a conceptos más específicos, son transitivas. Una jerarquía puede presentar varios *niveles*. El nivel más alto es el más abstracto, luego -desde arriba hacia abajo- los elementos en los distintos niveles comienzan a ser cada vez más concretos. Mientras que, la *raíz* es el elemento superior de la estructura, los *nodos* denotan conceptos. El *nodo superior* -se encuentra en el primer nivel luego de la raíz de la taxonomía- es muy importante porque refleja la estructura fundamental del dominio. Los *nodos hojas* no poseen nodos hijos, *los nodos hermanos* poseen el mismo padre. Y por último, un *camino* es la secuencia de nodos que se recorren para llegar a un nodo específico.

Esta manera sistemática de estructurar el conocimiento ha sido adoptada en los ambientes digitales y desde mediados de la década del 90 se utiliza para organizar y presentar contenidos. Según [Fernández, 2007], las taxonomías son caracterizadas por dos elementos:

- (1) la jerarquía para la estructuración de los contenidos y
- (2) la navegabilidad entre los contenidos.

También, se puede representar conocimiento por medio de **tesauros**. Un tesoro es mucho más que un listado de sinónimos⁷ y tiene un amplio campo de aplicación debido a que provee más información que sólo sinónimos. [ISO 2788, 1986] define un tesoro como "un vocabulario controlado y dinámico, compuesto por términos que tienen entre ellos relaciones semánticas y genéricas y que se aplica a un dominio particular del conocimiento". Por su parte, [Slype, 1991] define al tesoro como "una lista estructurada de conceptos destinados a representar de manera unívoca el contenido de los documentos y de las consultas dentro de un sistema documental determinado y a ayudar al usuario en la indexación de los documentos y de las consultas". En pocas palabras, un tesoro es un vocabulario controlado y estructurado formalmente, formado por términos que guardan entre sí relaciones semánticas y genéricas: de equivalencia, jerárquicas y asociativas.

La estructura de un tesoro se basa en dos elementos principales: (1) *Unidades léxicas* que se dividen en descriptores (palabras o expresiones del lenguaje natural, retenidas y normalizadas en un vocabulario para la representación y recuperación de la información) y no descriptores (sinónimos o cuasi-sinónimos, términos no afines a los significados de los descriptores. No utilizados para la indexación, ni para la recuperación.). (2) *Relaciones semánticas* que se establecen entre los términos de un tesoro nombradas en el párrafo anterior, a saber:

La «relación de equivalencia» se deriva de la gran proximidad fonética o sémica entre los descriptores y no descriptores. Enuncia cual es el término preferido para referirse a un concepto específico y cuáles son los términos usados para describir dicho concepto. Esto incluye, por ejemplo, sinónimos, términos coloquiales, transcripciones y términos culturalmente diferentes. En cambio, las «relaciones jerárquicas» se presentan entre descriptores de distinto nivel, esto es, un término es superior o más genérico que otro. Si un descriptor tiene un sólo descriptor por encima de él es monojerárquico, si tiene dos o más es polijerárquico. A su vez, los estándares reconocen tres tipos de relaciones jerárquicas: 1) género/especie; 2) concepto/instancia; y 3) todo/parte. Ejemplos de estos tipos de relaciones jerárquicas son perro/labrador, lago/lago de Garda y oído/oído medio, respectivamente. Esta estructura clasificatoria distingue al tesoro de los glosarios o diccionarios y lo acerca a la taxonomía. Por último, las «relaciones asociativas» son usadas para el resto de las relaciones. Son relaciones asimétricas que se establecen entre descriptores de distintas familias o jerarquías, y que designan conceptos capaces de evocarse mutuamente, por asociación de ideas, relaciones entre ellos. Existen 13 relaciones de este tipo, algunos ejemplos son:

⁶ Marcados en cursiva en este párrafo.

⁷ Vocablos que poseen un mismo significado.

acción y producto de la acción (documentar/documento), conceptos relacionado a su origen (agua/pozo de agua), etc. Para conocimiento de la lista completa dirigirse a [Aitchison *et al.*, 1997].

Finalmente, el propósito de un tesoro es facilitar la recuperación de recursos por medio de consultas y lograr consistencia en la indexación. En el primer caso el resultado de una búsqueda puede ampliarse incluyendo en la consulta términos afines o equivalentes. También las relaciones jerárquicas pueden ser usadas para incrementar o disminuir el conjunto de resultados. Por ejemplo, para reducir la cantidad de resultados se podría refinar la búsqueda con los nodos hijos. La indexación es la aplicación clásica de los tesauros. Un índice es una lista de términos, donde cada término apunta a uno o más recursos que tratan sobre dicho término. Usar los términos de un tesoro en un índice es equivalente a agregar metadatos a un recurso. Para obtener información sobre las convenciones para la construcción de un tesoro se puede referenciar el estándar ISO 25964 (Parte 1 y 2 que reemplaza a la citada [ISO 2788, 1986]).

Otra manera de estructurar el conocimiento es mediante una **ontología**. 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 [Staab *et al.*, 2009]. Desde el punto de vista de la inteligencia artificial, Gruber [Gruber, 1995] define una ontología como: “una especificación explícita de una conceptualización”. En [Borst, 1997] esta definición fue ligeramente modificada: “Las ontologías se definen como la especificación formal de una conceptualización compartida”.

Studer, Benjamins y Fensel [Studer *et al.*, 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. Por lo que [Swartout *et al.*, 1999] indica que una ontología captura y estructura conocimiento que puede ser compartido y reusado.

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 [Benjamins *et al.*, 1996] y [Gruber, 1993] y deben tenerse en cuenta desde el momento que se comienza a diseñar la ontología. Según [Gruber, 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 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 ya establecidas. Por último, [Gruber, 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 [Benjamins *et al.*, 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. De esta forma es sencillo agregar un término porque se lo puede definir partiendo 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 [Benjamins *et al.*, 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.

Existen varias clasificaciones de ontologías, por ejemplo en [Gil Leiva, 2008] se organizan en base a dos dimensiones: 1) Cantidad y tipo de estructura de la conceptualización y 2) Tema de la conceptualización. Para más detalle de esta clasificación ver la Tabla 2-1. También en [Gómez-Pérez *et al.*, 2004] clasifican las ontologías en ligeras -cuando contienen la definición, la taxonomía, las propiedades y relaciones de los conceptos; y en pesadas -cuando, además de los componentes anteriores, incluyen axiomas y restricciones.

Cantidad y tipo de la estructura de la conceptualización	Ontología terminológica. Lexicones que especifican los términos para representar el conocimiento de un determinado dominio.
	Ontología de información. Especifican la estructura de los registros de las bases de datos, lo que proporciona un almacenamiento de información estandarizado.
	Ontología de modelado del conocimiento. Especifica conceptualizaciones del conocimiento. En comparación con las ontologías de información éstas suelen tener una estructura interna más rica y a menudo se adaptan al uso particular que describen. Los sistemas basados en conocimiento utilizan estas ontologías para los procesos de toma de decisiones.
Tema de conceptualización	Ontología de aplicación. Contiene todas las definiciones necesarias para modelar el conocimiento para una aplicación particular.
	Ontología de dominio. Captura las especificaciones válidas de un determinado dominio (médico, educación, transporte, etc.).
	Ontología genérica. Es similar a la ontología de dominio, pero los conceptos definidos aquí son más genéricos, por lo que puede usarse en varios dominios.
	Ontología de representación. Proporciona un modelo representacional neutral del mundo, no dirigido a ningún dominio particular. Por ello, en el desarrollo de ontologías genéricas y de dominio se utilizan conceptualizaciones de este tipo.

Tabla 2-1. Clasificación de las ontologías (tomado de [Gil Leiva, 2008]).

La inferencia automática es una de las características más importantes en una ontología. Ya que el conocimiento capturado en el modelo de dominio es formalizado y agentes pueden entenderlo y actuar en consecuencia. Esta característica es aprovechada en el campo de la Web Semántica para la recuperación

inteligente de información, esto es, la obtención de recursos que están relacionados conceptualmente sin que exista una relación explícita entre ambos.

Hasta aquí se introdujeron seis representaciones de conocimiento con distintos niveles de semántica, estructuración y características. A modo de resumen, un glosario es un conjunto de términos con una definición breve sobre un tema particular. Un diccionario es una lista de términos con sus diferentes significados, origen, deletreo y morfología ordenados alfabéticamente. Por su parte, una taxonomía es esencialmente una estructura de árbol jerárquica que modela un dominio a partir de conceptos que van de lo más abstracto a lo más específico. Un tesoro es un vocabulario estructurado que define cada término a partir de tres tipos de relaciones (jerárquica –como en la taxonomía-, asociativa y equivalente). La ontología es la representación más rica y formal ya que define el significado de los conceptos modelando condiciones que restringen el número de posibles interpretaciones. La folksonomía, el glosario y diccionario se asemejan en que no poseen estructura. En cambio la taxonomía, el tesoro y ontología poseen cierto nivel de estructuración pero entre ellas difieren principalmente en los tipos de relaciones estructurales que soportan. La ontología supera al resto de las formas de organización en su capacidad de representar e interconectar mundos a través de descripciones, relaciones, atributos, restricciones y valores para inferir.

Los tipos de bases conceptuales descritas 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. La Tabla 2-2 presenta un cuadro comparativo entre las representaciones que serán utilizadas posteriormente en el diseño del estudio comparativo, a saber: glosario/diccionario⁸, taxonomía y ontología.

	GLOSARIOS / DICCIONARIOS	TAXONOMÍAS	ONTOLOGÍAS
Objetivo	Definición de términos.	Organización del conocimiento. Clasificación de información.	Organización del conocimiento. Sistematización y explotación del conocimiento.
Lenguaje	Lenguaje natural.	Terminología comprensible por los usuarios.	Lenguaje natural, lenguaje controlado y lenguaje formal.
Estructura	No.	Jerárquica.	Taxonomía, tablas con conceptos, sinónimos, descripciones, instancias, relaciones, atributos, valores, axiomas.
Tipos de relaciones	Asociativas.	Jerárquicas.	Jerárquicas, asociativas, de equivalencia y cualquier otro tipo (temporales, familiares, causas-efectos, síntomas- tratamientos, etc.).
Presentación	Alfabética.	Jerárquica.	Recomendaciones de W3C.
Inclusión de definiciones	Sí	No siempre.	Sí
Términos con propiedades	No	No	Sí
Control de la ambigüedad	No	+	+++
Control de la sinonimia	+	+	+++

Tabla 2-2. Comparativa entre tres representaciones documentadas.

⁸ En el caso particular del estudio realizado, glosario y diccionario se tomaron como una única categoría, más allá de las diferencias que existen entre ellos y que fueron comentadas anteriormente.

Al momento de definir una base conceptual se debería tener en cuenta aquella representación que permita una mayor expresividad sin dejar lugar a las ambigüedades. También 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 las razones de la discrepancia. Los sinónimos 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.

En la Figura 2-4 se muestra una gráfica donde se describen las principales características a tener en cuenta en el momento de definir qué representación utilizar.

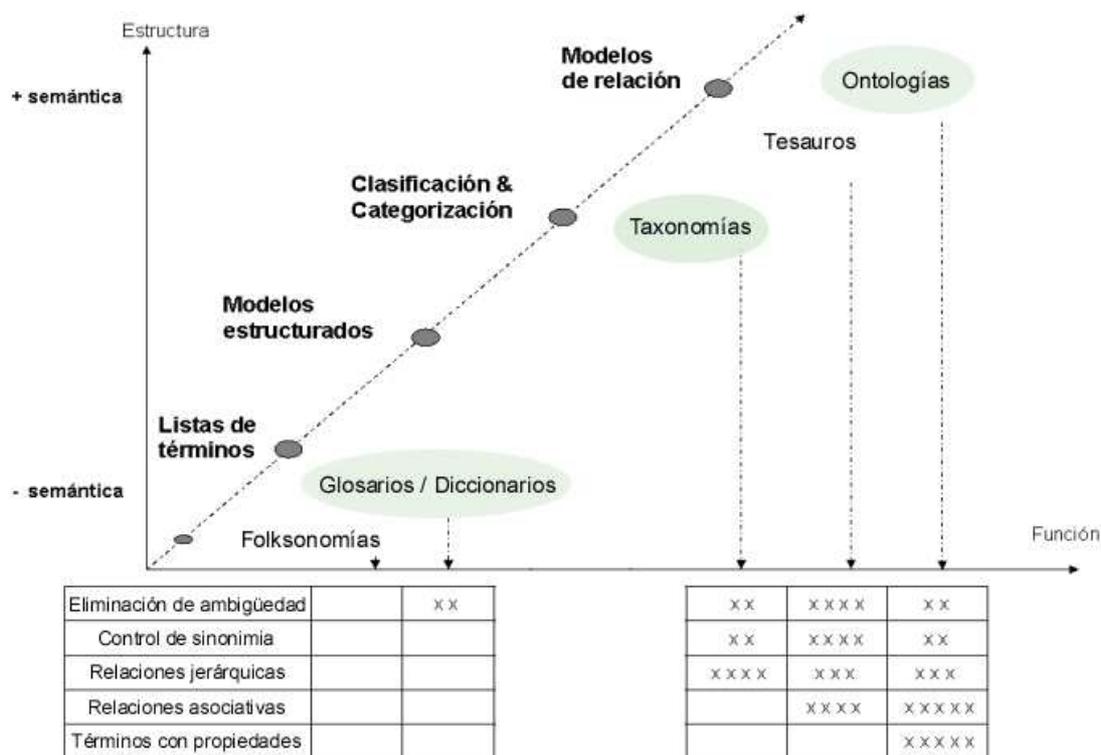


Figura 2-4. Comparación gráfica de los esquemas de representación (adaptada de [Soler Moreal *et al.*, 2010]).

2.1.1.2. 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 [Reichel *et al.*, 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 [Guba *et al.*, 1989].

Un marco bien establecido debe estar construido sobre una base terminológica robusta (taxonomía u ontología) 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.

El marco conceptual debería contener aquellos conceptos que tengan mayor relevancia y omitir los que sean menos importantes para el nivel de abstracción dado, destacando la organización estructural del dominio. Cumplir con estas características brinda 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), entre otros.

UML (Unified Modeling Language) [OMG-UML, 2012] es un lenguaje estándar de modelado de propósito general. 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. Su correcta utilización aporta ventajas tales como (1) contar con mayor rigor en la especificación y (2) realizar una verificación y validación del modelo realizado. Los objetivos principales de UML pueden sintetizarse en: visualizar, especificar, construir y documentar.

OWL (Ontology Web Language) [W3C-OWL, 2004] es un lenguaje de representación estándar, recomendado por W3C, propuesto para implementar ontologías en la web y especificar axiomas de la capa lógica. OWL permite describir la semántica del conocimiento de una forma procesable por la máquina, es decir, suministra capacidades de interoperabilidad semántica e inferencia. 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 toma como base lenguajes tales como XML, XML Schema, RDF y RDF Schema 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. Estas características añadidas lo hacen apropiado para crear ontologías. OWL ofrece tres sublenguajes con distintos niveles de expresividad, a saber: *OWL Lite*, *OWL DL* y *OWL Full*.

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

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 establecidos, tiende a crear confusión ya que 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 2.1.1. fue de utilidad al momento de definir los atributos a medir con respecto a la calidad de las capacidades del marco conceptual (la sección 3.1.1. presenta el árbol de requerimientos en la Tabla 3-3). Recordar que el marco conceptual soportado en una base conceptual explícita es el primer pilar que se consideró importante y que debe estar presente en una estrategia integrada de M&E.

2.1.2. Proceso

La especificación del proceso es el segundo pilar que se considera 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 [Fuggeta, 2000], [CMMI, 2010] y [Paulik *et al.*, 1995]. En consecuencia, es muy importante contar con procesos claramente definidos y modelados para poder lograr los objetivos propuestos. En un programa de M&E esta idea sigue siendo válida –poseer un proceso bien definido de M&E permite tener una guía para realizar las actividades de especificación de requerimientos no funcionales, diseño e implementación de la medición y diseño e implementación de la evaluación, asegurando un análisis más robusto y consistente basado en actividades reproducibles.

En general, los problemas de los procesos es que comprenden muchas actividades, son difíciles de entender y/o están débilmente especificados. A menudo, se utilizan descripciones textuales que comprenden las actividades junto con sus elementos de entrada y salida. Estas descripciones suelen tener una extensión inapropiada –algunas por ser muy resumidas y otras por ser demasiado extensas. En el primer caso, al ser realizadas con un bajo nivel de detalle, puede suceder que sean imprecisas, ambiguas e incomprensibles. O por el contrario, podría ocurrir que al ser tan extensas el lector termine desorientado entre tantas líneas de texto [Bröckers *et al.*, 1995]. Otra desventaja que tienen las descripciones textuales es que, generalmente, son difíciles de mantener actualizadas. Con el fin de solucionar o reducir algunos de estos problemas surge el modelado de procesos.

Por otra parte, un inconveniente que se presenta con respecto al vocabulario de procesos es que existen muchas definiciones e interpretaciones para los términos del dominio. Esto provoca problemas de comprensión y de comunicación entre los distintos involucrados en el proceso.

A continuación, se brinda detalles de la definición del término proceso y de todos los conceptos que intervienen en dicha definición. Además se presenta un modelo conceptual para el dominio de proceso. Estos conocimientos ayudarán a entender, al momento del diseño del estudio comparativo, qué elementos del proceso se consideraron importantes de evaluar y por qué se eligió dicha forma de evaluarlos. Con la misma intensidad 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.

2.1.2.1. Definición y Conceptos

En la literatura relacionada a la ingeniería de software es posible encontrar muchas definiciones acerca de los términos que intervienen en proceso. Esto se debe a que a la fecha, en este dominio, aun no hay consenso amplio sobre los términos y su significado. Con el fin de mostrar tal falta de consenso, se muestran a continuación algunas de las definiciones de proceso que se encontraron en la literatura revisada.

- “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)” [Paulk *et al.*, 1993].
- “Conjunto de actividades mutuamente relacionadas o que interactúan, las cuales transforman elementos de entrada en resultados” [ISO/IEC 12207, 2008].
- “Conjunto coherente de políticas, estructuras organizacionales, tecnologías, procedimientos y artefactos que son necesarios para concebir, desarrollar, empaquetar y mantener un producto software” [Fuggeta, 2000].
- “Conjunto parcialmente ordenado de actividades llevadas a cabo para gestionar, desarrollar y mantener sistemas de software” [Acuña *et al.*, 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. Por ejemplo, hay trabajos, como es el caso de [Conradi *et al.*, 1992], donde los términos *actividad* y *tarea* son utilizados como sinónimos, o en CMMI [CMMI, 2010] donde directamente no se definen aunque son ampliamente utilizados. Debido a que los términos relacionados a proceso son utilizados a lo largo del desarrollo de esta tesis se considera importante definir el significado de cada uno de ellos. Los términos son extraídos del trabajo [Becker *et al.*, 2013] que toma como base trabajos recientes como [OMG-SPEM, 2008], [ISO/IEC 12207, 2008] y trabajos previos tales como [Olsina, 1997] y [Olsina, 1998]. Estos últimos a su vez se apoyaban en trabajos seminales tales como [Humphrey, 1989], [Feiler *et al.*, 1993] y [Lonchamp, 1993], entre otros. Todos los términos definidos a continuación junto con sus relaciones se encuentran modelados en la Figura 2-5.

Un *proceso* (Process) es una definición de trabajo (Work Definition)⁹ que está compuesta por un conjunto interrelacionado de subprocesos y actividades. Ejemplos de procesos son: Análisis, Diseño, Implementación, Medición, Evaluación, entre otros. A su vez, el proceso llamado Modelado de Requisitos del Sistema, puede contener al subproceso Modelado de Requisitos de Software. Y este último se puede descomponer en subprocesos tales como Modelado de Requerimientos Funcionales y Modelado de Requerimientos No Funcionales.

Una *actividad* (Activity) es una definición de trabajo (Work Definition) que está formada por un conjunto interrelacionado de subactividades y tareas (Task). Análogo a lo que sucede con un subproceso, una subactividad es una actividad de más baja granularidad. Una actividad debe tener un nombre, un objetivo y una descripción claramente especificados. Uno o más métodos (Method) son aplicables a una misma descripción de trabajo (Work Description).

Una *tarea* es una definición de trabajo (Work Definition) atómica, es decir, que no se la puede descomponer. A diferencia de una actividad y de un proceso, a una tarea se le asignan recursos, como por ejemplo un agente (Agent).

Como el lector puede observar los conceptos proceso, actividad y tarea están definidos a partir del concepto abstracto (o raíz) *definición de trabajo* (Work Definition). Por lo tanto, se hace necesario mencionar qué se entiende por definición de trabajo.

⁹ Los conceptos que se encuentran entre paréntesis se refieren a términos definidos en la ontología de procesos [Becker *et al.*, 2013] y [Becker *et al.*, 2014]. Todos los conceptos definidos son mostrados en la Figura 2-5.

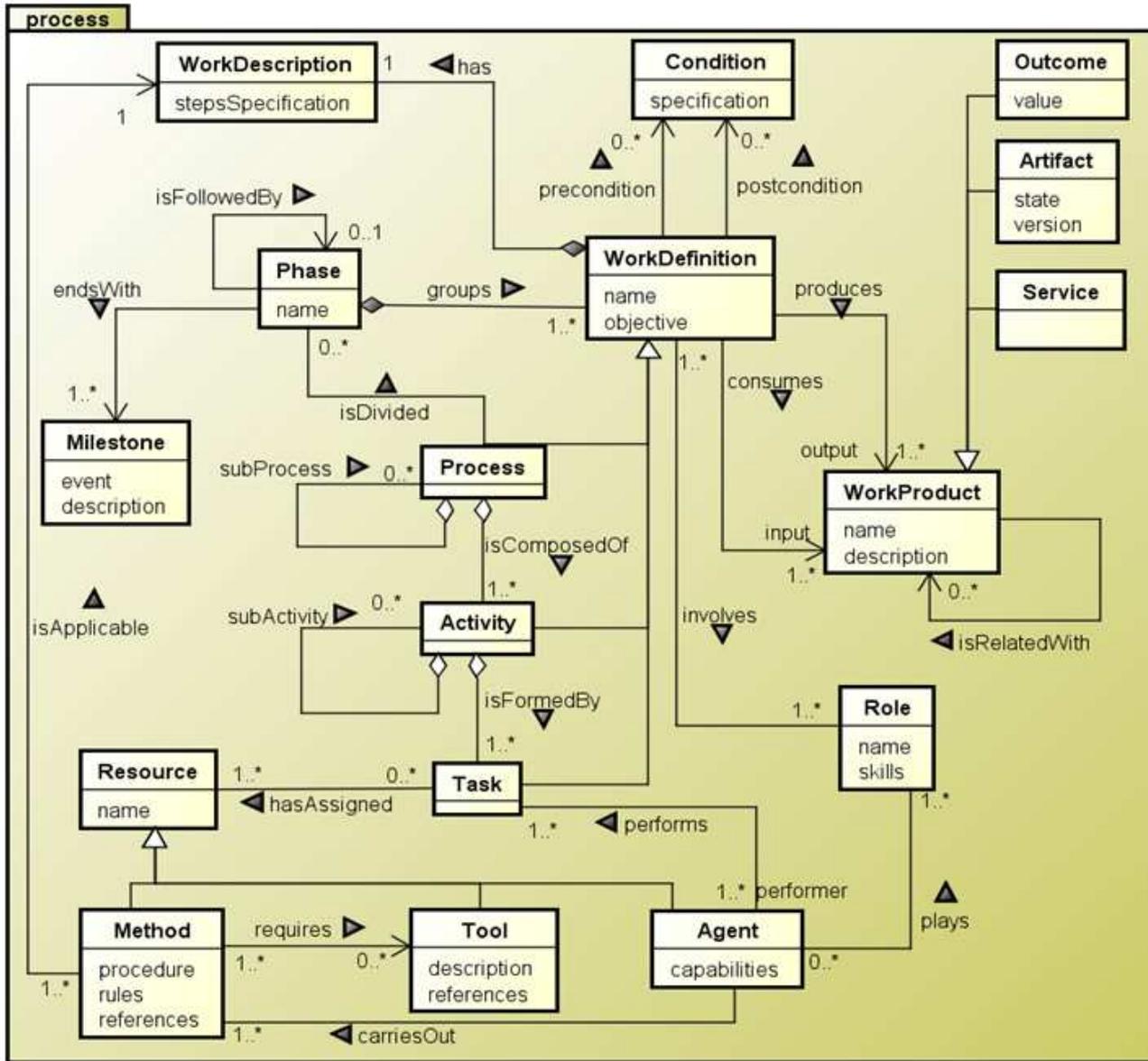


Figura 2-5. Modelo conceptual del dominio de procesos (extraído de [Becker et al., 2013]).

Una *definición de trabajo* (Work Definition) es una entidad abstracta que describe al trabajo en base a productos de trabajo (Work Product) consumidos y producidos, condiciones (Conditions) y roles (Role) involucrados.

Por otra parte, una definición de trabajo puede estar limitada por restricciones o condiciones. Una *condición* (Condition) es una circunstancia que debe cumplirse al iniciar o al finalizar la realización de una definición de trabajo (Work Definition). La condición de inicio se denomina *precondición*, mientras que la de finalización se denomina *postcondición*.

Un *artefacto* (Artifact), un *servicio* (Service) y un *resultado* (Outcome) son productos de trabajo (Work Product). Donde un *producto de trabajo* (Work Product) es un producto consumido o producido en una definición de trabajo (Work Definition). Si bien los tres conceptos se pueden definir como productos de trabajo poseen características que los distinguen. Un *artefacto* es un producto de trabajo tangible o intangible, versionable y que puede ser entregado. Ejemplos de artefactos son el código fuente, los modelos de dominio y los diagramas de casos de uso, entre otros. Mientras que un *servicio* es un producto de trabajo intangible, no almacenable y entregable. La organización que lo brinda no es aquella que lo requiere (una empresa de desarrollo de software podría contratar servicios de capacitación de personal y

de evaluación de la calidad de sus productos). Por último, el *resultado* es un producto de trabajo intangible, almacenable y procesable. Ejemplos de resultado son los datos, información, lecciones aprendidas, medidas, etc. El producto de trabajo puede servir de entrada a una definición de trabajo -tarea, actividad o proceso- y, mediante la transformación correspondiente, ser la salida de la misma. Los productos de trabajo son creados, accedidos, modificados o destruidos durante la ejecución de las tareas. Particularmente, un artefacto puede ser un ente compuesto, es decir, se puede dar una relación de agregación o composición entre artefactos.

Un *agente* (Agent) es el ente ejecutor asignado a una tarea en cumplimiento de un rol. Es decir, es el ente que se encarga de ejecutar una tarea y puede ser tanto un agente humano como uno automático. En consecuencia una *tarea* (Task) puede ser realizada por uno o más agentes. Cada agente puede cumplir (plays) uno o más roles de acuerdo a sus capacidades y habilidades para realizar las actividades.

Un *rol* (Role) es el conjunto de habilidades que debe poseer un agente (Agent) para realizar una tarea. A su vez cuando se habla de habilidades, ésta comprende capacidades, competencias y responsabilidades. Por lo que el rol determina las capacidades, competencias y responsabilidades de cada agente. Por ejemplo, un agente humano debe tener experticia sobre criterios estéticos y cognitivos de interfaces de usuario y aspectos de diseño de interfaces gráficas para cumplimentar el rol de “Diseñador de Interfaces de Usuario”.

Por último, un *método* (Method) es el modo específico y particular de realizar los pasos especificados en la descripción (Work Description) de una definición de trabajo (Work Definition). Cuando se habla del modo específico y particular de un método se quiere decir, *cómo* deben realizarse los pasos descritos en una definición de trabajo a partir de un procedimiento y reglas.

A partir de este conjunto de definiciones, se puede observar que existen conceptos importantes que deben ser tenidos en cuenta al momento de la evaluación de un proceso (tal como se tratará en el capítulo 3). Por ejemplo, una organización que desee poner en marcha un proceso debe contar con la definición completa de todos sus procesos y actividades, considerando que una actividad está descrita completamente cuando presenta su objetivo específico, descripción, precondiciones, postcondiciones, entradas y salidas. También es importante conocer qué rol o roles son los adecuados para desempeñar una 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 subartefactos.

En la Figura 2-5 se mostró un diagrama de clases de UML, en el cual se pueden apreciar los términos anteriormente definidos, junto con las relaciones que existen entre estos. Para profundizar sobre la ontología de procesos ver detalles en [Becker *et al.*, 2013] y [Becker *et al.*, 2014].

2.1.2.2. Modelado de Procesos

Los procesos muchas veces son complejos, extensos en cuanto a su alcance, difíciles de comprender y comunicar. Las descripciones de las actividades suelen ser realizadas con un bajo nivel de detalle, informalidad y ambigüedad, 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 [Feiler *et al.*, 1993], es decir, la totalidad del proceso es especificado en términos de actividades, secuencias, roles y productos de trabajo que lo integran.

Al realizar un modelo, utilizando una representación gráfica (diagrama de proceso) se pueden observar fácilmente las distintas interrelaciones (dependencias, paralelismos, puntos de control) que existen entre las actividades. 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 [Curtis *et al.*, 1992] se pueden encontrar algunos de los beneficios del modelado de procesos, a saber: (1) Facilita el entendimiento y la comunicación; (2) Da soporte a la gestión del proceso; (3) Permite la automatización del proceso; (4) Brinda soporte a la mejora de los procesos; entre otros. Al utilizar un lenguaje de modelado para la construcción de los diagramas de procesos se desprenden dos ventajas adicionales. Una de ellas es que permite validar el modelo a partir de un conjunto de reglas conocidas facilitando la detección de errores, el mantenimiento y la edición del mismo. Y la otra ventaja es que –si se utiliza un lenguaje de modelado estándar- permite el intercambio de modelos de procesos entre distintas herramientas o incluso entre organizaciones.

El modelado de proceso intenta lograr modelos precisos. Sin embargo, hay que encontrar un equilibrio entre un modelo de proceso detallado y uno abarrotado de información que dificulte su comprensión. El nivel de detalle en el modelo debería ser tal que la repetibilidad y la reproducibilidad de las actividades sean aseguradas y así lograr resultados consistentes. De igual manera se deben fijar puntos de corte respecto al nivel de descomposición de las actividades.

Por otra parte, un modelo representa la realidad de forma parcial y simplificada. Así que, no todas las partes o aspectos de un proceso son tomadas en cuenta al momento de realizar un modelo. Por ello, un proceso puede ser modelado desde distintos puntos de vistas 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. Teniendo en cuenta lo expuesto, en [Curtis *et al.*, 1992] se presenta una clasificación 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 describe 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 [Olsina, 1997] y [Olsina, 1998], aparte de las vistas mencionadas, se define una vista metodológica, en la cual se muestra particularmente qué constructores (métodos) centrados en modelos/lenguajes realizan las descripciones de las actividades.

Según [Acuña *et al.*, 2001-1], si se desea tener un panorama completo del proceso, los modelos deberían incluir múltiples vistas o perspectivas cubriendo de esta manera las particularidades y complejidad de los procesos. Esto lleva a concluir que un proceso estará mejor definido y especificado si es modelado desde varios puntos de vistas, cada uno de los cuales resalta una cualidad del mismo. Si se hace una correlación entre los conceptos que se mencionaron como importantes al definir el término proceso

(actividad, artefacto, roles) las vistas que serían importantes que estén presentes son las definidas por [Curtis *et al.*, 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 definidos en el proceso.

Con respecto a los lenguajes de modelado de procesos (Process Modeling Languages - PMLs) existe una amplia variedad. Surgen a causa del artículo "Software Processes are Software Too" [Osterweil, 1987] donde se exponían similitudes entre los procesos de software y el software. Los primeros lenguajes eran ejecutables y ponían énfasis en la formalidad (SPELL, SPADE, MARVEL, etc.) pero no fueron muy aceptados en la industria [Nitto *et al.*, 2002] debido a que eran complejos, inflexibles y muy formales. Con el tiempo surgieron otros lenguajes de modelado tales como:

- 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.

Las ventajas de utilizar lenguajes de modelado son variadas. Estos permiten (1) la formalización de los procesos, (2) poseer una especificación precisa de los procesos, (3) utilizar herramientas de edición y mantenimiento de los modelos, (4) automatizar los procesos, ya sea parcial o completamente, (5) contar con descripciones estandarizadas o comunes en la organización, y (6) entendimiento común de los modelos.

En [Finkelstein *et al.*, 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. Cada lenguaje tiene sus propias ventajas y desventajas, las cuales lo hacen aptos para representar determinadas vistas y no para otras [Acuña *et al.*, 2005]. Una forma de comparar los lenguajes de modelado es en base a la cantidad de patrones de «workflow» [van der Aalst *et al.*, 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 ([White, 2004] y [Russel *et al.*, 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). Como conclusión, es importante que el modelado del proceso se realice con un lenguaje de modelado apropiado y en lo posible estándar.

Los puntos que se mencionaron en la sección 2.1.2. fueron de utilidad al momento de definir los atributos pertenecientes al proceso. Esta capacidad es por lo tanto especificada en el árbol de requerimientos (sección 3.1.1.) utilizado en el estudio comparativo de estrategias de M&E.

2.1.3. Metodología, Métodos y Herramientas

En [Lavazza, 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 para lograr un objetivo o responder a una 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 las siguientes: ¿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 M&E, 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 (sección 2.1.2.1.). En tanto que la tarea especifica el “qué”, el método implementa el “cómo”. Para cada actividad/tarea (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 M&E posea una metodología integral, robusta y flexible. Que dicha metodología este explícitamente

documentada y que, preferentemente, cubra 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 y el proceso, 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 subsección 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 sección 3.1.1.

2.2.Comparativa entre las Diferentes Propuestas de M&E

En la sección 1.2. (Antecedentes), se documentaron distintos enfoques, metodologías, marcos, procesos y estrategias de M&E existentes en la literatura. Asimismo, en la sección anterior se explicaron los tres pilares que se deben tener en cuenta en la especificación de una estrategia de M&E para que sea considerada integrada. Teniendo presente que la motivación de esta investigación (presentada en la sección 1.3.) es mejorar la calidad de la estrategia integrada de M&E GOCAME mediante la comprensión de su estado actual y la comparación con las fortalezas de otras estrategias de M&E integradas, a continuación se realiza una selección de las estrategias que participarán en el estudio comparativo. La selección se basó en el cumplimiento de los siguientes criterios:

- i. Las estrategias deben estar documentadas en la literatura de dominio público, esto es, existe documentación en lenguaje Inglés publicada en librerías digitales de visibilidad reconocida (IEEE Xplore, ACM Digital Library, Springer Link, etc.).
- ii. Se dará mayor relevancia a aquellas estrategias que estén incluidas en estándares y en caso de múltiples documentos que traten del mismo tema se tomará siempre el más reciente.
- iii. Entre los autores del documento debe participar al menos algún miembro del grupo de autores originales de la investigación documentada.
- iv. Las estrategias deben tener impacto en la academia o en la industria (constatable por ejemplo bajo el criterio i).
- v. Las estrategias deben poseer cierto nivel de integración simultáneo de los tres fundamentos: marco/base conceptual, especificación de proceso y métodos/técnicas. Con cumplimiento simultáneo se quiere 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 en el capítulo 3.

Un dato relevante a tener en cuenta es que la recolección de los datos del estudio de la ETAPA I (recordar Figura 1-15) fue realizada entre septiembre y diciembre del 2010. A continuación, se realiza la discusión de los diferentes enfoques y se fundamenta en cada caso la decisión de incluirlo o no en el estudio comparativo de estrategias integradas de M&E.

La revisión de literatura realizada en 2010, resumida en la sección 1.2., mostró que existen muchas propuestas publicadas en el área de M&E que presentan alguno de los tres pilares. Pero no todas pueden ser tomadas como estrategias de M&E integradas. Como consecuencia, fue necesario seleccionar los enfoques de M&E que participarían del estudio comparativo descartando aquellos que no cumplían con los criterios enunciados anteriormente.

Existen trabajos relacionados a M&E como lo son Fenton [Fenton *et al.*, 1997], Zuse [Zuse, 1998], Kan [Kan, 2002], Kitchenham [Kitchenham *et al.*, 2001] y Abran [Abran *et al.*, 2003] que se centran en algunos aspectos de M&E como lo son la definición de términos y modelos conceptuales, pero sin considerar la integración con el resto de las capacidades (proceso y métodos/herramientas).

También, entre las propuestas citadas se encuentran los estándares ISO 15939 [ISO/IEC 15939, 2007] e ISO 14598 [ISO/IEC 14598-5, 2001]. El primer estándar define un proceso de medición y provee listas de términos –definiendo principalmente conceptos del proceso de medición y algunos referidos a medidas y objetivos. Sin embargo, este estándar no brinda una metodología que indique cómo llevar a cabo las actividades propuestas en su proceso de medición. Adicionalmente, carece de la parte de evaluación que está definida en el estándar ISO 14598. Este último define el proceso de evaluación y algunos términos. Si se consideran dichos estándares de manera conjunta, se podría analizar como un enfoque de M&E a aplicar en una organización. Sin embargo surgen algunas cuestiones, adicionales a las mencionadas, por las cuales no cumplen con los criterios requeridos. Una de ellas es que los procesos de medición y evaluación no se encuentran integrados, esto se puede advertir en el solapamiento de actividades. Tal es el caso de la tarea *Aceptar los requerimientos para la medición* del proceso de medición y la actividad *Establecimiento de los requerimientos de evaluación* del proceso de evaluación, cuyo objetivo común es establecer y especificar los requerimientos. Otra cuestión a tener en cuenta es que no existe un consenso en los términos utilizados, por ejemplo, en [ISO/IEC 14598-5, 2001] se usan los términos “métrica”, “medida directa” y “medida indirecta”, mientras que en [ISO/IEC 15939, 2007] se usan los términos “medida base” y “medida derivada” (para una discusión más detallada ver [Olsina *et al.*, 2004]).

Si bien en la nueva familia de estándares ISO 25000 [ISO/IEC 25000, 2005] se observa en su objetivo cierto nivel de integración, tampoco permiten definir una estrategia integrada de M&E. Esta familia de estándares surge de la necesidad de eliminar las distancias, conflictos y ambigüedades entre los estándares ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126, y así lograr una convergencia entre ambos. Esta familia de estándares no trata a los procesos de medición y evaluación como un todo sino que proveen conjuntos de estándares separados. Esto es, los estándares ISO/IEC 2502n están relacionados con la medición mientras que el conjunto de estándares ISO/IEC 2504n se refieren a evaluación. El conjunto de estándares ISO/IEC 2502n denominado “División de Medición de Calidad” incluyen un modelo de referencia de medición de la calidad del producto, definiciones de medidas de calidad (interna, externa y en uso) y guías prácticas para su aplicación. Mientras que el conjunto de estándares ISO/IEC 2504n denominado “División de Evaluación de Calidad” incluye normas que proporcionan requisitos, recomendaciones y guías para llevar a cabo el proceso de evaluación del producto software. Por otro lado, ofrece guías prácticas para la aplicación de la norma pero no prescribe métodos y herramientas. Adicionalmente, no participó del estudio dado que al momento de la recolección de los datos (de septiembre a diciembre de 2010) no se habían publicado algunos documentos claves de la serie.

El estándar de facto CMMI [CMMI, 2010] también fue analizado como un referente en M&E de procesos. En su área de proceso “Medición y Análisis” provee prácticas que guían a la organización en el desarrollo y mantenimiento de su capacidad de medición como un medio para dar soporte a sus necesidades de información. Si bien CMMI posee un glosario donde se definen los principales términos utilizados y brinda ejemplos del modo en que una subpráctica puede llevarse a cabo¹⁰, no puede ser considerado como una estrategia integrada de M&E. Debido principalmente a que no define explícitamente un modelo de proceso de medición y evaluación, sino que se limita a fijar metas y prácticas (genéricas y específicas). Y por otro lado, los ejemplos informativos presentados no son suficientes como para ser tomados como una especificación de métodos y herramientas propiamente dicha.

PSM [Card, 2000] posee un *Modelo de Información de Medición* que establece una estructura para relacionar los diferentes conceptos de medición y un *Modelo de Proceso de Medición* que está basado en la

¹⁰ Como es el caso donde considera la utilización de la media aritmética, mediana y moda como descriptores estadísticos apropiados para realizar el análisis de datos.

secuencia de gestión “Plan-Do-Check-Act” pero adaptado para soportar actividades y tareas específicas de medición. En la documentación de PSM se hace referencia a herramientas analíticas (tales como histogramas, análisis de regresión, y diagramas de causa-efecto, entre otros), así como a métodos matemáticos y estadísticos (como por ejemplo Six Sigma y distribución normal) que pueden ser aplicados a diferentes tareas. Además, presenta plantillas que ayudan a estructurar los objetivos de la medición, y se muestran procedimientos (mediante diagramas de flujo) para ciertas actividades. Incluso, existe la herramienta PSM Insight (PSMI), la cual es un software de medición gratuito que implementa completamente el proceso PSM. Teniendo en cuenta lo comentado, PSM cubriría los tres pilares fundamentales de una estrategia. Sin embargo, PSM en las actividades de evaluación pone énfasis en la valoración del proceso de medición y la necesidad de mejorarlo como una manera de validar los datos obtenidos en dicha actividad. Por ejemplo, a partir de la evaluación determina si las métricas o los indicadores utilizados fueron válidos para resolver la necesidad de información. Por otro lado, con la llegada del estándar ISO 15939 –el cual utilizó a PSM como documento base tomando su modelo de información y su modelo de procesos (recordar Figura 1-12 y Figura 1-13 respectivamente), PSM fue adaptado para proveer detalles adicionales sobre las actividades y tareas presentadas en dicho estándar incluyendo una guía detallada de métodos para llevar a cabo las tareas. Por lo tanto, PSM contribuye a asegurar una efectiva implementación del estándar ISO/IEC 15939. La utilización coordinada de ambos productos provee a los usuarios con un marco consistente para la implementación de un programa de medición pero no cumple con todos los criterios de estrategia integrada de M&E enumerados y requeridos.

Otro enfoque de M&E documentado es FMESP [García *et al.*, 2006]. Los principales componentes de FMESP son su marco conceptual y un entorno de Ingeniería de Software (*Software Engineering Environment, SEE*). El marco conceptual consta de una arquitectura conceptual, ontologías y metamodelos. METAMOD y GenMETRIC, son dos herramientas integradas que proveen el soporte tecnológico al marco conceptual. A su vez, es posible agregar nuevas herramientas para dar soporte a la evaluación y mejora de los procesos. Adicionalmente, FMESP proporciona -a modo de métodos y herramientas que dan soporte a las actividades de medición- un conjunto de métricas útiles para medir procesos y artefactos de software. A pesar de que los autores expresan la importancia de contar con modelos de procesos no cuentan con una especificación pública y accesible. Por lo que se puede concluir que este enfoque cubre únicamente dos de las tres capacidades fundamentales de una estrategia integrada de M&E.

CQA-Meth (Continuos Quality Assessment) [Genero *et al.*, 2010], es una metodología flexible que permite la evaluación de la calidad de cualquier tipo de modelo software. La metodología junto con la herramienta que la soporta forma el entorno integrado CQA que puede ser utilizado por empresas para realizar evaluaciones de la calidad de sus propios productos o de terceros. CQA-Meth define los procesos necesarios para llevar a cabo la evaluación de los modelos UML y facilitar la comunicación entre el cliente (patrocinador de la evaluación) y el equipo de evaluación. CQA-Meth no se seleccionó dentro de las estrategias a evaluar dado 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 surge del mismo grupo de investigación que el enfoque FMESP [García *et al.*, 2006] el cual posee un marco conceptual basado en una ontología, no queda constancia explícita de su relación en la literatura ni en las referencias proporcionadas por sus autores.

GQM es un enfoque de medición propuesto por Basili [Basili *et al.*, 1994] utilizado ampliamente en la academia e industria, que ha sido ampliado por ejemplo con la definición de su proceso ([Solingen *et al.*, 1999], [Grasse *et al.*, 1995], etc.), su modelo de información ([Differding *et al.*, 1996], [Briand *et al.*, 1996], etc.) y complementado con otras investigaciones ([Briand *et al.*, 2002], [Goethert *et al.*, 2003], [Solingen *et al.*, 1997], etc.). Las diferentes actividades del proceso de GQM están soportadas por diferentes métodos, como entrevistas, cuestionarios y tormenta de ideas. En [Solingen *et al.*, 1999] se describen las características de un Sistema de Soporte a la Medición (MSS) que es configurable para cada programa de medición. Por lo que GQM es un enfoque que posee cierto grado de integración, es ampliamente referenciado y con alto nivel de documentación accesible. No obstante en la revisión bibliográfica realizada

se encontró que GQM⁺Strategies es una propuesta reciente, integrada, registrada y que incluye a GQM. Por lo que se determinó –según los criterios- que GQM⁺Strategies sería una de las entidades a evaluar.

A modo de resumen, en la Tabla 2-3 se incluyen los enfoques más importantes de M&E con sus principales características que justificaron la elección (o no) como entidad a evaluar en el estudio comparativo. Como conclusión de esta sección se puede indicar que sólo GQM⁺Strategies posee integradas las tres capacidades requeridas. Por lo tanto, el estudio comparativo se llevará a cabo evaluando dos entidades: GOCAME y GQM⁺Strategies, las cuales son detalladas en la sección 2.3.

Marco y Base Conceptual	Especificación del Proceso de M&E	SopORTE metodológico
GOCAME		
Posee una base conceptual basada en una ontología.	Tiene definido el proceso de M&E.	La metodología WebQEM y la herramienta C-INCAMI_Tool dan soporte a las actividades y tareas del proceso.
<i>Comentario: objeto de estudio cuyo objetivo es mejorarlo mediante la comparación con las fortalezas de otras estrategias integradas de M&E.</i>		
ISO/IEC 15939 y ISO/IEC 14598		
Cada estándar provee listas de términos con sus definiciones provocando un uso terminológico no siempre consistente.	No establece una integración explícita entre medición y evaluación. Adicionalmente, existe solapamiento de actividades.	No especifican un enfoque explícito de métodos.
Familia ISO 25000		
El documento ISO/IEC 25000 contiene la terminología utilizada en la familia de estándares.	Los estándares ISO/IEC 2502n están relacionados con la medición mientras que el conjunto de estándares ISO/IEC 2504n se refieren a evaluación. Este último presenta procesos de evaluación para desarrolladores, compradores y evaluadores. No se establece una relación explícita entre medición y evaluación.	Los estándares ISO/IEC 25021 al 25024 definen específicamente las métricas para realizar la medición de calidad para usar a lo largo del ciclo de vida del desarrollo, calidad y calidad en uso de un producto, calidad de datos, respectivamente. Sin embargo, no especifica un enfoque de métodos explícito.
CMMI (Medición y Análisis)		
Posee un glosario donde se definen los principales términos utilizados.	Fija metas y prácticas (genéricas y específicas) para alcanzar dichas metas.	En algunos casos proporciona ejemplos informativos de posibles métodos y herramientas a utilizar pero no especifica un enfoque explícito de métodos.
PSM		
Provee un modelo de información de medición junto con la definición de los términos involucrados. Este modelo fue adoptado por la ISO/IEC 15939.	Provee un modelo de procesos de medición adoptado por la ISO/IEC 15939. Las actividades de evaluación propuestas ponen énfasis en la valoración del proceso de medición con el objetivo de validar los datos medidos.	Hace referencias a herramientas y métodos (matemáticos y estadísticos). La herramienta PSM Insight implementa el proceso de medición.
FMESP		
Posee un marco conceptual basado en ontologías y metamodelos.	No posee una especificación pública y accesible de su proceso.	Posee herramientas y proporciona métodos para las actividades de medición.
CQA-Meth		
No hace referencia explícita a un marco conceptual.	Define los procesos de evaluación.	Posee una herramienta que la soporta.
GQM		
Posee un marco conceptual basado en un glosario.	Define los procesos a utilizar durante la medición y la evaluación.	Describe las características de un sistema de soporte a la medición y los distintos métodos a ser utilizados.
<i>Comentario: será evaluada como parte de la reciente propuesta GQM⁺Strategies.</i>		
GQM⁺Strategies		
Posee un marco conceptual y un glosario de términos.	Incluye a GQM que define y modela explícitamente su proceso.	Describe las características de un sistema de soporte a la medición y los distintos métodos a ser utilizados.

Tabla 2-3. Comparación de los distintos enfoques según los tres pilares que se consideran que se deberían integrar.

2.3. Panorama de las Estrategias Comparadas

En esta sección se introducen las dos estrategias integradas de M&E que participarán en el estudio comparativo, a saber: GOCAME (sección 2.3.1.) y GQM⁺Strategies (sección 2.3.2.). Para obtener una documentación pormenorizada de ambos enfoques el lector puede dirigirse a [Papa, 2012-2] que se encuentra disponible en <http://hdl.handle.net/10915/4217> dentro del repositorio institucional del la UNLP (SEDICI).

2.3.1. GOCAME

En esta subsección se describe a GOCAME con las características que poseía antes de realizadas las mejoras recomendadas por el estudio comparativo, es decir, la descripción caracteriza la entidad evaluada a fines del 2010. Con fines prácticos se denominará GOCAME a la estrategia en su estado inicial y GOCAME Versión 2.0. a la estrategia luego de las mejoras guiadas por las recomendaciones de cambio.

GOCAME es una estrategia integrada de M&E que sigue el enfoque orientado a objetivos, sensible al contexto y centrada en la organización. Está fundamentada en los tres pilares mencionados, a saber: 1) un marco conceptual centrado en una base terminológica, 2) el soporte explícito de proceso, y 3) el soporte metodológico/tecnológico. Está diseñada para permitir la definición de proyectos de M&E incluyendo descripciones de contexto, las cuales permiten realizar interpretaciones más sólidas entre resultados de evaluaciones intra e inter-organizacionales [Molina *et al.*, 2008].

El marco conceptual de GOCAME es C-INCAMI (*Contextual-Information Need, Concept model, Attribute, Metric and Indicator*) [Olsina *et al.*, 2008]. Dicho marco toma como base la ontología de Métricas e Indicadores (M&I) [Olsina *et al.*, 2004], la cual provee un modelo de dominio que define los *conceptos, propiedades y relaciones* necesarias para especificar los datos y metadatos utilizados en las actividades y artefactos del proceso de M&E, como así también, instanciar métodos y herramientas de soporte para automatizar todo o parte del proceso. Dicha ontología está compuesta por 38 conceptos agrupados según el módulo o componente al cual pertenecen. Estos conceptos se presentan en las siguientes tablas (desde la Tabla 2-4 a la Tabla 2-8) donde cada concepto es listado junto a su definición y su traducción al inglés. El término en inglés es introducido ya que los modelos del marco conceptual que se presentan más adelante están en este idioma.

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

Tabla 2-4. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de proyectos.

Términos pertenecientes al Módulo de Requerimientos no Funcionales		
Término	En inglés	Definición
Atributo	<i>Attribute</i>	Una propiedad física o abstracta medible de una categoría de entidad. Sinónimos: propiedad, característica.
Necesidad de información	<i>Information need</i>	Conocimiento necesario para la gestión de objetivos, metas, riesgos y problemas.
Concepto calculable	<i>Calculable concept</i>	Relación abstracta entre atributos de entidades y necesidades de información. Sinónimo: concepto mensurable ¹¹ .
Modelo de concepto	<i>Concept model</i>	Conjunto de subconceptos y relaciones entre ellos, que provee la base para especificar los conceptos para la evaluación o estimación. Sinónimo: modelo de características.
Entidad	<i>Entity</i>	Un objeto concreto que pertenece a una categoría de entidad. Sinónimo: objeto.
Categoría de entidad	<i>Entity category</i>	Categoría del objeto que es caracterizado por la medición de sus atributos.
Árbol de requerimientos	<i>Requirements tree</i>	Restricción en el tipo de relaciones entre los elementos del modelo conceptual, en relación con la teoría de grafos.

Tabla 2-5. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de requerimientos no funcionales.

Términos pertenecientes al Módulo de Contexto		
Término	En inglés	Definición
Contexto	<i>Context</i>	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.
Propiedad de contexto	<i>Context property</i>	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.
Entidad contextual	<i>Contextual entity</i>	Una entidad cuyo uso y/o interpretación son sensibles al contexto de destino en que se aplica y/o se considere.

Tabla 2-6. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de contexto.

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

Tabla 2-7. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de medición.

¹¹ También llamadas característica y subcaracterísticas en los estándares ISO.

Términos pertenecientes al Módulo de Evaluación		
Término	En inglés	Definición
Criterio de decisión	<i>Decision criterion</i>	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.
Indicador elemental	<i>Elementary indicator</i>	Un indicador que no depende de otros indicadores para evaluar o estimar un concepto calculable. Sinónimos: preferencia elemental, criterio elemental.
Modelo elemental	<i>Elementary model</i>	Algoritmo o función con criterios de decisión asociados que modela un indicador elemental. Sinónimos: función de criterio elemental.
Evaluación	<i>Evaluation</i>	Actividad que utiliza la definición de un indicador para producir un valor de indicador. Sinónimo: cálculo.
Indicador global	<i>Global indicator</i>	Un indicador que es derivado de otros indicadores para evaluar o estimar un concepto calculable. Sinónimos: preferencia, criterio global.
Modelo global	<i>Global model</i>	Algoritmo o función con criterios de decisión asociados que modela un indicador global. Sinónimos: puntuación, función, modelo de agregación.
Indicador	<i>Indicator</i>	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.
Valor de indicador	<i>Indicator value</i>	El número o categoría asignado a un concepto calculable producto de un cálculo. Sinónimo: valor de preferencia.
Cálculo	<i>Calculation</i>	Actividad que usa una definición de un indicador para producir un valor de indicador. Sinónimo: cómputo.

Tabla 2-8. Ontología de M&I: conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de evaluación.

Cada uno de estos conceptos está caracterizado por atributos y se relaciona con otros conceptos. Si al lector le interesa la definición de los atributos de los conceptos de la ontología, no enunciados en este trabajo por cuestiones de espacio, puede dirigirse a [Olsina *et al.*, 2004].

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

Tabla 2-9. Ontología para M&E: relaciones y sus definiciones.

Con respecto a las relaciones, la ontología de M&I consta de 21 relaciones entre conceptos, las cuales se presentan junto a su definición en la Tabla 2-9. Para la construcción de estas tablas se utilizaron las referencias [Becker *et al.*, 2010], [Olsina *et al.*, 2008] y [Olsina *et al.*, 2004].

El marco conceptual C-INCAMI está estructurado en seis componentes (ver de la Figura 2-6 a la Figura 2-10) que abarcan todos los términos y relaciones descritos en la ontología de M&I. Los módulos son:

- 1) Definición de proyectos de M&E.
- 2) Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales,
- 3) Especificación del Contexto,
- 4) Diseño y Ejecución de la Medición,
- 5) Diseño y Ejecución de la Evaluación; y,
- 6) Análisis y Recomendación.

El primer componente denominado Definición de proyectos de M&E (ver Figura 2-6) 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.

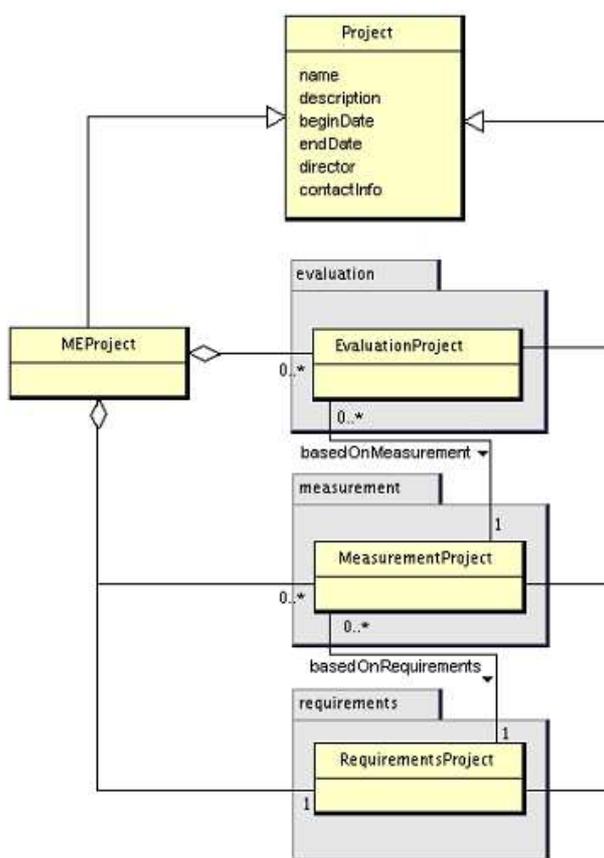


Figura 2-6. Conceptos y relaciones del componente “Definición de Proyectos de M&E”.

Con el propósito de facilitar el rol del administrador y permitir el reúso de conceptos se plantea una clara separación entre los aspectos relacionados a los distintos tipos de proyectos (*Project*)¹² involucrados en las actividades de M&E. El principal concepto de este componente es el proyecto de medición y

¹² Los conceptos en cursiva se refieren a términos definidos en la ontología de M&I en el trabajo [Olsina *et al.*, 2004] o en publicaciones posteriores.

evaluación (*ME 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 subproyectos. Cada proyecto tiene información acerca de su nombre, responsable, fechas de comienzo y finalización, entre otros meta-datos.

El segundo componente denominado Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales contiene los conceptos necesarios para definir y especificar los requerimientos para un proyecto de M&E (ver Figura 2-7).

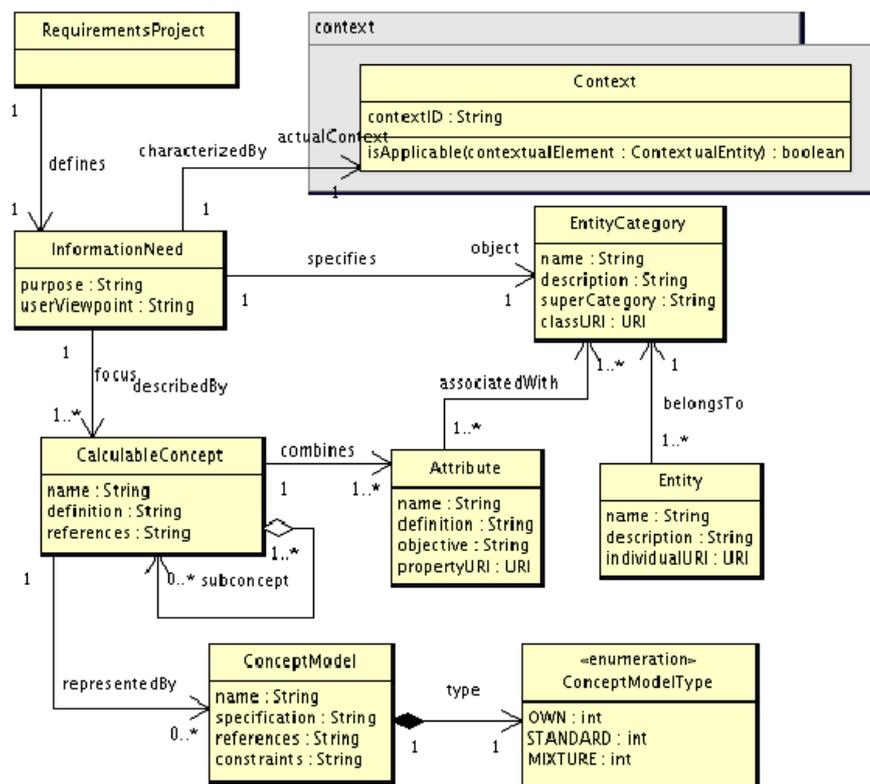


Figura 2-7. Conceptos y relaciones del componente “Definición y Especificación de Requerimientos no Funcionales”.

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*). Una categoría de entidad (*Entity Category*) establece el objeto bajo análisis y posee atributos relevantes, que pueden ser medidos para una entidad particular perteneciente a dicha categoría. La necesidad de información identifica un propósito particular (*purpose*) y un punto de vista (*user viewpoint*). 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.

El tercer componente denominado Especificación del Contexto (ver Figura 2-8) posee aquellos términos necesarios para especificar el ambiente o contexto en el cual se realiza el proyecto de M&E. 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. Adicionalmente, este componente permite

especificar entidades contextuales (*Contextual Entity*), es decir, entidades que por su definición sólo pueden ser aplicadas en determinados contextos. Para más detalle de este componente ver [Molina, 2012].

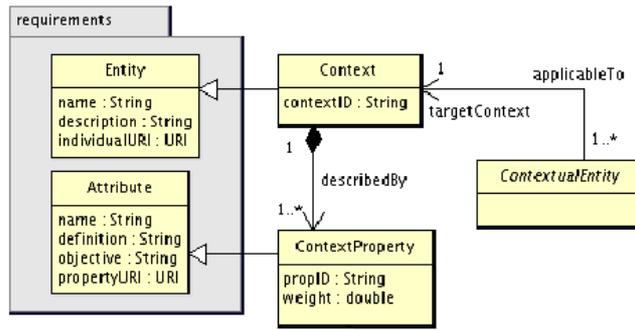


Figura 2-8. Conceptos y relaciones del componente “Especificación del Contexto”.

El cuarto componente es el denominado Diseño y Ejecución de la Medición. Este componente modelado en la Figura 2-9 contiene todos los conceptos necesarios para administrar las tareas de especificación y registro de las mediciones.

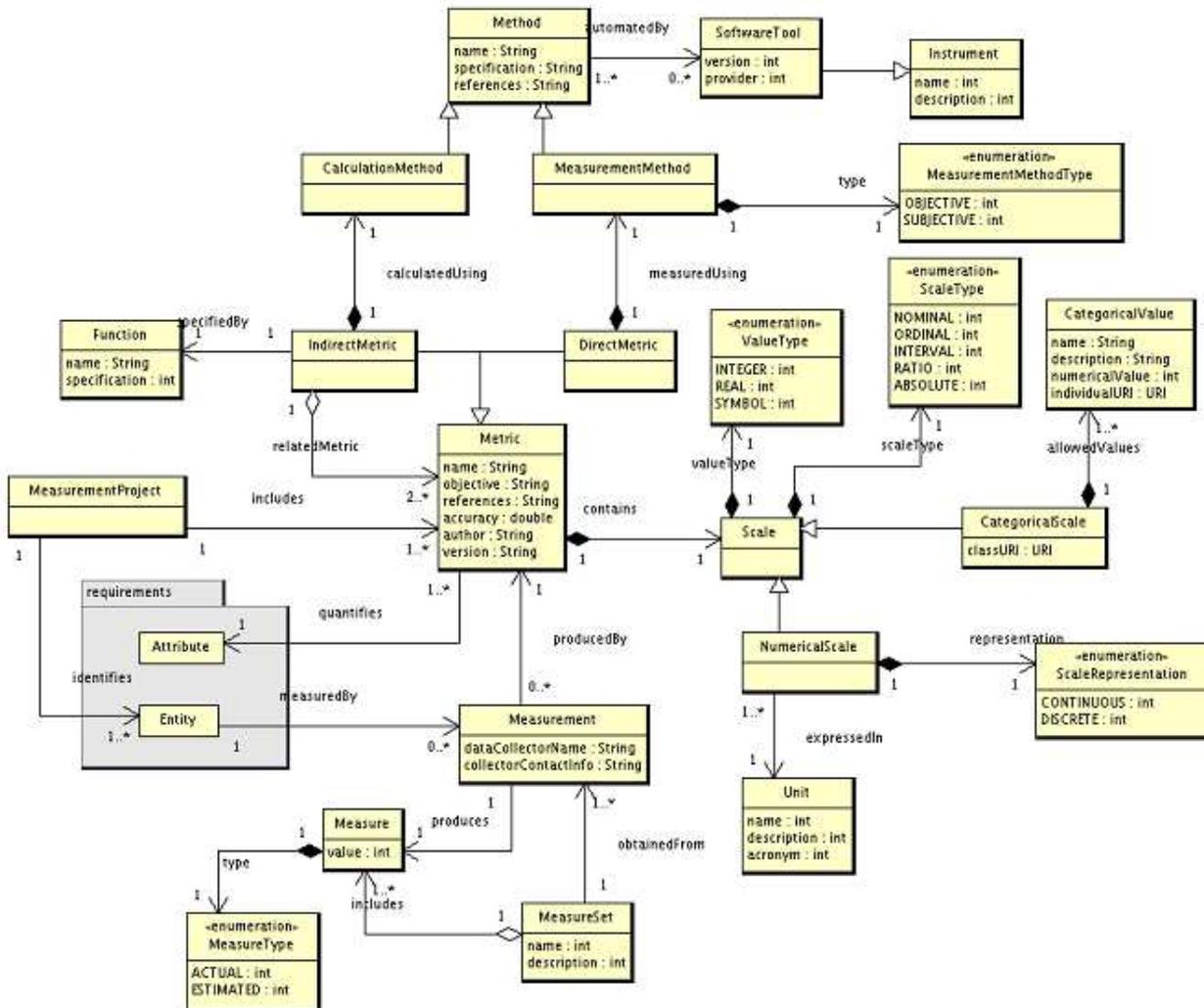


Figura 2-9. Conceptos y relaciones del componente “Diseño y Ejecución de la Medición”.

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 (*Calcuation Method*) si es indirecta y su escala (*Scale*). La escala puede ser categórica (*Categorical Scale*) o numérica (*Numerical Scale*) la cual esta expresada por medio de una unidad (*Unit*). Los métodos pueden ser automatizados por una herramienta de software (*Software Tool*) que es un instrumento (*Instrument*) de medición. Las mediciones (*Measurement*) producen valores medidos (*Measure*).

El componente Diseño y Ejecución de la Evaluación mostrado en la Figura 2-10 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 Criterion*).

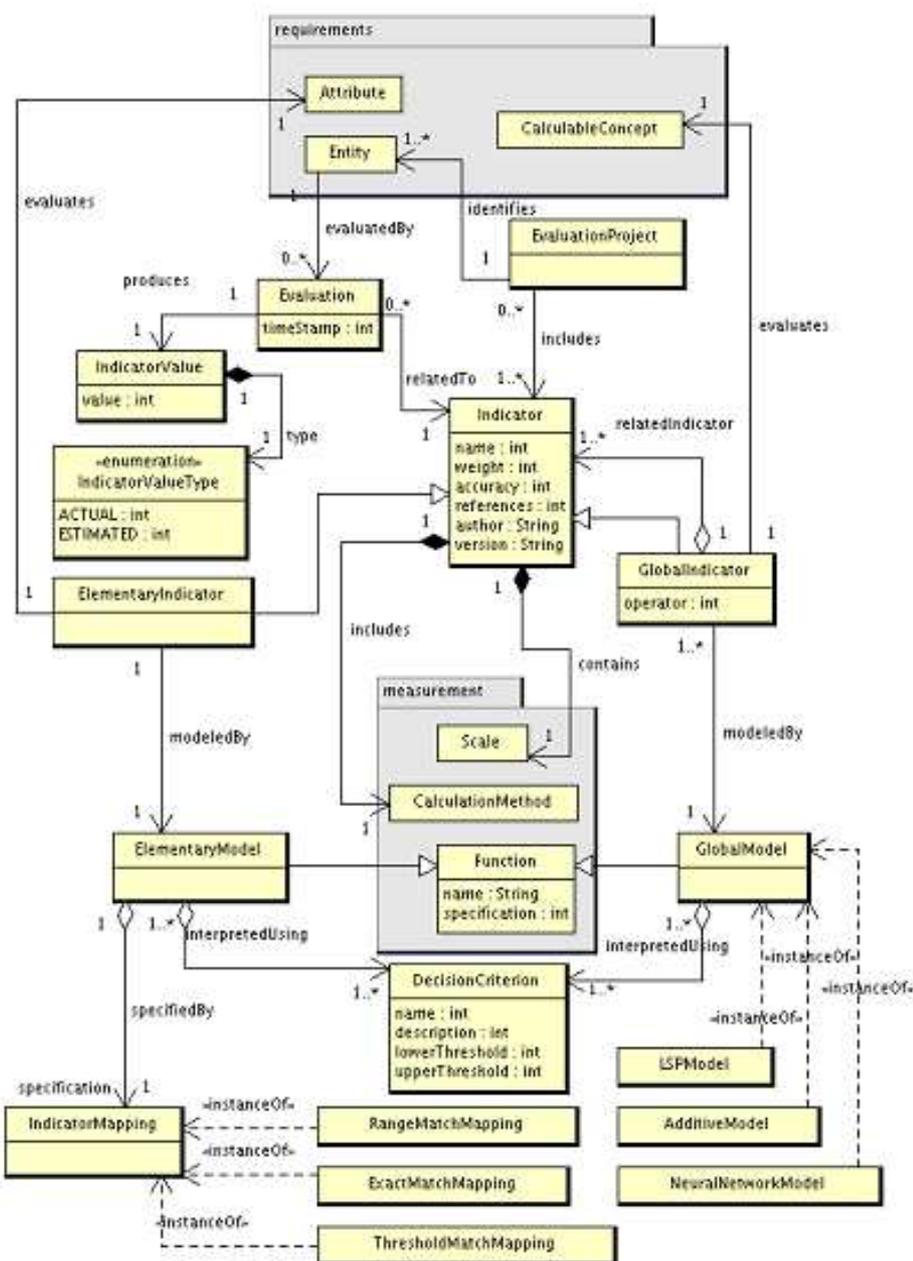


Figura 2-10. Conceptos y relaciones del componente "Diseño y Ejecución de la Evaluación".

El componente de Análisis y Recomendación permite a los evaluadores realizar las actividades de análisis y comparación de las preferencias de calidad elementales y globales. Adicionalmente, ayuda a la justificación de los resultados obtenidos. Para facilitar la interpretación, seguimiento y registro de los datos se utilizan herramientas, mecanismos de análisis y documentación. A partir de las metas establecidas y el punto de vista de usuario a evaluar, se generarán las conclusiones y recomendaciones del caso evaluado.

Desde el punto de vista del soporte explícito al proceso de M&E [Becker *et al.*, 2010-1], GOCAME cuenta con la definición y modelado de seis actividades principales (ver Figura 2-11), a saber: (1) Definir los Requerimientos no Funcionales; (2) Diseñar la Medición; (3) Diseñar la Evaluación; (4) Implementar la Medición; (5) Implementar la Evaluación; y, (6) Analizar y Recomendar. Todas estas actividades son comentadas a continuación¹³.

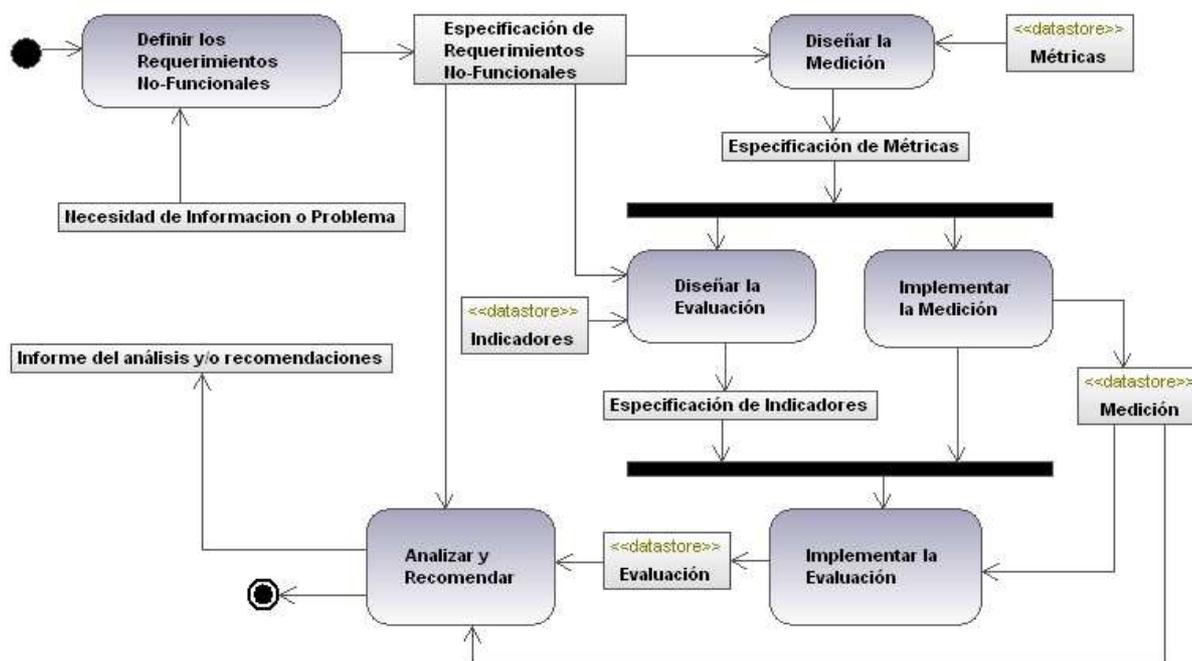


Figura 2-11. Principales actividades de la estrategia de medición y evaluación GOCAME.

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. En primer lugar, se debe *Establecer la Necesidad de Información*, es decir, se debe definir el propósito de la evaluación, el tipo de usuario, el objeto o categoría de entidad bajo análisis, la entidad concreta a evaluar y el foco o concepto de más alto nivel. Luego, se debe *Especificar el Contexto* con la finalidad de poder realizar análisis más consistentes de los resultados, principalmente, si estos provienen de distintos proyectos y organizaciones. La especificación del contexto se lleva a cabo mediante la actividad *Seleccionar las Propiedades Relevantes* que caracterizan el contexto y *Cuantificar la Propiedad de Contexto* en base a la métrica asociada. *Seleccionar un Modelo de Concepto*, es otra de las actividades necesarias para definir los requerimientos no funcionales. Tiene como objetivo agregar conceptos, subconceptos y atributos, como así también, especificar la forma en la cual se relacionan los mismos. Se puede *Seleccionar un Modelo* estándar o de facto (definido por la propia organización) teniendo en cuenta el punto de vista del usuario, como así también, la especificación del contexto. En caso que el modelo elegido no sea totalmente adecuado a la necesidad de información, ya sea por relaciones innecesarias para el proyecto 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. Al

¹³ Se utiliza cursiva al hacer mención a nombres de actividades del proceso. Notar que hay una correspondencia entre nombres de actividades y términos de C-INCAMI.

finalizar las actividades descritas anteriormente se obtiene como salida un documento estructurado con la especificación de los requerimientos no funcionales.

Una vez definidos los requerimientos no funcionales, se conoce con claridad cuál es la finalidad de llevar adelante el proceso de M&E, por lo que se puede identificar de manera objetiva cuales serán las métricas que se utilizarán en la medición. En la actividad *Diseñar la Medición* se debe establecer una métrica para cada atributo del árbol. La primera actividad es opcional y es *Establecer el Ente* a evaluar. Puede ocurrir que haya sido establecido en la actividad anterior o se postergue hasta el momento de implementar la medición. Luego, se debe *Asignar una Métrica a cada Atributo*. En el caso que la métrica sea indirecta también se deben *Identificar las Métricas Relacionadas* y los *atributos que son cuantificados* por éstas. Además si el método puede automatizarse se debe especificar una herramienta. La salida de la actividad *Diseñar la Medición* es la especificación de las métricas asociadas a los atributos del árbol de requerimientos.

La próxima actividad principal es *Diseñar la Evaluación*. Su objetivo consiste en definir para cada atributo y concepto calculable del árbol de requerimientos un indicador que lo evalúe. En primer lugar se deben *Identificar Indicadores Elementales*, es decir, especificar un indicador para cada atributo del árbol de requerimientos, el cual especificará la manera de realizar el mapeo del valor medido del atributo a un valor que indique su nivel de aceptación según los objetivos y requerimientos establecidos. Para llevar a cabo esta actividad se debe *Establecer el Modelo Elemental, Establecer el Método de Cálculo e Identificar la Escala*. En segundo lugar, se deben *Identificar Indicadores Parciales/Globales*. Para ello se debe proceder de la misma forma que para los indicadores elementales, y además *Asignar Valores a los Parámetros del Modelo*. Esto es asociar pesos (si son requeridos por el modelo de agregación) a los subconceptos. Como resultado se obtiene un documento con la especificación de todos los indicadores.

La siguiente actividad es *Implementar la Medición*, y su objetivo es obtener un valor o medida (numérica o categórica) para cada uno de los atributos de una o más entidades a partir de las métricas diseñadas y las herramientas que automatizan la medición (si las hubiera). La primera actividad a realizar es *Establecer el Ente*, en caso de que aun no se haya establecido. La segunda actividad es *Medir los Atributos* por medio de la *cuantificación de cada atributo*. Como resultado se obtienen los valores asociados a cada uno de los atributos que caracterizan a las entidades bajo análisis quedando almacenados en un repositorio para su posterior utilización en la siguiente actividad.

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. Para llevar a cabo esta actividad se necesita por un lado, *Calcular los Indicadores Elementales* para lo cual se realiza un mapeo de los valores heterogéneos obtenidos en la medición a un conjunto de valores normalizados. Una vez realizado esto, se puede *Calcular los Indicadores Parciales/Globales*. El cálculo de los indicadores puede realizarse en forma manual o por medio de herramientas que faciliten los cálculos como puede ser C-INCAMI_Tool [Olsina *et al.*, 2008]. Al finalizar esta actividad se obtienen los valores de los diferentes indicadores, tanto elementales como parciales y global, que servirán como entrada a la próxima actividad.

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. Esto implica *Diseñar e Implementar el Análisis, Producir el Informe de los Resultados y Realizar Recomendaciones* si fuese pertinente, por ejemplo, especificando cursos de acción a seguir, fortalezas y debilidades, etc.

En el capítulo 3, a medida que se avanza con el diseño y la implementación del estudio comparativo, se brinda mayor detalle de cada una de las actividades enunciadas.

Como se puede apreciar, las actividades realizadas en la M&E incluyen varios aspectos que van desde especificar el árbol de requerimientos de características 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*) [Olsina *et al.*, 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, centrado 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 las normas ISO/IEC 9126-1 o ISO/IEC 25010, aunque también pueden usarse otras definidas por la organización o un enfoque mixto como en 2Q2U (Quality, Quality in use, actual Usability and User experience) [Olsina *et al.*, 2012].

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 performance o preferencia) globales, parciales¹⁴ 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 modelos elementales (funciones) que permiten transformar los valores obtenidos en la medición a valores de indicadores elementales. Luego se especifican modelos y métodos de agregación de características, subcaracterísticas 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.

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) [Lafuente, 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 e informes respectivos.
- WebQEM_Tool. Herramienta de escritorio que da soporte a las actividades de evaluación de la metodología WebQEM [Olsina *et al.*, 2001]. Permite definir proyectos de evaluación especificando un árbol de requerimientos. A partir del ingreso de los valores de los indicadores elementales calcula los indicadores parciales y el global generando un informe web con los resultados.
- C-INCAMI_Tool. Surge con el objetivo de brindar soporte tecnológico al proceso de M&E. Es una mejora de WebQEM_Tool y de la herramienta desarrollada en el año 2005 denominada INCAMI_Tool ([Molina, 2005] y [Papa, 2005]), la cual ofrece los mecanismos necesarios para

¹⁴ 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.

especificar los datos generados en proyectos de medición y evaluación, utilizando de forma clara y consistente los conceptos del marco INCAMI. C-INCAMI_Tool [Becker, 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 anteriormente.

Como se comentó al iniciar la sección 2.3., si el lector desea obtener una descripción más pormenorizada de GOCAME se recomienda la lectura de la sección 4.1. del Capítulo 4 de [Papa, 2012-2].

2.3.2. GQM⁺Strategies

Es un enfoque de medición construido sobre GQM [Basili *et al.*, 1994] que permite planificar e implementar programas de medición de software orientados a objetivos. GQM⁺Strategies¹⁵ agrega a GQM un mecanismo para enlazar explícitamente los objetivos de medición de software con los objetivos de alto nivel de la organización, como así también, objetivos y tácticas a todos los niveles de 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.

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 [Basili *et al.*, 2010]. GQM⁺Strategies surge en el año 2007 [Basili *et al.*, 2007] como el resultado de casi tres décadas de evolución y uso del paradigma GQM. Es un enfoque patentado que posee muchas líneas de investigación que están trabajando en su mejora y su uso conjunto con otras técnicas y/o métodos ([Mandić *et al.*, 2010], [Mandić *et al.*, 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 Balanced Scorecard [Kaplan *et al.*, 1996] y Quality Improvement Paradigm [Gresse *et al.*, 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.

Antes de continuar con la descripción de GQM⁺Strategies es necesario aclarar que la palabra estrategia utilizada en este enfoque puede prestarse a confusión. Desde la perspectiva de esta tesis el enfoque GQM⁺Strategies es una estrategia de M&E como un todo (según lo discutido en la sección 2.1.), es decir, se nombraría 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 –según la perspectiva de este trabajo– 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.

La base terminológica de GQM⁺Strategies está formada por un conjunto de 18 términos agrupados en un glosario según [Basili *et al.*, 2010], [Basili *et al.*, 2007-1] y [Mandić *et al.*, 2010]. Asimismo, a estos términos se le adicionan los vocablos que pertenecen al enfoque GQM y que están presentes en la descripción del mismo [Differding *et al.*, 1996] y [Briand *et al.*, 1996]. Todos estos términos se presentan en la Tabla 2-10.

¹⁵ GQM⁺Strategies es una marca registrada con N° 302008021763 en la Oficina Alemana de Patentes y Marcas. Número internacional de registro IR992843

Términos de GQM ⁺ Strategies		
Término	En inglés	Definición
Factores de contexto	<i>Context factors</i>	Variables que representan el ambiente organizacional y afectan los tipos de modelos y datos que pueden ser usados. Obtenido de [Basili et al., 2010].
Suposiciones	<i>Assumptions</i>	Estimaciones desconocidas que pueden afectar la interpretación de un dato. Obtenido de [Basili et al., 2010].
Estrategias	<i>Strategies</i>	Conjunto de enfoques posibles para el logro de un objetivo que puede ser refinado por un conjunto de actividades concretas. Obtenido de [Basili et al., 2007-1].
Objetivos de nivel i	<i>Level i goals</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. Obtenido de [Basili et al., 2010].
Objetivos de negocio	<i>Business goals</i>	Un conjunto jerárquico de objetivos de la organización que desea lograr en general en orden de mantener el éxito del negocio. Obtenido de [Basili et al., 2007-1].
Objetivos de software	<i>Software Goals</i>	Un conjunto de objetivos directamente relacionados con el proceso o producto de software para implementar las estrategias. Obtenido de [Basili et al., 2007-1].
Objetivos de medición	<i>Measurement Goals</i>	Objetivos que ayudan a operacionalizar los pasos de un escenario mediante la medición. Obtenido de [Basili et al., 2007-1].
Escenarios	<i>Scenarios</i>	Conjunto de pasos concretos para el logro de los objetivos de software. Obtenido de [Basili et al., 2007-1].
Elemento Goal ⁺ Strategies	<i>Goal⁺Strategies element</i>	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. Obtenido de [Mandić et al., 2010].
Modelos de interpretación	<i>Interpretation models</i>	Modelos que ayudan a interpretar los datos para determinar si los objetivos a todo nivel han sido logrados. Obtenido de [Basili et al., 2010].
Grafo GQM	<i>GQM graph</i>	Un objetivo simple GQM que mide un elemento Goal ⁺ Strategies. Incluye sus correspondientes preguntas, métricas y modelos de interpretación. Obtenido de [Mandić et al., 2010].
Términos de GQM		
Término	En inglés	Definición
Métrica	<i>Metric</i>	En la teoría de la medición, es un mapeo usado para asignar un valor a un atributo de una entidad. Obtenido de [Differding et al., 1996].
Métrica GQM	<i>GQM metric</i>	Describe algo que nos gustaría medir. Es la pieza final de la definición operacional de un objetivo. Obtenido de [Differding et al., 1996].
Pregunta	<i>Question</i>	Representa la información requerida para lograr el objetivo. Direccionan la necesidad de información en lenguaje natural permitiendo que el Plan GQM sea más legible. Obtenido de [Briand et al., 1996].
Hipótesis	<i>Hypothesis</i>	Permite averiguar cuál es el conocimiento actual con respecto a la métrica definida anteriormente. Obtenido de [Briand et al., 1996].
Medida	<i>Measure</i>	Define operacionalmente el dato a ser recolectado para responder las preguntas. Su definición incluye su escala de medición y su rango. Obtenido de [Briand et al., 1996].
Modelos GQM	<i>GQM model</i>	Usa los datos recolectados como entrada para responder a la pregunta. Obtenido de [Briand et al., 1996].
Objeto de estudio	<i>Object of study</i>	Lo que será analizado. Obtenido de [Briand et al., 1996].
Propósito	<i>Purpose</i>	El porqué del objeto que será analizado. Obtenido de [Briand et al., 1996].
Foco de calidad	<i>Quality Focus</i>	La propiedad o atributo del objeto que será analizada. Obtenido de [Briand et al., 1996].
Punto de vista	<i>Viewpoint</i>	Quien usará los datos recolectados. Obtenido de [Briand et al., 1996].

Tabla 2-10. Conceptos y definiciones pertenecientes a la estrategia GQM⁺Strategies.

Los conceptos definidos por el enfoque se encuentran relacionados en un marco conceptual semi-formal mostrado en la Figura 2-12. En dicho marco se pueden apreciar dos componentes o módulos denominados Elementos de GQM⁺Strategies y Grafo GQM.

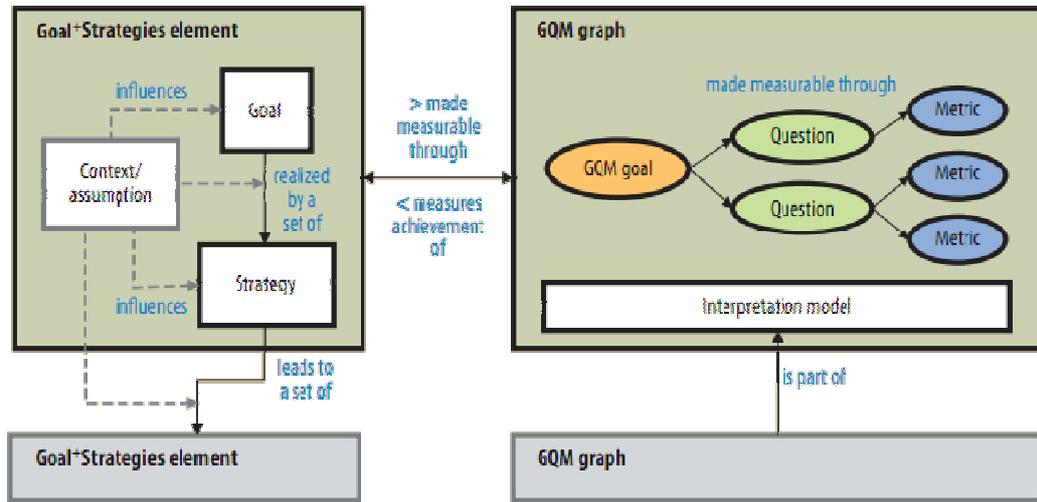


Figura 2-12. Conceptos y relaciones de los componentes de GQM⁺Strategies (tomada de [Basili *et al.*, 2010]).

Los módulos tienen que ver con dos niveles de abstracción distintos:

1. Elemento de GQM⁺Strategies (*Goal+Strategies element*) que involucra los conceptos pertenecientes a GQM⁺Strategies. Este componente incluye un objetivo simple (*Goal*) y las tácticas (*Strategy*) derivadas, como así también toda la información de contexto y las suposiciones (*Context/assumption*) que explican cómo los objetivos y las tácticas se enlazan.
2. Grafo GQM (*GQM graph*) que involucra los conceptos pertenecientes al primer enfoque de GQM. Este segundo componente refleja un objetivo GQM simple, las preguntas (*Question*), métricas (*Metric*) correspondientes y un modelo de interpretación (*Interpretation model*). Este modelo permite la interpretación de los datos para determinar si los objetivos han sido alcanzados.

Entre ambos componentes se puede ver una relación bidireccional, por lo que un Elemento Goal⁺Strategies es medible por medio de un grafo GQM y a su vez el grafo GQM mide el logro de un Elemento Goal⁺Strategies.

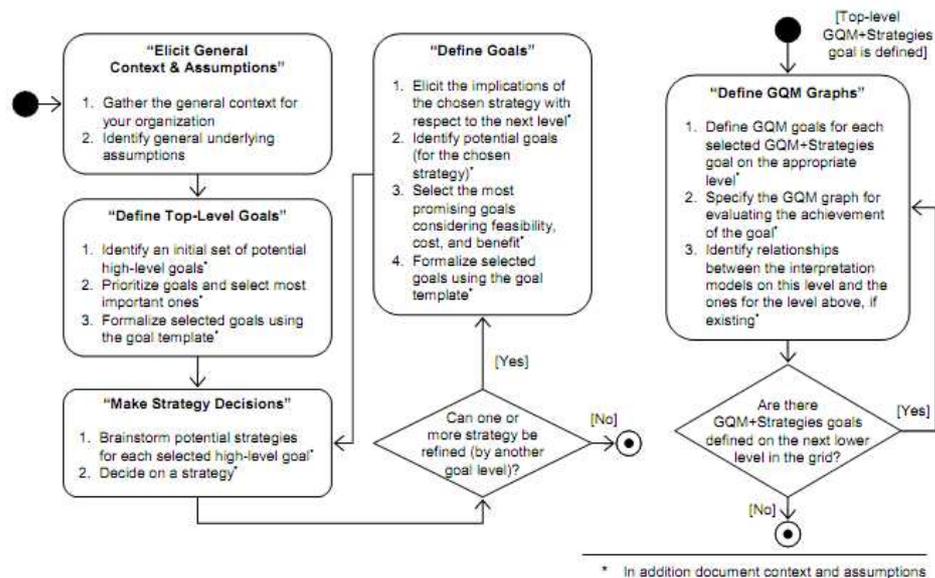


Figura 2-13. Proceso de derivación de la grilla GQM⁺Strategies (obtenido de [Basili *et al.*, 2009]).

Con respecto a su proceso, los autores especifican dos procesos principales (ver Figura 2-13):

1) Relacionar los objetivos de negocio de alto nivel a objetivos más operativos, mediante el uso de escenarios y estrategias (tácticas); que involucra cuatro actividades:

1. *Elicitar suposiciones y contexto en general (Elicit General Context & Assumptions)*. 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: *Definir factores de contexto de la organización* y *Documentar los supuestos subyacentes que llevan a los objetivos empresariales*.
2. *Definir objetivos de alto nivel (Define Top-Level Goals)*. Esta actividad permite 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*, segundo *Priorizar los objetivos* y por último, *Formalizar los objetivos*.
3. *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, una es *Identificar la lista de las estrategias potenciales* y la otra *Seleccionar la estrategia más prometedora*.
4. *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. Esta actividad está compuesta por cuatro tareas: *Elicitar las implicaciones de las estrategias de alto nivel elegidas con respecto los objetivos de más bajo nivel*, *Identificar objetivos de más bajo nivel*, *Seleccionar el objetivo más prometedor* y *Formalizar los objetivos de bajo nivel*.

2) Relacionar objetivos de medición con preguntas, y éstas, con sus métricas. El objetivo de este proceso es desarrollar un *plan de medición* que permita evaluar el logro de los objetivos y las estrategias. Este proceso involucra las siguientes actividades:

1. *Identificar objetivos de medición potenciales* cuyo objetivo es formalizar los objetivos de medición y permitir la definición del objeto de medición, el propósito, el aspecto de calidad, el punto de vista y el contexto. Para cumplir con lo previsto utiliza una plantilla.
2. *Determinar las preguntas, métricas, criterios de evaluación y modelos de interpretación*. En primer lugar, 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 al logro de los objetivos designados y a la evaluación de las estrategias implementadas.

3. *Identificar relaciones entre los modelos de interpretación.* La finalidad es utilizar la información del nivel actual para extender y mejorar significativamente los modelos de interpretación de los niveles superiores.

Luego de estas dos actividades resta implementar el programa de medición. Que se realiza llevando a cabo cuatro actividades, a saber:

1. *Instrumentar la medición*, la cual tiene como objetivo operacionalizar la medición. Las tareas que generalmente incluyen son crear el *plan de medición* y preparar las *herramientas de recolección de datos*.
2. *Recolectar y validar datos*, la cual tiene como objetivo asegurar un correcto análisis e interpretación basado en datos válidos. Por este motivo, la recolección de los datos debe ir acompañada de la validación de los mismos. 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.
3. *Analizar, visualizar e interpretar los datos*, cuyo objetivo es realizar estadísticas descriptivas para 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.
4. *Gestionar el programa de medición*, la cual tiene como objetivo garantizar que la medición sea efectiva. Como cualquier otro proceso de ingeniería, la medición 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*, la cual 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*, la cual 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*, cuyo objetivo es 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.

Como el lector pudo observar, el detalle del proceso posee dos partes bien distintivas. La primera 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. Como así también, implementar el programa de medición. Este proceso es el documentado en la bibliografía perteneciente a GQM.

En la literatura de dominio público revisada no se menciona ninguna metodología para GQM+Strategies, mientras que el enfoque GQM define explícitamente una, que cubre las fases de planificación, definición, recolección de datos e interpretación (ver Figura 2-14).

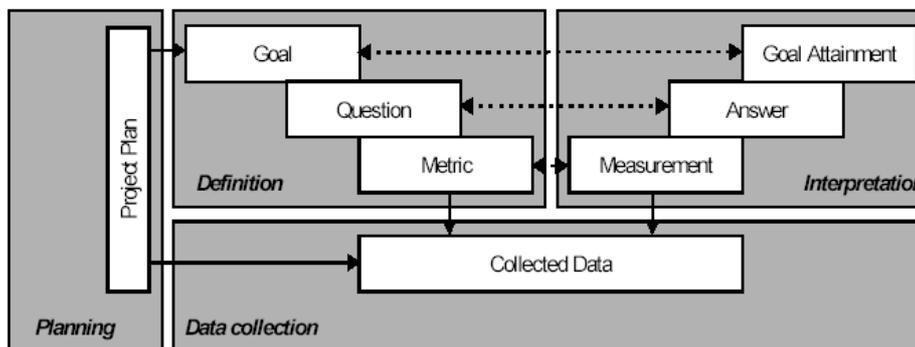


Figura 2-14. Fases de la Metodología GQM (obtenido de [Solingen *et al.*, 1999]).

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.

Las diferentes actividades del proceso están soportadas por diferentes métodos, como pueden ser entrevistas, cuestionarios, sesiones grupales de trabajo, revisiones formales, presentaciones, tormenta de ideas, entre otros.

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 [Solingen *et al.*, 1999].

En [Solingen *et al.*, 1999] se describen las características de una herramienta que es configurable para cada programa de medición en una organización. La herramienta puede verse como un Sistema de Soporte a la Medición (MSS, por sus siglas en inglés) que 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 [Solingen *et al.*, 1999] se encuentra una descripción detallada de la funcionalidad requerida y una posible arquitectura.

En [Fuggetta *et al.*, 1998] y [Lavazza, 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.

Como se comentó al iniciar la sección 2.3., si el lector desea obtener una descripción más pormenorizada de GQM*Strategies puede dirigirse a la sección 4.2. del capítulo 4 de [Papa, 2012-2].



Diseño e Implementación del Estudio Comparativo

En el capítulo 2 se justificó la necesidad de contar con una estrategia integrada de M&E que brinde soporte a procesos de aseguramiento de calidad en las organizaciones de software. Además, se indicó que para comprender el estado actual de este recurso –y potencialmente mejorarlo- es necesario diseñar y ejecutar su evaluación. En este capítulo se presenta el diseño (sección 3.1.) y la implementación (sección 3.2.) de la evaluación que permite comprender y comparar distintas estrategias integradas de M&E (recordar Figura 1-15) tomando a su vez como guía de medición y evaluación a GOCAME (introducida en la sección 2.3.1.).

En el capítulo siguiente, se presenta el análisis surgido de la observación de los valores de los indicadores y de los datos medidos junto con las recomendaciones de mejora (sección 4.1.). Por lo que, el presente capítulo es el fundamento para poder discutir fortalezas y debilidades de cada una de las estrategias involucradas en el estudio.

3.1. Diseño del Estudio Comparativo

El foco principal del estudio comparativo es evaluar la calidad de las capacidades de una estrategia de M&E teniendo en cuenta los tres principios o fundamentos discutidos anteriormente (sección 2.1.). El concepto foco de la evaluación es Calidad de las Capacidades (Capability Quality) y se definió como *“el grado en que un recurso es adecuado y apropiado para soportar y realizar acciones cuando es usado bajo condiciones específicas”*.

Teniendo en mente el foco del estudio, en la sección 3.1.1. se detallan los requerimientos no funcionales especificando la necesidad de información, el contexto, el árbol de requerimientos y definiendo los conceptos y atributos utilizados. Luego en la sección 3.1.2. se detalla el diseño de la medición especificando el conjunto de métricas, directas e indirectas, que cuantifican los atributos. En la sección 3.1.3. 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. La Figura 3-1 resalta las actividades de GOCAME llevadas a cabo durante el diseño del estudio comparativo. Cabe notar que lo presentado en esta sección (3.1.) fue publicado en [Papa *et al.*, 2010] y [Olsina *et al.*, 2011].

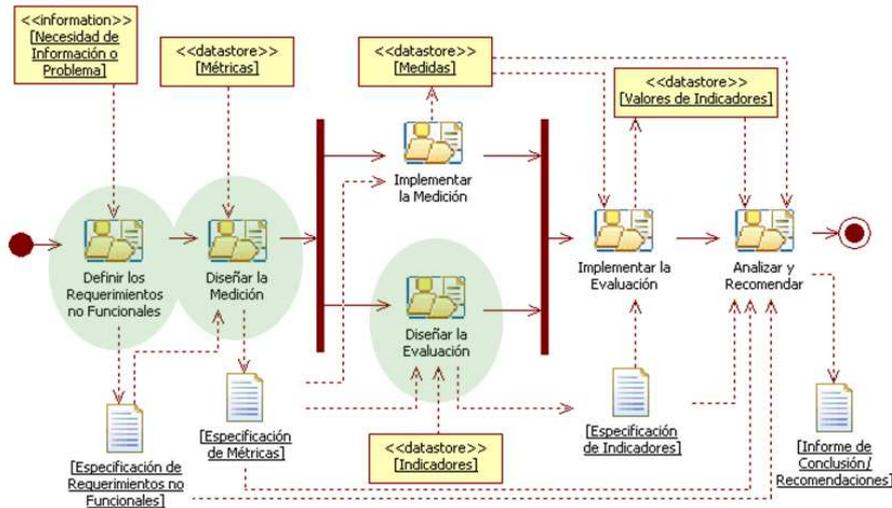


Figura 3-1. Actividades de GOCAME llevadas a cabo durante el diseño del estudio comparativo.

3.1.1. Diseño de los Requerimientos No Funcionales

Según el proceso definido en GOCAME la primera actividad a realizar es *Definir los Requerimientos no Funcionales* (Figura 3-1). Dicha actividad está compuesta por tres subactividades, a saber: *Establecer la Necesidad de Información*, *Especificar el Contexto* y *Seleccionar un Modelo de Concepto*. En el modelo de procesos, mostrado en la Figura 3-2, se puede apreciar desde un punto de vista funcional y de comportamiento dichas actividades junto con sus productos de trabajo.



Figura 3-2. Flujo de actividades: *Definir los Requerimientos no Funcionales*.

Al finalizar las actividades descriptas se obtiene como salida un documento estructurado con la especificación de los requerimientos no funcionales que contiene:

- La especificación de la necesidad de información donde se define el propósito, el punto de vista de usuario, la categoría de la entidad a evaluar y el foco de la evaluación. Opcionalmente puede indicar el o los entes a evaluar.
- La especificación del contexto (opcional).
- La especificación del árbol de requerimientos, instanciado a partir del concepto foco descrito en la especificación de la necesidad de información.

Como resultado de la ejecución de la primera actividad (*Establecer la Necesidad de Información*) se precisó la necesidad de información (ver Tabla 3-1) 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 M&E” que a su vez pertenece a la supercategoría “recurso”. La necesidad de información fue definida según los atributos presentes en el marco conceptual C-INCAMI detallado en la sección 2.3.1.

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>
Supercategoría:	<i>Recurso</i>
Entidad concreta:	<i>GQM⁺ Strategies</i> <i>GOCAME</i>
Foco:	<i>Calidad de las Capacidades</i>

Tabla 3-1. Definición de la necesidad de información.

Como se enunció en el capítulo introductorio, la motivación de esta investigación fue impulsada por el objetivo de mejorar la calidad de la estrategia integrada GOCAME mediante la comparación con las fortalezas de otras estrategias de M&E integradas teniendo en cuenta los tres principios o fundamentos enunciados. Para poder llevar a cabo la mejora de GOCAME es necesario, en primer lugar, comprender la calidad actual de cada una de las estrategias que participan en el estudio para luego poder realizar una comparación. Por lo que, el propósito de la necesidad de información –en esta primera instancia del estudio, se determinó como *comprender y comparar*. Sólo a efectos ilustrativos “predecir”, “mejorar”, “controlar” son otros posibles propósitos.

Para el propósito u objetivo de este estudio es apropiado que la evaluación se realice desde el punto de vista del *líder de aseguramiento de la calidad*. Dicho líder es la persona responsable del 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 y evaluación. Otros ejemplos de puntos de vista posibles son “desarrollador”, “usuario final”, etc.

Con respecto a la categoría de entidad a evaluar, el objeto del caso de estudio son las *estrategias integradas de medición y evaluación*. Se considera tales estrategias como un *recurso* del proyecto, desde el punto de vista del ente a valorar. Un recurso es un elemento (método, herramienta o agente) que está asignado a una tarea para que pueda ser ejecutada (ver Figura 2-5 donde se muestra el modelo conceptual para el dominio de procesos). En el caso particular de una estrategia integrada de M&E se considera que es el método que indica la manera de implementar un programa de M&E de software desde el área de aseguramiento de la calidad.

El concepto calculable de más alto nivel (foco, según la Tabla 3-1) es *Calidad de las Capacidades*. El foco fue definido¹⁶ 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, 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).

La actividad *Especificar el Contexto*, aunque es opcional (ver Figura 3-2), fue realizada. En el caso particular de este estudio se consideró que las propiedades relevantes de contexto respecto de la necesidad de información especificada son:

- a) el “*ambiente de aplicación*”,
- b) las “*estrategias de M&E documentadas en estándares*”,

¹⁶ Como el lector podrá apreciar en las definiciones de los conceptos y subconceptos que forman el árbol de requerimientos se trató de que dichas definiciones adhiran a las definiciones de las características presentadas en la [ISO/IEC 9126-1, 2001].

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

Se consideran estas propiedades relevantes debido a que:

- a) dependiendo de su ambiente de aplicación una estrategia puede ser aplicada en la industria y/o en el ámbito académico,
- b) que una estrategia esté documentada en un estándar internacional confiere prestigio y garantiza que su correcta aplicación trae beneficios que han sido comprobados,
- c) la disponibilidad de la documentación es fundamental para el desarrollo del estudio comparativo, y
- d) es de interés 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. Recordar la Figura 2-8 donde se modela en el marco conceptual a una propiedad de contexto como a un atributo que es cuantificado por una métrica (Figura 2-9). Al finalizar esta actividad, en el caso analizado se obtuvo para cada propiedad su valor, a saber:

- a) “**ambiente de aplicación**” → “*ambiente académico e industrial.*”
- b) “**estrategias de M&E documentadas en estándares**” → “*documentación de estrategias de M&E disponible en estándares, y opcionalmente documentación no presente en estándares.*”
- c) “**disponibilidad de documentación**” → “*documentación pública de acceso libre, en idioma inglés y disponibles en librerías digitales de visibilidad reconocida.*”
- d) “**nivel de integración a nivel de proyecto de las características: base/marco conceptual, proceso y métodos/técnicas**” → “*con cumplimiento simultáneo.*”¹⁷

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 3-2) teniendo en cuenta el concepto foco que es Calidad de las Capacidades. En la literatura se pueden encontrar diferentes modelos de conceptos que permiten evaluar la calidad de distintas entidades relacionadas con el software, como por ejemplo productos, recursos y procesos. Estos modelos ayudan a la caracterización y evaluación de la calidad ofreciendo una definición más operacional, donde la calidad se conforma de un conjunto de conceptos y subconceptos relacionados, generalmente, de forma jerárquica. Recordar las definiciones de modelo de conceptos y árbol de requerimiento dadas en la Tabla 2-5. Algunos de los modelos de calidad que se pueden encontrar en la bibliografía son:

- **Modelo de McCall** [McCall et al., 1977]. Este modelo describe la calidad de software como un concepto elaborado mediante relaciones jerárquicas entre factores de calidad, en base a criterios y métricas de calidad. Los factores de calidad se concentran en tres aspectos importantes de un producto de software: características operativas, capacidad de cambios y adaptabilidad a nuevos entornos. Los factores de calidad están relacionados a Correctitud, Confiabilidad, Eficiencia, Integridad, Usabilidad, Mantenibilidad, Capacidad de Prueba, Flexibilidad, Portabilidad, Reusabilidad e Interoperabilidad.

¹⁷ Con cumplimiento simultáneo se quiere 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. Recordar que este criterio fue uno de los utilizados al momento de seleccionar las entidades a evaluar.

- *Modelo de Dromey* [Dromey, 1996]. El autor propone un marco de referencia para la construcción de modelos de calidad, basado en cómo las propiedades medibles de un producto de software pueden afectar los atributos de calidad generales. Para la construcción de los modelos sugiere el uso de cuatro categorías que implican propiedades de calidad, que son: Correctitud, Internas, Contextuales y Descriptivas. Para ejemplificar el procedimiento propuesto el autor construye un modelo de calidad de implementación, un modelo de calidad de requerimientos y un modelo de calidad de diseño.
- *Modelo FURPS* [Grady *et al.*, 1987]. Este modelo desarrolla un conjunto de factores de calidad de software, bajo el acrónimo de FURPS: Funcionalidad (Functionality), Usabilidad (Usability), Confiabilidad (Reliability), Desempeño (Performance) y Capacidad de Soporte (Supportability).
- *Modelo ISO/IEC 9126*. El estándar [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. El estándar provee: 1) un modelo para calidad interna y externa basado en características tales como Funcionalidad, Confiabilidad, Usabilidad, Eficiencia, Mantenibilidad y Portabilidad; y 2) un modelo de calidad en uso basado en características tales como Eficiencia, Productividad, Seguridad y Satisfacción.
- *ISO/IEC 25000*. Específicamente *el estándar [ISO/IEC 25010, 2011]* presenta modelos de calidad de producto de software y calidad en uso que reemplazan y actualizan a los modelos publicados anteriormente (ISO/IEC 9126-1). El modelo de calidad de producto definido por la ISO/IEC 25010 se encuentra compuesto por ocho características de calidad: Adecuación Funcional, Eficiencia de Desempeño, Compatibilidad, Usabilidad, Fiabilidad, Seguridad, Mantenibilidad y Portabilidad. Mientras que el modelo de calidad en uso se encuentra definido por cinco características: Efectividad, Productividad, Seguridad, Satisfacción y Contexto de Uso. A su vez, *el estándar [ISO/IEC 25012, 2008]* define un modelo de calidad de datos compuesto de cinco características consideradas desde dos puntos de vistas: (1) Calidad de datos inherentes que tienen que ver con Precisión, Completitud, Consistencia, Credibilidad y Actualidad; y (2) Calidad de datos dependiente del sistema que se relacionan con Disponibilidad, Portabilidad y Recuperabilidad. Adicionalmente, cada uno de estos puntos de vistas se compone de características tales como Accesibilidad, Conformidad, Confidencialidad, Eficiencia, Precisión, Trazabilidad y Comprensibilidad.
- *Modelo 2Q2U* [Olsina *et al.*, 2012]. El modelo 2Q2U (Quality, Quality in use, actual Usability and User experience) propone un marco de modelado de la calidad, basado en los modelos de la ISO/IEC 25010, que se compone por dos vistas, a saber: Calidad Interna/Externa (EQ) y Calidad en Uso (QinU). Dichas vistas se encuentran relacionadas de la siguiente manera: EQ influye a QinU y a su vez, QinU depende de EQ. Para cada vista propone un modelo de calidad que comparte características y subcaracterísticas con el estándar mencionado. Existen dos versiones de 2Q2U. La versión 1.0. agrega dos características: 1) “information quality” que pertenece al modelo de calidad de EQ; y 2) “learnability in use” que pertenece al modelo de calidad de QinU. Adicionalmente, añade dos nuevos conceptos de alto nivel para el modelo de QinU denominados “actual usability” y “actual user experience”. La versión 2.0. agrega a su versión anterior dos nuevas subcaracterísticas denominadas “communicability” como parte de “actual usability” y “sense of community” como parte de “satisfaction”. Además, renombra la característica “functional suitability” como “functional quality” y reorganiza sus subcaracterísticas. A su vez, elimina dos subcaracterísticas pertenecientes a la característica “information quality” presentes en la versión 1.0. y reformula su definición. Presenta cambios en la definición de “usability” –y algunas de sus subcaracterísticas tal como “learnability”- con el objetivo de clarificar y reducir la ambigüedad presente en la ISO/IEC 25010. Por último, elimina la característica referente al contexto del modelo de calidad en uso de la ISO.

Como el lector puede observar existen varios modelos de calidad que evalúan un producto o sistema software partiendo de distintas características que se consideran determinantes en su calidad. También, existen modelos que miden la calidad en uso del producto e incluso la calidad de sus datos. Según el caso proponen un “modelo de calidad fijo” o “modelo de calidad estándar” donde supone que todos los factores de calidad importantes son un subconjunto de los conceptos considerados en el modelo. En particular, para esta investigación ninguno de estos modelos se consideró adecuado para representar el foco de la necesidad de información que es la *Calidad de las Capacidades* de una estrategia de M&E teniendo en cuenta la calidad obtenida para cada uno de los pilares: modelo conceptual, proceso y métodos/herramientas. Por lo que se tuvo que confeccionar y consensuar un modelo propio de calidad que esté conformado por conceptos, subconceptos y atributos adecuados para la valoración de la calidad presente en cada uno de los tres pilares para luego relacionarlos de manera que cumplan con la necesidad de información planteada.

Los subconceptos o características de más alto nivel asociados a *Calidad de las Capacidades* de una estrategia según se observa en la Figura 3-3 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.).

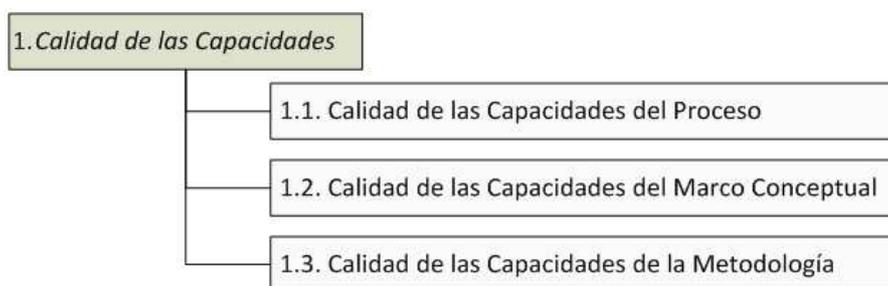


Figura 3-3. Subconceptos de alto nivel asociados al concepto “Calidad de las Capacidades” de una estrategia de M&E.

A continuación en la Tabla 3-2, se definen estos subconceptos según los metadatos especificados en la base conceptual presentada en la sección 2.3.1.

Nombre: <i>Calidad de las Capacidades del Proceso</i>	Código: 1.1.
Definición: El grado en que el proceso es adecuado y apropiado para soportar y realizar las acciones especificadas.	
Nombre: <i>Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual</i>	Código: 1.2.
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.	
Nombre: <i>Calidad de las Capacidades de la Metodología</i>	Código: 1.3.
Definición: El grado en que la metodología es apropiada y adecuada para soportar y realizar las actividades del proceso.	

Tabla 3-2. Subconceptos del concepto calculable “Calidad de las Capacidades”.

Una vez definidos los subconceptos que representan los tres fundamentos que se consideran relevantes para una estrategia de M&E 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 3-3¹⁸.

¹⁸ En este punto se recomienda al lector recurrir a la contratapa de la tesis y retirar la tabla que se encuentra en el sobre. Es conveniente que dicha tabla se conserve a la vista (incluso como marcador) ya que contiene información que frecuentemente será referenciada en el resto de la tesis.

Si se observa la Tabla 3-3 se ve que el subconcepto *Calidad de las Capacidades del Proceso (1.1.)* 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*).

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

Tabla 3-3. Árbol de requerimientos para evaluar la Calidad de las Capacidades de una Estrategia Integrada de M&E.

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 cursivas en la Tabla 3-3 y especificados en la Tabla 3-4. La definición de los mismos está en función de los metadatos especificados en la base conceptual presentada en la sección 2.3.1.

Nombre: *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*

Código: 1.1.1.1.

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.

Nombre: *Completitud de la Descripción de las Actividades*

Código: 1.1.1.2.

Definición: Grado en que las actividades enunciadas están descritas.

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

Nombre: *Granularidad del Proceso*

Código: 1.1.1.3.

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.

Nombre: *Formalidad de la Descripción de las Actividades*

Código: 1.1.1.4.

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.

Nombre: *Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades*

Código: 1.1.1.5.

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

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

Tabla 3-4. Atributos pertenecientes al 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 descritos*” 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.1.4. y Anexo A.1.5.

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, a saber: *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”.

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 3-5 según los metadatos presentados en la sección 2.3.1.

<p>Nombre: Disponibilidad de la Metodología Código: 1.3.1.1. Definición: Disponibilidad de una especificación explícita de la metodología para soportar y realizar las actividades del proceso.</p>
<p>Nombre: Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades Código: 1.3.1.2. Definición: El grado en el cual las actividades enunciadas poseen indicación explícita de un método definido que la soporte.</p>
<p>Nombre: Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología Código: 1.3.1.3. Definición: Indicación explícita de la/s herramienta/s que automatizan a la metodología.</p>

Tabla 3-5. Atributos pertenecientes al concepto calculable “1.3.1.Adecuación de la Metodología”.

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 los Requerimientos no Funcionales* (ver Figura 3-1) 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. La especificación de los requerimientos no funcionales se encuentra documentada en el Anexo A.1. Tener en cuenta que posteriormente a este documento se le deben agregar los atributos relacionados que surgen a partir del diseño de la medición (Anexo A.1.6.).

3.1.2. Diseño de la Medición

Siguiendo el proceso definido en GOCAME, la segunda actividad es *Diseñar la Medición* (ver Figura 3-1), 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 3-4 se muestran las tareas que deben llevarse a cabo para ejecutar dicha actividad. El producto de trabajo que se obtiene luego de ejecutar el diseño de la medición es la especificación de métricas documentado en el Anexo A.2.

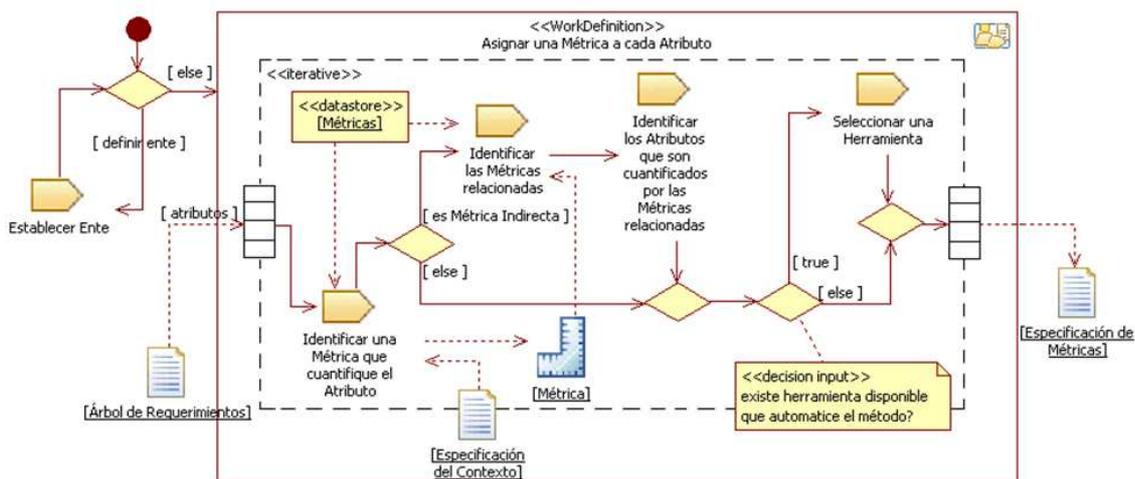


Figura 3-4. Flujo de actividades: *Diseñar la medición*.

Es importante aclarar, 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 [Baffini *et al.*, 2006], donde se define el proceso recomendado 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 nacional e internacional relacionada, no se habían documentado evaluaciones similares en este dominio y para el ente a evaluar.

Según la base conceptual C-INCAMI (Figura 2-9) una métrica está formada por un método¹⁹ y la escala de medición. En caso de que la métrica sea directa el procedimiento es de medición mientras que una métrica indirecta posee un procedimiento 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 las plantillas mostradas en Figura 3-5 a) y b).



Figura 3-5. Plantilla de metadatos de métricas: directa (a), indirecta (b) y tipos de escalas (c).

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 procedimiento 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 3-5 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 2.3.1 (y detallada en [Olsina *et al.*, 2008]).

Entonces, 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

¹⁹ En la nueva base conceptual de GOCAME Versión 2.0. los conceptos método de medición y de cálculo fueron reemplazados por procedimiento de medición y de cálculo, respectivamente. Este cambio surge a partir de la inclusión -por medio de estereotipos- de la base conceptual de proceso presentada en la sección 2.1.2. Por lo tanto, de ahora en adelante se utilizará la palabra procedimiento en lugar de método.

definió un acrónimo conformado por las letras iniciales de cada palabra que se encuentra en su nombre²⁰. Para el ejemplo mostrado en la Tabla 3-6, 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 referirse a una métrica más allá de su nombre. Por cuestiones de legibilidad no se describen todas las métricas en este capítulo, sin embargo en el Anexo A.2. se presenta la especificación de métricas completa.

El primer atributo que se analizó fue *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* y se determinó que lo cuantifica una métrica indirecta que quedó definida en la siguiente tabla (Tabla 3-6). La métrica *Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* al ser indirecta depende de dos métricas directas: *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)* y *Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)* que están definidas en la Tabla 3-7. 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. Además, se determinó que la escala es “Numérica”, “Continua” y la unidad es “Porcentaje”.

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 descriptas con respecto al total de actividades enunciadas.

Referencias:--- **Precisión:** --- **Autor:** Fernanda Papa **Versión:** 0.1

Procedimiento 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

Acrónimo: %

Descripción: Valor que representa una proporción de un todo.

Métricas Relacionadas:

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)

Tabla 3-6. Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.

²⁰ Existen excepciones para aquellas métricas que comienzan con *Número Total* y *Número*, como para las métricas con iniciales iguales. Por ejemplo, la métrica *Número Total de Roles Enunciados* tiene el acrónimo de TRE, mientras que la métrica *Número de Roles en la Vista Organizacional* es #RVO. Para las métricas *Número de Actividades Mínimamente Descriptas* y *Número de Actividades con Método Definido* se optó, para diferenciarlas, por agregar alguna letra intermedia quedando #AMD y #AMeD, respectivamente.

Las dos métricas directas utilizadas, definidas en la Tabla 3-7, cuantifican a los siguientes atributos: *Cantidad de Actividades Enunciadas* y *Cantidad de Actividades Mínimamente Descriptas*. La definición de dichos atributos no fue dada anteriormente porque 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 estas definiciones ver Anexo A.1.6. (atributos relacionados). Es importante aclarar, que las dos métricas directas comparten la misma unidad: “*Actividad*” que posee la siguiente descripción²¹ “*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.”.

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

Procedimiento 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

Procedimiento 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 3-7. Métricas directas necesarias para calcular la métrica correspondiente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.

²¹ Es digno de mencionar, que al momento del diseño del estudio comparativo no se contaba con el modelo conceptual para el dominio de procesos ni la definición explícita de sus términos, uno de los cuales es actividad.

La siguiente métrica que se definió es indirecta y cuantifica al atributo *Complejidad de la Descripción de las Actividades* (ver Tabla 3-8). 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)*. La cual obtiene un valor que varía entre 0 –cuando no existen actividades enunciadas- y 100 –cuando todas las actividades enunciadas se encuentran descriptas completamente-, por lo que su escala es *Númerica* y su unidad es *Porcentaje*. Para definir las métricas directas TAE, #ACD, #APD, #AMD que tienen que ver con la definición textual de las actividades se tuvo en cuenta lo presentado en el capítulo 2 específicamente en la sección 2.1.2.1. donde se indicó que una actividad está descripta completamente cuando presenta su objetivo específico, descripción, precondiciones, postcondiciones, entradas y salidas. Para mayor detalle de las definiciones de las métricas relacionadas, ver Anexo A.2.3.

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: ---

Precisión: ---

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Procedimiento de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCDA

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias: ---

Función:

Nombre: Función GCDA

Especificación:

$$GCDA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow ((\#ACD \times 0,55 + (\#APD - \#ACD) \times 0,35 + (\#AMD - \#APD) \times 0,1) / (TAE \times 0,55)) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

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 3-8. Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.2.Complejidad de la Descripción de las Actividades”.

A continuación, en la Tabla 3-9 se presenta la métrica directa *Grado de Granularidad del Proceso (GPP)* que cuantifica al atributo denominado *Granularidad del Proceso*. Esta métrica a diferencia de las ilustradas anteriormente posee una *Escala Categórica* con cuatro valores permitidos que expresan las siguientes categorías:

- *No existe*
- *Baja*
- *Media*
- *Alta*

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 subprocesos.

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

Referencias: ---

Precisión: ---

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Procedimiento 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 3-9. 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 3-10) 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 #AFD y #ASD que tienen que ver con la formalidad con que las actividades son descriptas se tomó como referencia lo expuesto en el capítulo 2 específicamente en la sección 2.1.2.2. donde se indicaban los distintos grados de formalidad con que una actividad puede ser descripta y los distintos lenguajes de modelado. Para más detalle ver el Anexo A.2.3., mientras que la última métrica fue definida anteriormente (Tabla 3-7).

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

Procedimiento de Cálculo:

Nombre: Determinación de GFDA

Especificación: Aplicar la función relacionada. Referencias: ----

Función:

Nombre: Función GFDA

Especificación:

$$GFDA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow ((\#AFD \times 0,55 + \#ASD \times 0,45) / TAE \times 0,55) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

Número de Actividades Formalmente Descriptas (#AFD)

Número de Actividades Semiformalmente Descriptas (#ASD)

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Tabla 3-10. 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 mostrada en la Tabla 3-11 se basa en las métricas directas *Número de Actividades con Rol Asignado (#ARA)* y *Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)* definidas en el Anexo A.2.

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

Procedimiento 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

Métricas Relacionadas:

Número de Actividades con Rol Asignado (#ARA)

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Tabla 3-11. Métrica indirecta correspondiente al atributo “1.1.1.5.Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades”.

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* cuando se trata de *disponibilidad, completitud y granularidad*.

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 3-3). Cada subcaracterística -una por cada vista, a saber: funcional, informacional, de comportamiento y organizacional-, posee tres atributos con sus respectivas métricas.

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 procedimiento 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 procedimiento de medición ésta métrica posee una escala *Catagórica* 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 procedimiento 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 *Catagórica* cuyos valores son: *No existe, Baja, Media y Alta*.

Para finalizar con el subconcepto 1.1. *Calidad de las Capacidades del Proceso* faltaría revisar el concepto 1.1.4. *Conformidad del Proceso* que está conformado por dos atributos. Uno de ellos denominado 1.1.4.1. *Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual* cuyo objetivo es *“averiguar el grado en que los términos de la descripción de las actividades del proceso están definidos en los conceptos de la base conceptual”* cuantificado por la métrica indirecta denominada *Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual (GCPTBC)* definida en el Anexo A.2. El otro atributo denominado 1.1.4.2. *Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E* está cuantificado por la métrica directa *Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E (GCPEPME)* cuyo objetivo es *“determinar el grado en que el proceso adhiere a un estándar internacional”* y su procedimiento de medición quedó especificado en la Tabla 3-12.

Procedimiento 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=	$\left\{ \begin{array}{l} \text{No Adhiere} \\ \text{Adhiere Parcialmente} \\ \text{Adhiere Totalmente} \end{array} \right.$	→ Si no existe indicación explícita.
		→ Si existe indicación explícita de adherencia parcial.
		→ Si existe indicación explícita de adherencia total.

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

Tipo: Subjetivo

Tabla 3-12. Procedimiento de medición correspondiente a la métrica directa “Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E”.

A continuación, se especifican algunas métricas que cuantifican atributos pertenecientes a subconceptos del concepto calculable *1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual*. La métrica directa *Grado de Modularidad del Marco Conceptual (GMMC)* especificada en la Tabla 3-13 cuantifica al atributo *1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual* y posee una escala *Catagórica*.

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

Procedimiento de Medición:

Nombre: Determinación de GMMC

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

MMC =	{	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 o no posee división de módulos o componentes.

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 3-13. Métrica directa correspondiente al atributo “1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual”.

Con respecto a los atributos que se encuentran relacionados al concepto calculable *1.2.2.Adecuación de la Base Conceptual* se especificaron dos métricas. La primera, es una métrica indirecta que cuantifica al atributo *1.2.2.1.Completitud de la Base Conceptual*. El objetivo de esta métrica es “*cuantificar el número de términos de la base conceptual que se corresponden con términos en un estándar de dominio*”. La especificación completa de esta métrica indirecta y sus métricas relacionadas se encuentra en el Anexo A.2.

El atributo *1.2.2.2.Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual* se encuentra cuantificado por la métrica directa *Grado de Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual (GREBC)* cuyo objetivo es “*determinar el grado de riqueza de la base conceptual desde el punto de vista de su estructuración*”. Para la especificación del procedimiento de medición de esta métrica se consideró lo investigado y documentado en la sección 2.1.1.1 sobre bases conceptuales y sus posibles representaciones, a saber: folksonomías, diccionarios, taxonomías, ontologías, etc. Luego de analizar las diferencias estructurales y de expresividad de cada representación, se decidió que la especificación del procedimiento de medición (mostrada en la Tabla 3-14) se realizaría en base a cuatro niveles de riqueza conceptual que abarcan las posibilidades que van desde que no exista una base conceptual hasta la existencia de una base conceptual definida a partir de una ontología.

Procedimiento 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

Tabla 3-14. Procedimiento de medición de la métrica directa correspondiente al atributo “1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual”.

Adicionalmente, la métrica que cuantifica al atributo *1.2.3.1.Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual* es indirecta y su especificación se presenta en la Tabla 3-15. Las métricas directas utilizadas en su especificación se encuentran definidas en el Anexo A.2.3.

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 (bc) respecto del total de términos definidos en la bc.

Referencias:

Precisión:

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Procedimiento de Cálculo:

Nombre: Determinación de GCMCTBC

Especificación: Aplicar la función relacionada.

Referencias:

Función:

Nombre: GCMCTBC función

Especificación:

GCMCTB	{	Si existe la base conceptual y existe el marco conceptual →
		Si #TBCT = 0 → 0
		Si #TBCT > 0 → (NCTMCBCT / #TBCT) x100
		Sino → 0

Escala Numérica:

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

Métricas Relacionadas:

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

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

Tabla 3-15. Métrica directa correspondiente al atributo “1.2.3.1.Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual”.

Para finalizar con la ilustración de 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 a ejemplificar es directa, se denomina *Grado de Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología (GDHAM)* y cuantifica el atributo *1.3.1.3.Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología*. Su procedimiento 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 1.3.2.1. *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:

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

Donde NCTMBCT es el acrónimo correspondiente a la métrica directa *Nivel de Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica* y #CBCT es el acrónimo de la métrica directa *Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica* especificadas en el Anexo A.2.3.

Para mayor detalle de la definición de las métricas, tanto indirectas como sus directas relacionadas ver el Anexo A.2. La especificación de métricas que es el producto de trabajo que se produce en la fase de diseño de la medición (ver Figura 3-1) 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* que obtiene como resultado la especificación de indicadores.

3.1.3. 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 de los valores obtenidos de la métrica mediante criterios de decisión relacionados a los requerimientos previamente establecidos. Esta nueva variable se denomina *Indicador Elemental*²². Asimismo existen *Indicadores parciales* y *global* que permiten interpretar los requerimientos parciales y global (conceptos calculables o características 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 3-1), 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 características, para finalmente obtener el grado de satisfacción alcanzado en los requerimientos. La Figura 3-6 muestra las actividades que deben realizarse tanto como los productos de trabajo que se obtienen (especificación de indicadores elementales y especificación de indicadores parciales/globales).

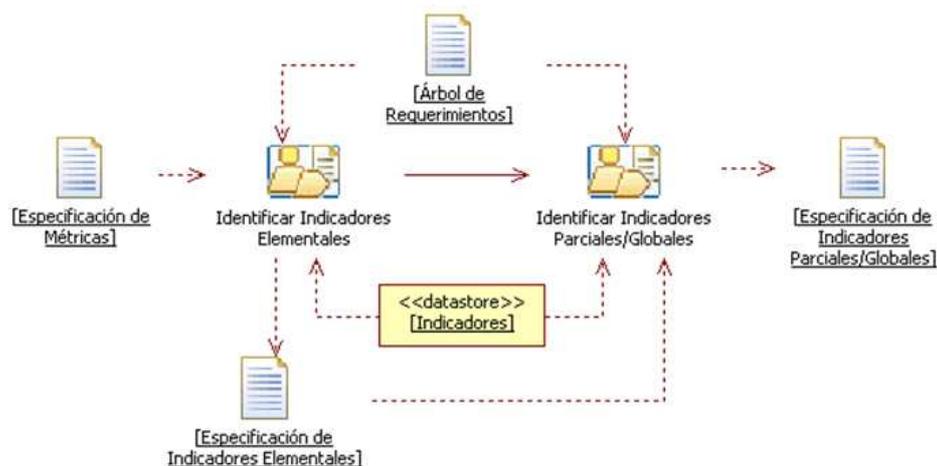


Figura 3-6. Flujo de actividades: *Diseñar la Evaluación*.

²² Recordar los conceptos y definiciones pertenecientes al módulo de Evaluación presentados en la Tabla 2-8.

La primera actividad que se debe llevar a cabo es *Identificar Indicadores Elementales* (ver Figura 3-6). Ésta 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 3-7). Para cada indicador elemental se almacena el nombre, autor, versión, peso, referencia, procedimiento 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 recurrir al Anexo A.3.). 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.

<p>Atributo:</p> <p>Indicador Elemental:</p> <p>Nombre:</p> <p>Autor:</p> <p>Versión:</p> <p>Peso:</p> <p>Referencia:</p> <p>Procedimiento de Cálculo:</p> <p> Nombre:</p> <p> Especificación:</p> <p> Referencias:</p> <p>Modelo Elemental:</p> <p> Nombre:</p> <p> Especificación:</p> <p> Criterio de Decisión / Niveles de Aceptabilidad:</p> <p>Escala:</p>
--

Figura 3-7. Plantilla utilizada para definir los indicadores elementales.

Es importante aclarar que los valores obtenidos a partir del modelo elemental²³ para cada uno de los indicadores serán valores entre 0 y 100. Esto es debido a que el tipo de escala elegida es *Numérica* y su unidad es *Porcentaje* (ver Tabla 3-16). Esta escala es utilizada para todos los valores de indicadores –elementales, parciales y global sin distinción. Por cuestiones de simplicidad dicha escala será definida únicamente aquí.

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

Tabla 3-16. Definición de la escala para los indicadores.

El ejemplo del primer tipo de indicador elemental 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 3-17 el indicador elemental que evalúa el atributo *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* se denominó *Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* y la especificación de su modelo elemental es simplemente la asignación del valor medido (no se realiza cálculo adicional ya que la función que lo determina es lineal $x=y$). Si se recuerda la Tabla 3-6 donde se especificó la métrica que cuantifica a este

²³ Un modelo elemental -según la ontología de métricas e indicadores [Olsina et al., 2008]- es el algoritmo o función con criterios de decisión asociados que modela un indicador elemental.

atributo se puede constatar que presenta una escala *Númerica, Continua*, cuya unidad es *Porcentaje*. Dicha escala concuerda con la especificada en la Tabla 3-16 y es compartida por todos los indicadores²⁴. La especificación de indicadores consta de 15 indicadores que pertenecen a este tipo de mapeo (ver Anexo A.3.2.).

Atributo: *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades (NS_DDA)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0,20

Referencia: ---

Procedimiento 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

Tabla 3-17. Indicador elemental perteneciente al atributo “1.1.1.1.Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.

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 con las mismas excepciones. Este acrónimo ayuda a la identificación del indicador y se ve reflejado en las plantillas al lado del nombre del mismo. El acrónimo para el indicador ejemplificado recientemente denominado *Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* es NS_DDA.

Gráficamente el modelo elemental se muestra en la Figura 3-8. El eje de abscisas representa el valor obtenido en la medición mientras que el eje de ordenadas representa el valor de indicador al cual se mapea. Se utilizaron los tres colores (rojo, amarillo y verde) para dar una idea acerca de su relación con el criterio de decisión definido más adelante.

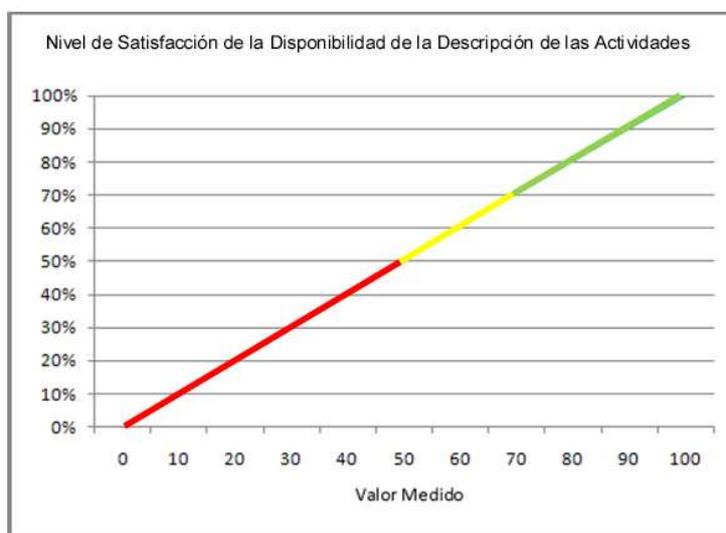


Figura 3-8. Gráfico del modelo elemental del indicador “Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades”.

²⁴ Tanto la escala como el criterio de decisión –definido más adelante- son compartidos por todos los indicadores por lo que se especificaron una única vez y se omitieron en las plantillas de definición de indicadores de este Capítulo y del Anexo A.3.

Por último, el segundo conjunto de indicadores es del tipo de indicador elemental en el cual se 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 del Proceso (NS_GP)*, mostrado en la Tabla 3-18, que evalúa el atributo *1.1.1.3.Granularidad del Proceso*. Para su cálculo se realiza una correspondencia entre los distintos símbolos pertenecientes a los valores permitidos en la definición de la métrica (recordar la Tabla 3-9) y su valor correspondiente en la escala especificada para los indicadores (ver Figura 3-9). La especificación de indicadores consta de 31 indicadores elementales de los cuales 16 pertenecen a este tipo de mapeo (ver Anexo A.3.2.).

Atributo: *Granularidad del Proceso*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso (NS_GP)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0,20

Referencia: ---

Procedimiento de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_GP

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_GP

Especificación:

NS_GP=	{	No Existe	→0%
		Baja	→30%
		Media	→70%
		Alta	→100%

Tabla 3-18. Definición del indicador elemental perteneciente al atributo “1.1.1.3. Granularidad del Proceso”.

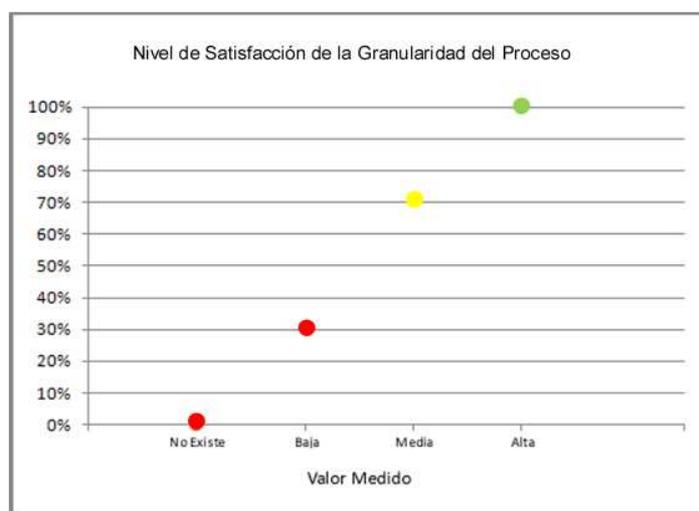


Figura 3-9. Gráfico del modelo elemental del indicador “Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso”.

La próxima actividad que se debe llevar a cabo es *Identificar Indicadores Parciales/Globales* (ver Figura 3-6). Una vez definido cómo se evaluarán los atributos, se debe proceder a definir el indicador global y los indicadores parciales utilizados para evaluar cada uno de los conceptos y subconceptos definidos en la actividad *Definir los Requerimientos no Funcionales*. Se debe dejar claro que la definición del modelo, el procedimiento de cálculo y la escala –recordar Tabla 3-16- fueron establecidos de forma general para todos los indicadores parciales y global.

El Modelo Parcial/Global utilizado está representado por la función o algoritmo mostrado a continuación en la Tabla 3-19, a saber:

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

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 3-19. 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*) [Dujmovic, 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 subcaracterísticas 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 3-10-, además de soportar el problema de modelar requerimientos obligatorios (mandatorios), del que un modelo lineal y aditivo carece.

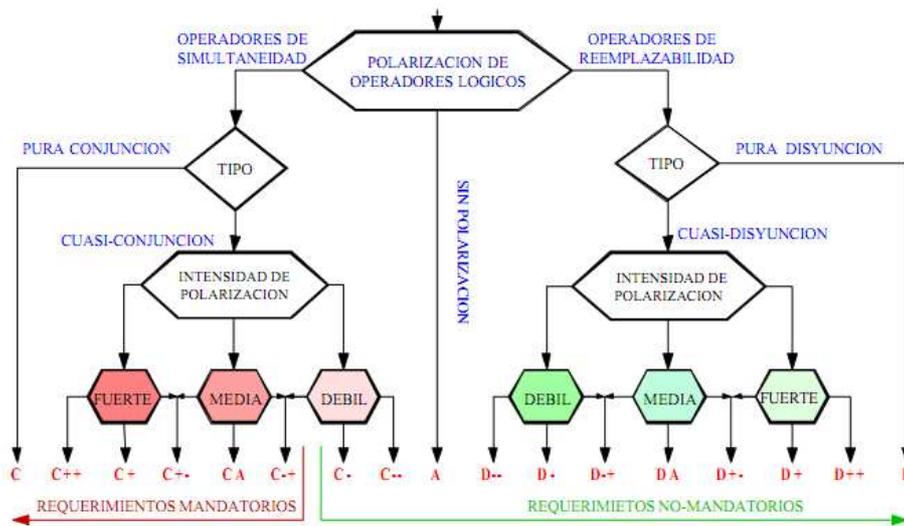


Figura 3-10. Operadores lógicos conjuntivos y disyuntivos de LSP y niveles de polarización.

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 se diseñó donde los valores evaluados oscilan entre 0 y 100 se definen los siguientes criterios de decisión: si $X < 50$, el grado de satisfacción es insatisfactorio; si $50 \leq X < 75$, el grado de satisfacción es marginal; y si $X \geq 75$, el grado de satisfacción es satisfactorio. De esta forma se indica que se definieron tres criterios 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 3-20 se muestra la especificación del Criterio de Decisión²⁵ en forma textual y gráfica.

Criterio de Decisión / Niveles de Aceptabilidad:

- Si $00 \leq x < 50$: “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.



Tabla 3-20. Definición de los criterios de decisión utilizados para obtener el grado de satisfacción de los indicadores.

Luego, el procedimiento 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 $IG(r) = (W_1 * I_1^r + W_2 * I_2^r + \dots + W_m * I_m^r)^{1/r}$.

Recordar que la escala asignada a cada uno de los indicadores parciales/global fue la definida en Tabla 3-16.

Lo que resta es, para el indicador global y cada uno de los indicadores parciales, *Asignar valores a los parámetros del Modelo* utilizado. Dada la función establecida como modelo parcial/global (ver Tabla 3-19) 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 valor²⁶ 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 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 3-10 muestra un modelo de 17 niveles de operadores o conectores lógicos utilizados para la determinación del

²⁵ Un criterio de decisión según [Olsina et al., 2008] se puede definir como sigue: umbral, objetivos, o patrones usados para determinar la necesidad de actuar o investigar, o para describir el nivel de confianza en un resultado dado.

²⁶ Los distintos valores de r , dependiente del tipo de operador y la cantidad de entradas, se encuentran tabulados en [Dujmovic, 1996] y en el presente trabajo son mostrados en la Figura 3-17.

parámetro r que debe ser determinado para cada concepto calculable del árbol de requerimientos definido en la actividad *Definir Requerimientos no Funcionales*.

En el caso de estudio, se utilizaron cuatro operadores: A, C-, C-- y DA (ver Tabla 3-21). 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 1.1.1. *Adecuación de las Actividades* donde se pretende que exista *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*, *Completitud de la Descripción de las Actividades*, *Granularidad del Proceso*, *Formalidad de la Descripción de las Actividades* y *Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades* pero en el caso de que alguno falte no se castigará demasiado el resultado.

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. <i>Disponibilidad de la Descripción de las Actividades</i>	0,3	
1.1.1.2. <i>Completitud de la Descripción de las Actividades</i>	0,2	
1.1.1.3. <i>Granularidad del Proceso</i>	0,2	
1.1.1.4. <i>Formalidad de la Descripción de las Actividades</i>	0,2	
1.1.1.5. <i>Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades</i>	0,1	
1.1.2. Adecuación de los Artefactos	0,1	A
1.1.2.1. <i>Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos</i>	0,5	
1.1.2.2. <i>Completitud de la Descripción de los Artefactos</i>	0,4	
1.1.2.3. <i>Granularidad de los Artefactos</i>	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. <i>Disponibilidad de la Vista Funcional</i>	0,3	
1.1.3.1.2. <i>Completitud de la Vista Funcional</i>	0,3	
1.1.3.1.3. <i>Granularidad de la Vista Funcional</i>	0,4	
1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional	0,25	A
1.1.3.2.1. <i>Disponibilidad de la Vista Informacional</i>	0,4	
1.1.3.2.2. <i>Completitud de la Vista Informacional</i>	0,4	
1.1.3.2.3. <i>Granularidad de la Vista Informacional</i>	0,2	
1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento	0,3	A
1.1.3.3.1. <i>Disponibilidad de la Vista de Comportamiento</i>	0,3	
1.1.3.3.2. <i>Completitud de la Vista de Comportamiento</i>	0,3	
1.1.3.3.3. <i>Granularidad de la Vista de Comportamiento</i>	0,4	
1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional	0,15	A
1.1.3.4.1. <i>Disponibilidad de la Vista Organizacional</i>	0,4	
1.1.3.4.2. <i>Completitud de la Vista Organizacional</i>	0,4	
1.1.3.4.3. <i>Granularidad de la Vista Organizacional</i>	0,2	
1.1.4. Conformidad del Proceso	0,35	A
1.1.4.1. <i>Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual</i>	0,8	
1.1.4.2. <i>Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E</i>	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. <i>Modularidad del Marco Conceptual</i>	0,5	
1.2.1.2. <i>Formalidad del Modelado del Marco Conceptual</i>	0,5	
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual	0,4	A
1.2.2.1. <i>Completitud de la Base Conceptual</i>	0,4	
1.2.2.2. <i>Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual</i>	0,6	
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual	0,3	A
1.2.3.1. <i>Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la BC.</i>	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. <i>Disponibilidad de la Metodología</i>	0,4	
1.3.1.2. <i>Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades</i>	0,4	
1.3.1.3. <i>Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología</i>	0,2	
1.3.2. Conformidad de la Metodología	0,6	A
1.3.2.1. <i>Conformidad de la Metodología a la Terminología de la BC.</i>	1	

Tabla 3-21. Definición de operadores lógicos y pesos para cada concepto del árbol de requerimientos.

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 y en consecuencia 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. 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 incrementará el valor del indicador. La Tabla 3-21 permite visualizar gráficamente la asignación de los operadores lógicos y los pesos utilizados.

Al finalizar el proceso de *Diseñar la Evaluación* (ver Figura 3-1), como artefacto de salida se obtiene un documento con la especificación de los distintos indicadores elementales, parciales y global, 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. El Anexo A.3. presenta la especificación de indicadores.

3.2.Implementación del Estudio Comparativo

En la sección anterior se presentó el diseño de la evaluación que permite comprender y comparar distintas estrategias integradas de M&E. Para realizar la comparación es necesario contar con los valores de los indicadores para lo cual hay que llevar a cabo las tareas de medición (sección 3.2.1.) y evaluación (sección 3.2.2.) resaltadas en la Figura 3-11.

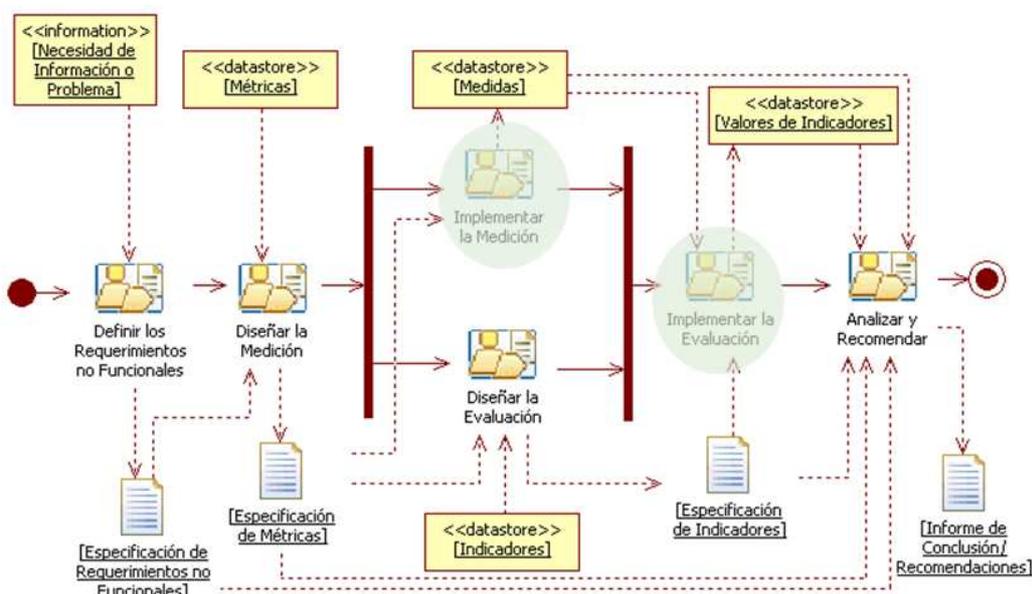


Figura 3-11. Actividades de GOCAME llevadas a cabo durante la implementación del estudio comparativo.

Como se puede apreciar en la Figura 3-11 son requeridos los productos de trabajos obtenidos en el proceso de diseño, a saber: especificación de requerimientos no funcionales, especificación de métricas y especificación de indicadores (documentados en la sección 3.1.). Como salida de estos subprocesos se obtienen las medidas (como resultado de la medición) y los valores de los indicadores (como resultado de la evaluación). Ambos resultados quedan almacenados en sendos repositorios (estereotipados como

<<datastore>>). Notar que lo documentado en esta sección fue publicado en [Papa *et al.*, 2012], [Papa *et al.*, 2011] y [Olsina *et al.*, 2011].

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 4.1.). Por lo que, este capítulo es el fundamento para poder discutir fortalezas y debilidades (sección 4.2.) de cada una de las estrategias involucradas en el estudio.

3.2.1. Implementación de la Medición

Una vez diseñada la medición y la evaluación es necesario, como primer paso, ejecutar el proceso de medición. Precisamente, *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 procedimientos de medición y/o cálculo. Cabe destacar que esta actividad se desarrolló entre septiembre y diciembre del 2010 y la recolección de los datos de la medición se realizó sobre material publicado y accesible (libros, artículos científicos, tesis de postgrado, etc.) referente a ambas estrategias de M&E. Se seleccionaron aquellos documentos que satisfacían los criterios listados en la sección 2.2.

El proceso de *Implementar la Medición* consta de dos actividades, a saber: (1) *Establecer ente*; y (2) *Medir los Atributos* modelados en la Figura 3-12. La selección de las entidades a evaluar se había realizado con anterioridad –en el momento de la revisión de la literatura de M&E y fueron establecidas al *Definir los Requerimientos no Funcionales*- quedando definidas para formar parte del estudio las estrategias GOCAME y GQM⁺Strategies.



Figura 3-12. Flujo de actividades: *Implementar la Medición*.

La siguiente actividad a desarrollar es *Medir los Atributos* (ver Figura 3-12) 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 (Anexo A.2.3.). Recordar que una métrica indica cómo debe obtenerse el valor del atributo que cuantifica.

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)*. Para obtener los valores medidos de cada uno de estos atributos relacionados en ambas entidades, es necesario recurrir a la especificación de las métricas que los cuantifican y enfocarse, especialmente, en la definición de su procedimiento de medición. Por ejemplo, la métrica *Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)* define la especificación de su procedimiento de medición de la siguiente manera:

“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.”

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

Teniendo en cuenta la definición del procedimiento de medición y la documentación de las entidades a evaluar, se obtuvo que el valor medido perteneciente al atributo *Actividades Mínimamente Descriptas* fue de 15 actividades para GOCAME y 25 actividades para GQM⁺Strategies. De manera análoga se obtuvieron los valores medidos a partir del resto de las métricas directas relacionadas a la métrica indirecta *Grado de Completitud de la Descripción de las Actividades (GCDA)* que se quiere calcular. Los resultados de la medición son mostrados en la Tabla 3-22 y en el Anexo A.2.3. se pueden explorar los procedimientos de medición utilizados para su obtención.

		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 3-22. Valores medidos para TAE, #AMD, #APD y #ACD.

Con la cuantificación de estos atributos se pueden calcular los valores de los atributos *1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* y *1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades*. Por ejemplo, el valor del atributo *1.1.1.1* se obtiene a partir del procedimiento 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 resultado obtenido de aplicar 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.

De manera similar se puede calcular el valor del atributo *1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades* cuyo procedimiento de cálculo esta especificado como sigue:

$$GCDA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow ((\#ACD \times 0,55 + (\#APD - \#ACD) \times 0,35 + (\#AMD - \#APD) \times 0,1) / (TAE \times 0,55)) \times 100 \end{cases}$$

Donde GCDA es el valor obtenido para la métrica *Grado de Completitud de la Descripción de las Actividades*. Para la estrategia GOCAME el valor de GCDA es 15,47 debido a que TAE es 47 y es mayor a cero por lo que se computa:

$$((0 \times 0,55 + (10 - 0) \times 0,35 + (15 - 10) \times 0,1) / (47 \times 0,55)) \times 100$$

Para la estrategia para GQM⁺Strategies el valor de GCDA es 14,40 debido a que TAE es 101 y es mayor a cero por lo que se computa:

$$((0 \times 0,55 + (22 - 0) \times 0,35 + (25 - 22) \times 0,1) / (101 \times 0,55)) \times 100$$

En la Tabla 3-23 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	GCDA	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 3-23. Valores obtenidos para los atributos GDDA, GCDA, GGP, GFDA y GDARA.

Todas las métricas utilizadas para la obtención de estos valores medidos excepto, *Grado de Granularidad del Proceso (GGP)*, son métricas indirectas cuyas definiciones detalladas se pueden ver en el Anexo A.2.2. En el caso de la métrica directa que cuantifica al atributo 1.1.1.3. *Granularidad del Proceso* su procedimiento 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 procedimiento de medición es subjetivo y no depende de ningún otro atributo relacionado. Posee una *Escala Categórica* con cuatro valores, a saber: 1) *No existe*; 2) *Baja*; 3) *Media*; y 4) *Alta*.

Otro ejemplo que se puede mencionar es 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*). Para la obtención del valor de la métrica indirecta *Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual* se necesita medir dos atributos mediante métricas directas. La primera métrica se denomina *Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica (#CBCT)* y la otra se llama *Nivel de Correspondencia entre la Descripción del Proceso y la Base Conceptual (NCDPBC)* cuyos valores están expresados en la Tabla 3-24.

		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 3-24. Valores medidos para los atributos NCDPBC y #CBCT.

Con la cuantificación de estos atributos se puede calcular el valor de la métrica indirecta asociada al atributo *Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual*. La especificación de la función de su procedimiento de cálculo es:

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

Si se reemplazan los valores en la especificación de la función 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 (ver Tabla 3-25).

		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 3-25. Valores obtenidos para los atributos GCPTBC y GCPEPME.

Por último, la métrica directa *Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E (GCPEPME)* en la especificación de su procedimiento de medición indica:

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.

El resultado de la medición a partir de la métrica directa *Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E* es Adhiere Parcialmente para GOCAME y de No Adhiere para GQM⁺Strategies (ver Tabla 3-25).

De este modo se fueron cuantificando todos los atributos pertenecientes a la subcaracterística *1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso*. Dichos valores fueron obtenidos a partir de la lectura y análisis de las siguientes fuentes bibliográficas [Becker *et al.*, 2010-1] y [Becker, 2009] para GOCAME y [Basili *et al.*, 2009], [Basili *et al.*, 2007-1] y [Solingen, 1999] para GQM⁺Strategies.

A continuación, se presenta un análisis preliminar que surge de la observación de los valores medidos de cada capacidad. Cabe notar que dicho análisis no reemplaza la actividad *Analizar y Recomendar* (recordar Figura 2-11) propuesta por GOCAME y documentada en el capítulo 4.

La medición de la primera capacidad en GOCAME permitió tener un panorama más acabado de su proceso con lo cual se puede concluir que la estrategia tiene especificado un buen número de actividades y subactividades, algunas de las cuales 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 la sección 2.3.1. y en la presente sección cuando se avanzaba en la ejecución del estudio). Según [Becker, 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 GOCAME. Además, los artefactos fueron nombrados pero raramente se los describe de una manera completa. Por otro lado, si se revisa la literatura, se ve que GOCAME fue robusteciéndose 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 [Becker, 2009] se muestra explícitamente que la definición del proceso muestra apego a los estándares ISO del proceso para evaluadores [ISO/IEC 14598-5, 2001] y del proceso de medición de software [ISO/IEC 15939, 2007].

Por otra parte, 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). GQM⁺Strategies posee algunos roles definidos explícitamente y asignados a actividades. Con respecto a los artefactos utilizados no son descritos completamente pero en general tienen en cuenta su descomposición en sub artefactos. Por otro lado, si se revisa 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.

De manera análoga se obtuvieron el resto de los valores que cuantifican a los atributos relacionados a las dos capacidades restantes *1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* y *1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología*.

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 [Becker, 2009], [Becker et al., 2010], [Olsina, 1998], [Molina et al., 2008], [Olsina et al., 2004], [Martin, 2004] para GOCAME; y [Mandić et al., 2010], [Basili et al., 2010], [Basili et al., 2009], [Basili et al., 2007-1], [Briand et al., 2002], [Briand et al., 1996], [Differding et al., 1996], [Basili et al., 1994] para GQM⁺Strategies.

De la medición de los atributos pertenecientes a esta capacidad se puede concluir que muchos de los conceptos enunciados en la base conceptual de GOCAME son utilizados por los estándares en el área de M&E. 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. Ejemplos de esto, es la definición del término atributo que coincide con la del estándar [ISO/IEC 14598-1, 1999] y la definición de necesidad de información que 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 la ontología de GOCAME) 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 manera específica y explícita de llevar a cabo una 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 se enuncia como criterio de decisión para el indicador. Para ver con mayor detalle la discusión de los distintos términos ver [Martin, 2004] y [Olsina et al., 2004]. 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, los términos de su base conceptual terminológica se corresponden con los específicos y acordados para el dominio de M&E. Adicionalmente, los términos de su base conceptual se encuentran agrupados en un marco conceptual que posee componentes de proyecto, requerimientos no funcionales, contexto, medición y evaluación.

Luego de realizar la medición de la entidad GQM⁺Strategies se puede apreciar que su base conceptual se basa en una lista de términos definidos, en donde sólo el término métrica se corresponde con la terminología específica del dominio de M&E. Esta estrategia presenta un marco conceptual no formal donde describe gráficamente la relación entre los distintos conceptos -respetando en gran medida la terminología definida en su base conceptual. Con respecto a la modularidad del marco conceptual se observa que se divide en dos componentes, poco relacionados a componentes esperables en este dominio como manejo de proyectos, requerimientos no funcionales, medición, evaluación y análisis.

Por último, para obtener los valores referentes a la subcaracterística *1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología* se utilizaron las fuentes bibliográficas [Olsina et al., 2008], [Olsina et al., 2002] para GOCAME y [Mandić et al., 2010], [Basili et al., 2010], [Basili et al., 2009], [Basili et al., 2007-1], [Briand et al., 2002], [Briand et al., 1996], [Differding et al., 1996], [Basili et al., 1994] para GQM⁺Strategies.

Lo que se puede apreciar al medir los atributos asociados a los subconceptos pertenecientes al concepto *Calidad de las Capacidades de la Metodología* es que GOCAME posee la metodología WebQEM que integra la mayoría de las actividades para especificar requerimientos no funcionales, medición y evaluación. Adicionalmente provee soporte tecnológico al proceso de M&E por medio de algunas herramientas (Web-Site MA y C-INCAMI_Tool). Del mismo modo, GQM⁺Strategies documenta una metodología con cuatro fases, distintos métodos para llevar a cabo sus actividades y herramientas o sistemas de soporte para implementar su proceso.

Para ver el detalle de los valores medidos de todas las métricas (directas e indirectas) ir a la sección 1.1. del Capítulo 7. Notar que estas medidas debieron ser adecuadamente almacenadas en un repositorio con el fin de servir como entrada al proceso *Implementar la Evaluación* (ver Figura 3-11), como así también, son útiles al momento de analizar la información obtenida en la evaluación y brindar recomendaciones.

3.2.2. Implementación de la Evaluación

La actividad *Implementar la Evaluación* (modelada en la Figura 3-13) 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 3-11). De esta forma se puede conocer en qué proporción satisfacen los distintos conceptos calculables y atributos los requerimientos establecidos en la necesidad de información.

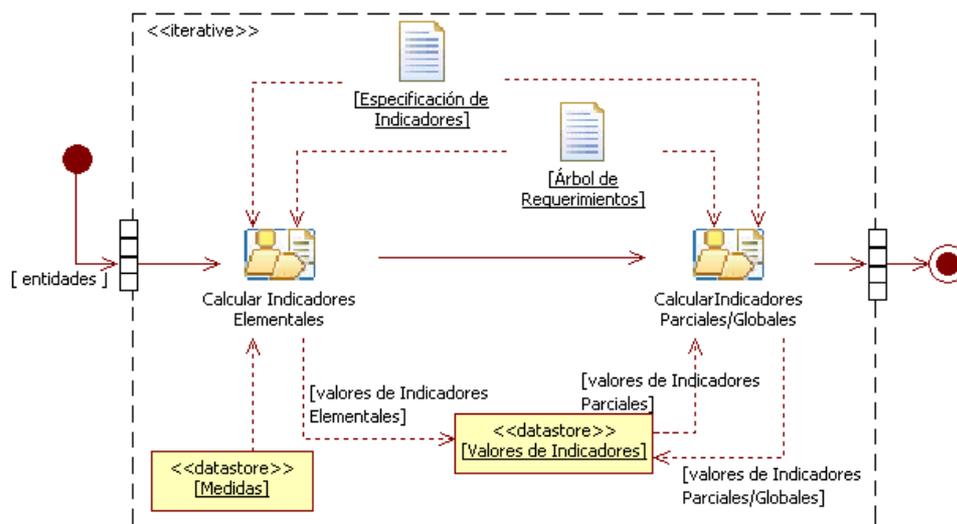


Figura 3-13. Flujo de actividades: *Implementar la Evaluación*.

La primera actividad a realizar es *Calcular Indicadores Elementales* (ver Figura 3-13) para cada una de las entidades. Para cada atributo del árbol de requerimientos, utilizando la herramienta que automatiza el procedimiento de cálculo, o siguiendo la descripción del procedimiento dada en la especificación del indicador se calcularon todos los valores de los indicadores elementales.

A continuación se presenta 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*, y se anexarán algunos más a modo de ejemplo. Para observar los valores medidos recurrir a la Sección 7.1.1.

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 procedimiento de cálculo que indica aplicar el siguiente modelo elemental (recordar Tabla 3-17):

$$NS_DDA = GDDA$$

Si se recuerda la Tabla 3-23, 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 porcentual. Para el caso de GQM+Strategies el valor del indicador es 24,75. Si se toma 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 (ver Figura 3-14).

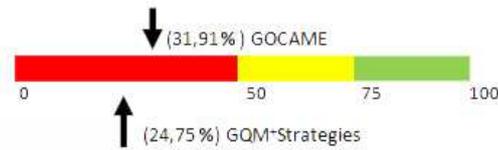


Figura 3-14. Nivel de satisfacción del indicador elemental NS_DDA.

Otro indicador elemental es el que evalúa al atributo *1.1.1.3. Granularidad del Proceso* medido por el *Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso (NS_GP)*. La especificación del modelo elemental de este indicador es la siguiente (para más información ver Tabla 3-18):

$$NS_GP = \begin{cases} \text{No Existe} & \rightarrow 0\% \\ \text{Baja} & \rightarrow 30\% \\ \text{Media} & \rightarrow 70\% \\ \text{Alta} & \rightarrow 100\% \end{cases}$$

El valor medido resultante de aplicar la métrica directa *Grado de Granularidad del Proceso (GGP)* para ambas estrategias es de *Media*. Por lo tanto, aplicando el modelo elemental resulta que el valor de este indicador tanto para GOCAME como para GQM+Strategies es de 70. Según el criterio de decisión el nivel de satisfacción para el atributo *1.1.1.3. Granularidad del Proceso* es para ambas estrategias *marginal*. En ambos casos se requiere acciones de cambio.

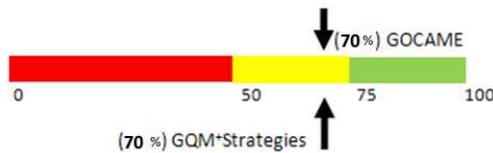


Figura 3-15. Nivel de satisfacción del indicador elemental NS_GP.

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*. En este caso sólo se necesita saber el valor medido ya que la especificación del modelo elemental está determinado por la función lineal $y=x$. 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. Para ambas estrategias los valores de indicadores obtuvieron un nivel de satisfacción marginal (ver Figura 3-16).

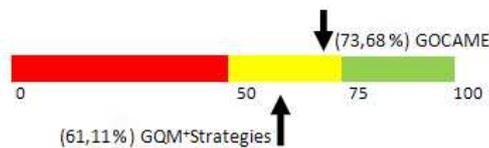


Figura 3-16. Nivel de satisfacción del indicador elemental NS_CMTBC.

Procediendo de manera similar se obtuvieron los valores del resto de los indicadores elementales mostrados en la Tabla 7-5 (ver la columna con el encabezado 2010). Una vez calculados todos los valores de los indicadores elementales, sólo resta *Calcular Indicadores Parciales/Globales* teniendo como entrada los valores de los indicadores elementales del paso anterior, como así también, la especificación de indicadores (ver Figura 3-13) y el árbol de requerimientos.

El proceso de cálculo se realiza siguiendo el orden jerárquico de los conceptos y subconceptos según el árbol de requerimientos. A modo de ejemplo, teniendo presente el árbol de requerimientos (Tabla 3-21), si se toma el concepto calculable *1.1.Calidad de las Capacidades del Proceso* en primer lugar se deben calcular los indicadores correspondientes a la *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*. Pero para calcular el indicador correspondiente a la *1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso* es necesario primero calcular los valores de los indicadores de la *Adecuación de las distintas vistas (1.1.3.1., 1.1.3.2., 1.1.3.3. y 1.1.3.4.)*.

El cálculo del nivel de satisfacción para el concepto foco, *Calidad de las Capacidades (para una estrategia integrada de M&E)*, requiere obtener de manera similar los valores de los indicadores de los conceptos *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*. 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 3-26 se presenta un fragmento del árbol de requerimientos con sus pesos, operadores y valores de indicadores elementales para cada entidad evaluada.

		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
1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	0,5		100
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual	0,4	A	
1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual	0,4		21,33
1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	0,6		100
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual	0,3	A	
1.2.3.1. Conformidad del MC a la Terminología de la BC	1		84,31

Tabla 3-26. Extracto del árbol de requerimientos que contiene los valores de los indicadores elementales, los pesos y operadores.

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 3-19. Por lo tanto, para obtener el valor se hace uso del modelo parcial:

$$N_Eficacia = (0,5 * NS_MMC^1 + 0,5 * NS_FMoMC^1)^{1/1}$$

Donde NS_MMC y NS_FMOMC 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 «r» dado por la tabla LSP (mostrada en la Figura 3-17) teniendo dos entradas y el operador A. En la Tabla 3-27 se muestran los valores instanciados para cada una de las estrategias y en la Tabla 3-28 el resultado obtenido.

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 3-27. 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 (NS_AMC)</i>	75	25

Tabla 3-28. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Adecuación del Marco Conceptual.

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

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 asignó un peso de 0,4 y 0,6. El parámetro r quedó igual que en el caso mostrado anteriormente. En la Tabla 3-29 se muestran los valores instanciados para cada una de las estrategias y en la Tabla 3-30 el resultado obtenido.

GOCAME		GQM+Strategies	
NS_ABC	$= (0,4 * 21,33^1 + 0,6 * 100^1)^{1/1}$	NS_ABC	$= (0,4 * 1,33^1 + 0,6 * 30^1)^{1/1}$
	$= (0,4 * 21,33 + 0,6 * 100)^{1/1}$		$= (0,4 * 1,33 + 0,6 * 30)^{1/1}$
	$= (8,53 + 60)^{1/1}$		$= (0,53 + 18)^{1/1}$
	$= (68,53)^{1/1}$		$= (18,53)^{1/1}$
	= 68,53		= 18,53

Tabla 3-29. Resolución del modelo parcial para Nivel de Satisfacción de la Adecuación de la Base Conceptual.

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

Tabla 3-30. 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 3-31, se muestran los valores:

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

Tabla 3-31. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual.

Ahora sí se está 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 parciales *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 lo acordado por los evaluadores expertos que las otras dos características (0,3 para cada una). El valor del parámetro r queda determinado por la tabla LSP (mostrada en la Figura 3-17) dada tres entradas y el operador C-- (0,573). A partir de los resultados anteriores, mostrados en la Tabla 3-28, Tabla 3-30 y Tabla 3-31, se presenta el cálculo en la Tabla 3-32 y los resultados en la Tabla 3-33²⁷.

GOCAME	
NS_CCMC	$\approx (0,3 * 75^{0,573} + 0,4 * 68,53^{0,573} + 0,3 * 84,31^{0,573})^{1/0,573}$ $\approx (0,3 * 11,86 + 0,4 * 11,27 + 0,3 * 12,69)^{1/0,573}$ $\approx (3,55 + 4,50 + 3,80)^{1/0,573}$ $\approx (11,85)^{1/0,573}$ $\approx 75,09$
GQM+Strategies	
NS_CCMC	$\approx (0,3 * 25^{0,573} + 0,4 * 18,53^{0,573} + 0,3 * 81,82^{0,573})^{1/0,573}$ $\approx (0,3 * 6,32 + 0,4 * 5,32 + 0,3 * 12,47)^{1/0,573}$ $\approx (1,89 + 2,12 + 3,74)^{1/0,573}$ $\approx (7,75)^{1/0,573}$ $\approx 35,82$

Tabla 3-32. Resolución del modelo parcial para el concepto Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.

			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 BC (A)	1		84,31	81,82

Tabla 3-33. 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 3-34 muestra los valores obtenidos a partir del siguiente modelo global:

$$N_Eficacia = (0,33 * \% NS_CCP^{0,192} + 0,33 * \% NS_CCMC^{0,192} + 0,33 * \% NS_CCM^{0,192})^{1/0,192}$$

²⁷ Tener en cuenta que para presentar el cálculo se tomaron dos dígitos -Tabla 3-32- sin embargo en la evaluación final se trabajó sin redondeos -Tabla 3-35.

Donde NS_CCP, NS_CCMC y NS_CCM son los valores de los indicadores parciales *Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Proceso*, *Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* y *Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades de la Metodología*, respectivamente. En este caso las tres características presentan la misma importancia (0,33 cada una). El valor del parámetro r queda determinado por la tabla LSP (mostrada en la Figura 3-17) dado tres hijos y el operador C- (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 3-34. Valor del indicador parcial Nivel de Satisfacción de la Calidad de las Capacidades.

La Tabla 3-35 (en la siguiente página) muestra los valores calculados de todos los indicadores pertenecientes a los conceptos, subconceptos y atributos del árbol de requerimientos. En el estudio comparativo, para *Calcular Indicadores Parciales/Globales* se utilizó la herramienta C-INCAMI_Tool ([Molina, 2005], [Papa, 2005] y [Becker, 2009]), que facilita el cálculo, la interpretación de los datos, el seguimiento de la evaluación y tiene mecanismos de documentación. Esta herramienta permite seleccionar entre dos clases de modelo de agregación (aditivo y LSP) y una vez ingresados 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 4.1.) presenta el análisis que surge de la evaluación y comparación de 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 4.2.) involucradas en el estudio.

	(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 BC.	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 BC.	73,68	61,11

Tabla 3-35. 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 QGM⁺ Strategies.

Capítulo 4

Análisis de Resultados del Estudio Comparativo

En el capítulo anterior se mostró el diseño e implementación de la evaluación que permite la comparación de estrategias integradas de M&E y concluyó con los resultados de la evaluación realizada (Tabla 3-35). La primera sección de este capítulo (4.1.) presenta el análisis de dichos resultados y las recomendaciones de mejora para aquellos atributos con nivel insatisfactorio o marginal. Los resultados son mostrados en forma textual acompañados por gráficos comparativos. A partir de este análisis, en la sección 4.2. se presentan las debilidades y fortalezas encontradas en las estrategias de M&E evaluadas, lo que permitirá realizar un plan de mejoras. Con este capítulo se finaliza la ETAPA I de esta investigación (recordar el esquema de investigación presentado en la Figura 1-15).

4.1. Análisis y Recomendaciones

Analizar y Recomendar es la última actividad del proceso de M&E propuesta por GOCAME. Consiste en la realización de actividades orientadas al análisis y justificación de los resultados obtenidos en la evaluación. El análisis surge a partir de la observación de los valores de los indicadores, de los valores de medidas y de la definición (metadatos) de métricas e indicadores.

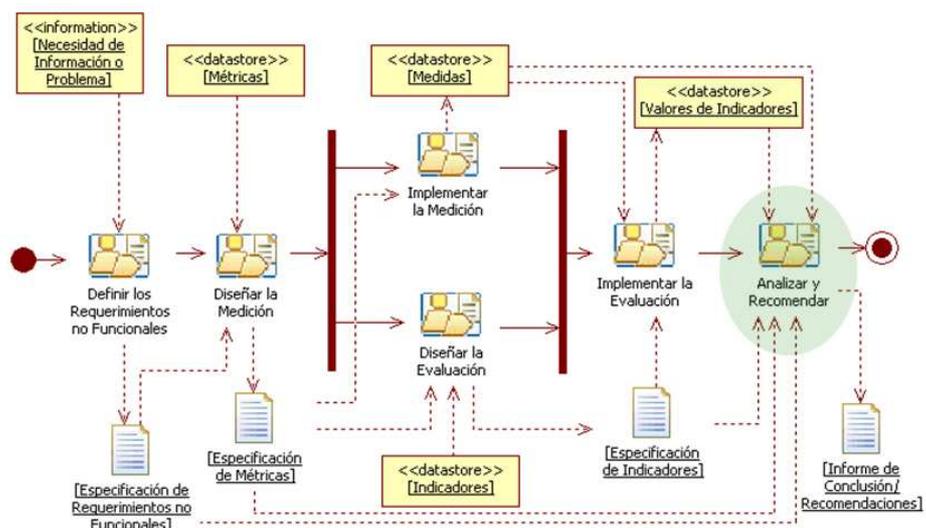


Figura 4-1. Actividades de GOCAME llevadas a cabo durante la implementación del estudio comparativo.

Como producto de este proceso (ver Figura 4-1) se obtuvo el *Informe de Conclusión/Recomendaciones*, integrado por tablas, gráficos y cuadros comparativos como por ejemplo, el que resume debilidades/fortalezas y las acciones de mejora. Este informe permite justificar y visualizar apropiadamente los resultados conseguidos facilitando la posterior toma de decisiones.

Analizando los resultados de la Tabla 3-35, se observa en el primer gráfico (Figura 4-2), 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. Sin embargo, si se considera el criterio de decisión definido al momento de diseñar la evaluación se aprecia 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 cambio*. Por otro lado, GQM⁺Strategies se encuentra en un nivel *insatisfactorio* lo cual requiere que acciones de mejora deben tomarse con una alta prioridad, es decir, *urgen cambios*.

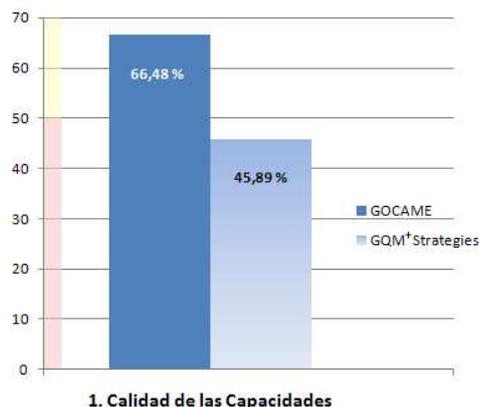


Figura 4-2. Nivel de satisfacción en la Calidad de las Capacidades para las estrategias de M&E comparadas.

Si se tiene en cuenta los niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio, en la Figura 4-3 y Figura 4-4, se muestran los valores obtenidos para cada una de las entidades evaluadas. Por ejemplo para la estrategia GOCAME, en la Figura 4-3 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 se encuentra a un nivel de satisfacción marginal. Esto da una primera aproximación de por qué el nivel de satisfacción global de la *Calidad de las Capacidades* para GOCAME quedó como marginal (66,48%). Es importante recordar que al diseñar la evaluación el operador utilizado fue el C- (ver Tabla 3-21). 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 desfavorecida en la evaluación por el nivel insatisfactorio obtenido en su proceso (58,88%).

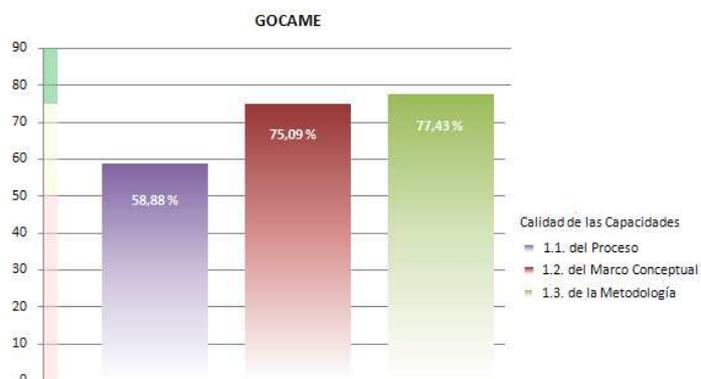


Figura 4-3. Niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio para GOCAME.

Por otra parte, en la Figura 4-4 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 aceptabilidad 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%).

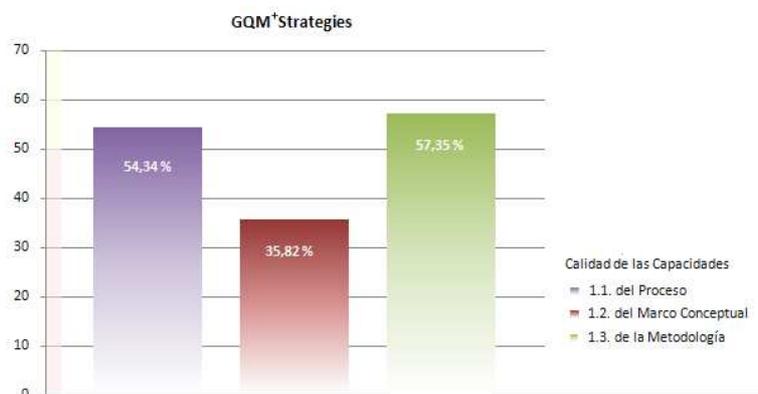


Figura 4-4. Niveles de satisfacción para cada uno de los pilares considerados en el estudio para GQM⁺Strategies.

La Figura 4-5 muestra la comparación entre los valores obtenidos para cada pilar de las estrategias evaluadas. 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 se desea alcanzar mejores niveles de satisfacción en un futuro. Por lo que GOCAME debe mejorar los 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 se desea realizar recomendaciones más específicas y puntuales se tiene que realizar un análisis más refinado entrando en cada uno de los pilares y analizando cada nivel de satisfacción alcanzado por los indicadores parciales y elementales junto con los datos medidos y la definición de sus métricas.

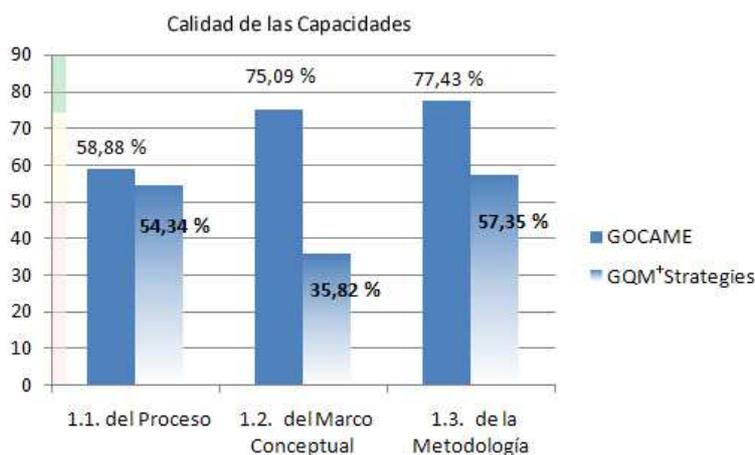


Figura 4-5. Comparación entre los valores obtenidos para cada pilar de las estrategias GOCAME y GQM⁺Strategies.

4.1.1. Análisis y Recomendaciones para Calidad de las Capacidades del Proceso

Al realizar un refinamiento en el análisis comparativo a partir de la Tabla 3-35 y de la Figura 4-6, se ve que la subcaracterística *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%, respectivamente) mientras que GQM+Strategies se encuentra en nivel marginal (70,70% y 85,79%, respectivamente). Para recomendar acciones de mejora se debe profundizar en el análisis de los atributos, en especial de aquellos que requieren mayores cambios por encontrarse en un nivel insatisfactorio.

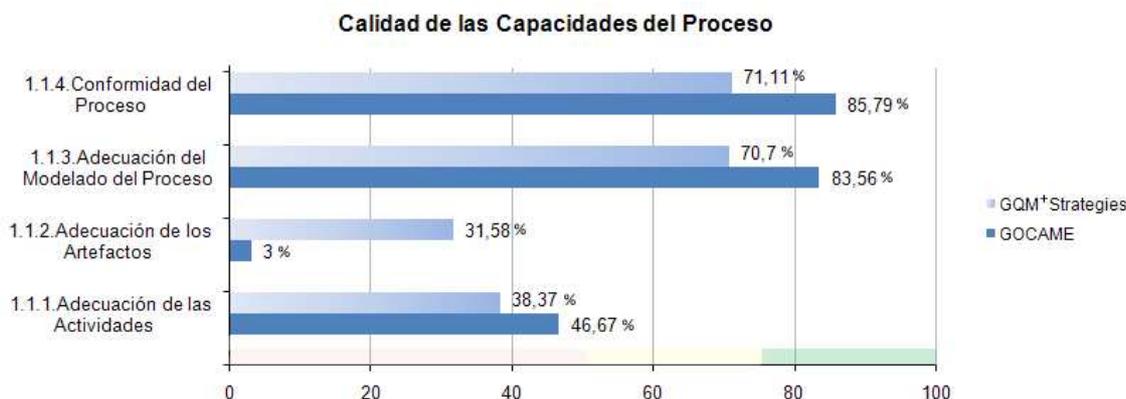


Figura 4-6. Gráfico que representa la Calidad de las Capacidades del Proceso.

La recomendación para la mejora del concepto 1.1.1.Adecuación de las Actividades se debe focalizar principalmente en el cambio de los atributos 1.1.1.1., 1.1.1.2. y 1.1.1.5. que son aquellos que se encuentran en un nivel insatisfactorio (ver Figura 4-7).

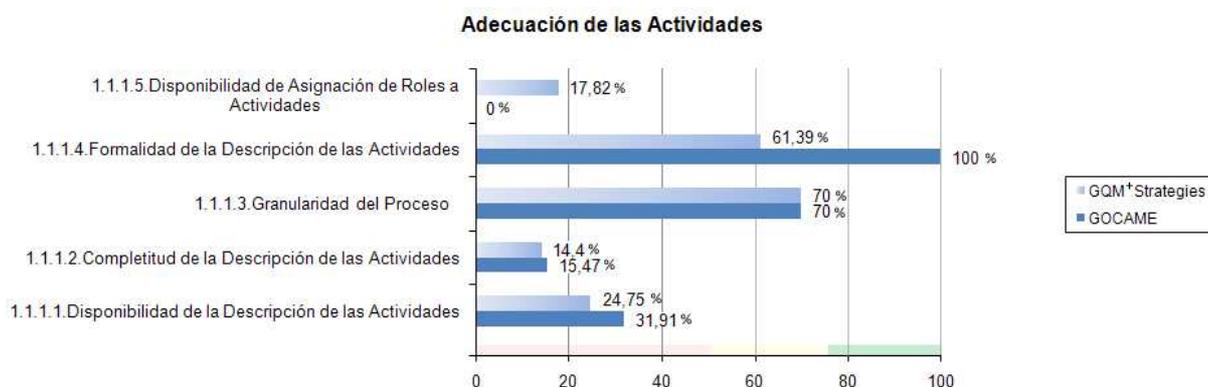


Figura 4-7. Nivel de satisfacción de la Adecuación de las Actividades.

El 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 se recuerda el diseño de la métrica (Tabla 3-6) y los valores medidos de sus atributos relacionados (Tabla 3-22) se observa que para ambas estrategias el total de actividades enunciadas es mucho mayor que la cantidad de actividades mínimamente descriptas. Estos datos junto con la definición de los atributos involucrados permiten realizar la recomendación de cambio. Por lo que la recomendación es definir de forma textual el objetivo específico y descripción de cada una de sus actividades enunciadas. Tener en cuenta que una actividad es enunciada cuando pertenece al proceso bajo análisis y su etiqueta tiene un único significado. Adicionalmente, se considera descripta mínimamente cuando presenta de forma textual su objetivo específico y su descripción.

El segundo atributo 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 3-8) y los valores medidos de sus métricas directas (mostrados en Tabla 3-22), ayudan a comprender

las razones por la que el indicador elemental ranquea insatisfactoriamente. 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 3-22 para la métrica directa Número de Actividades Completamente Descritas se concluye que ninguna de las estrategias evaluadas posee la descripción textual de los campos arriba indicados. Por lo que una recomendación de cambio 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 el valor del atributo 1.1.1.1. alcanzaría el máximo nivel de satisfacción (100%).

El tercer atributo denominado *Granularidad del Proceso (1.1.1.3.)* se encuentra, para ambas estrategias en un valor marginal por lo que los cambios no son urgentes. Sin embargo se puede planificar el cambio. 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 descritas. En el caso de GQM⁺Strategies posee 62 actividades formalmente descritas de un total de 101 actividades enunciadas. Por lo que GQM⁺Strategies debería incluir en sus diagramas de procesos todas las actividades involucradas en la descripción de su proceso.

La recomendación de mejora para el quinto atributo (1.1.1.5.) -que en ambas estrategias se encuentra en un nivel insatisfactorio- se dará más adelante cuando se trate el concepto 1.1.3.4. *Adecuación de la Vista Organizacional*.

Por otro lado, 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 -recordar la Tabla 3-21- pero se le brindó más importancia (peso) al atributo disponibilidad de la descripción (0,5) que a los otros dos, siendo el atributo menos relevante 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 descritos y la granularidad presentada en la descripción de los mismos (ver Anexo A.1. para la definición de los atributos y Anexo A.2. para la definición de las 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 descrito, ni mínima ni completamente. Estos valores proveen la entrada a la función del procedimiento 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 descritos y 1 está mínimamente descrito. 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, 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 alcanzar un nivel satisfactorio. Teniendo en cuenta la definición del atributo *Granularidad de los Artefactos* se aprecia que su objetivo es averiguar el grado de detalle de los artefactos enunciados teniendo en cuenta su descomposición en subartefactos. Recordar que un artefacto

puede ser de grano fino o grueso según la división de su estructura en subartefactos. Por lo tanto, se debe tratar de descomponer –si fuera posible- cada artefacto en subartefactos más elementales y entendibles.

Por otra parte, para *1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso*, se observa que para GOCAME las vistas funcional, informacional y de comportamiento se encuentran en un nivel satisfactorio (ver en Tabla 3-35). Sin embargo, la vista organizacional está completamente ausente en esta estrategia, en tanto que para GQM⁺Strategies es de 63,78%. Notar que en términos generales, una vista organizacional específica qué agentes intervienen en la realización de qué actividades en cumplimiento de roles. Por lo tanto, si se analizan las métricas de los tres atributos empleados, y las fortalezas observadas en GQM⁺Strategies, se puede guiar 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 aceptabilidad 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 proceso 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 incluir 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 mayor detalle de las recomendaciones ver la Tabla 4-1, donde la primera columna representa el ID de la recomendación, la segunda columna enuncia la recomendación propiamente dicha, la tercera columna indica el código del atributo (según Tabla 3-35) que mejorará si se lleva a cabo la recomendación, y las dos últimas columnas indican el nivel de urgencia del cambio.

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 4-6. Al analizar los valores de los indicadores elementales se ve 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 (1.1.4.1.) 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%) se puede apreciar 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 se puede 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 adhiere. Si no hubiera adherencia, la recomendación es que se debería reformular el proceso basándose en algunos de los estándares existentes.

ID	Recomendaciones: Calidad de las Capacidades del Proceso	Atributo	(1)	(2)
R01	Definir actividades y nombrarlas unívocamente.	1.1.1.1 1.1.1.2	DC ■	DC ■
R02	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 ■
R03	Definir artefactos que se producen o consumen en las actividades del proceso y nombrarlos unívocamente.	1.1.2.1	UC ■	UC ■
R04	Definir el conjunto de roles e incumbencias necesarios para llevar a cabo las actividades del proceso.	1.1.1.5	UC ■	DC ■
R05	Definir una plantilla que permita la descripción de una actividad donde al menos consten los siguientes datos: objetivo específico, descripción, pre-condiciones, post-condiciones, entradas y salidas, rol/roles.	1.1.1.1 1.1.1.2 1.1.1.5	UC ■	UC ■
R06	Describir cada una de las actividades y tareas enunciadas durante la descripción del proceso rellenando la plantilla.	1.1.1.1 1.1.1.2 1.1.1.5	UC ■	UC ■
R07	Definir una plantilla que permita la descripción de un artefacto donde al menos consten los siguientes datos: descripción y/o objetivo específico, actividad que lo insume y/o produce.	1.1.2.1	UC ■	UC ■
R08	Describir cada uno de los artefactos enunciados durante la descripción del proceso rellenando la plantilla.	1.1.2.1	UC ■	UC ■
R09	Analizar cada uno de los artefactos del proceso para determinar si se pueden subdividir en varios subartefactos más atómicos y manejables desde el punto de vista de línea base en configuración.	1.1.2.3	UC ■	DC ■
R10	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 1.1.3.1.1 1.1.3.2.1 1.1.3.3.1	DC ■	DC ■
R11	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 ■
R12	Analizar los modelos de la vista funcional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	1.1.3.1.3	DC ■	DC ■
R13	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 ■
R14	Analizar los modelos de la vista informacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	1.1.3.2.3	UC ■	UC ■
R15	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 ■
R16	Analizar los modelos de la vista de comportamiento para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	1.1.3.3.3	DC ■	UC ■
R17	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 ■
R18	Analizar los modelos de la vista organizacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	1.1.3.4.3	UC ■	UC ■
R19	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 ■
R20	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 ■

Tabla 4-1. Tabla de recomendaciones para la Calidad de las Capacidades del Proceso. La tercera columna indica los atributos que serían afectados si se llevase a cabo los cambios recomendados. 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.

4.1.2. Análisis y Recomendaciones para Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual

Observando la Tabla 3-35 se puede apreciar que para *Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual (1.2.)*, GOCAME está en el nivel inferior del rango satisfactorio (75,09%), en tanto que GQM⁺Strategies cae al nivel insatisfactorio (35,82%). En la Tabla 3-21 se observa que intervienen 5 atributos combinados a subcaracterísticas (adecuación del marco, adecuación de la base conceptual y conformidad del marco). En la Figura 4-8, 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.)* alcanza 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, como por ejemplo Methontology [Corcho *et al.*, 2003], tal cual se empleó en [Martín, 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 4-2 se da el conjunto de recomendaciones que deberían cumplir ambas estrategias.

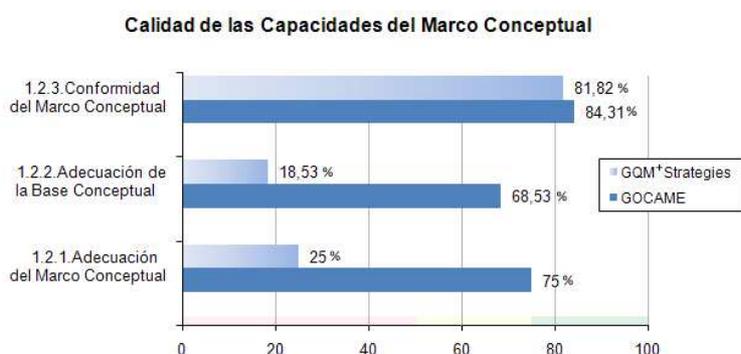


Figura 4-8. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual.

ID	Recomendaciones: Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	Atributo	(1)	(2)
R21	Analizar los términos definidos en los estándares (ISO/IEC 15939, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 25010) y ver si se pueden utilizar en el contexto de la estrategia.	1.2.2.1	UC	UC
R22	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
R23	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
R24	Enunciar sinónimos.	1.2.2.1	UC	UC
R25	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
R26	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
R27	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
R28	Definir el marco conceptual con los términos definidos y enunciados en la base conceptual.	1.2.3.1	SC	SC
R29	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
R30	Modelar el marco conceptual con el lenguaje elegido.	1.2.1.2	SC	DC

Tabla 4-2. Tabla de recomendaciones Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual. La tercera columna indica los atributos que serían afectados si se llevase a cabo los cambios recomendados. 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.

4.1.3. Análisis y Recomendaciones para Calidad de las Capacidades de la Metodología

Por último, para la característica 1.3. *Calidad de las Capacidades de la Metodología*, se evaluó la adecuación y conformidad de la metodología. En la Figura 4-9, se muestran los niveles de satisfacción alcanzados 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* es marginal para ambas estrategias. La diferencia surge en 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 soporten y diseñar e implementar una herramienta que automatice todo lo posible la metodología.

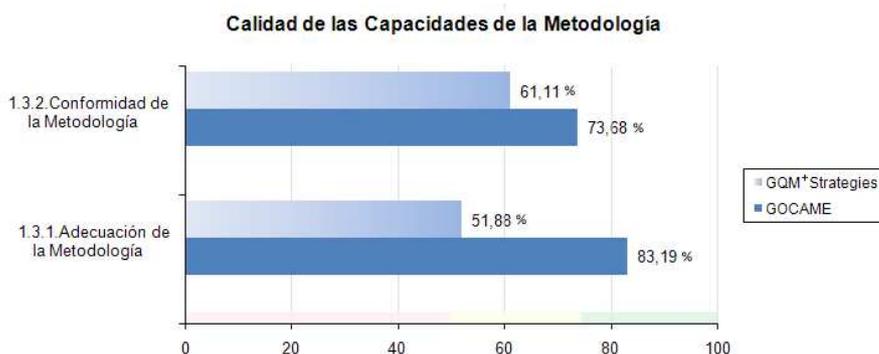


Figura 4-9. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades de la Metodología.

A continuación, en la Tabla 4-3, se presenta el conjunto de recomendaciones que debería seguir cada una de las estrategias para este pilar.

ID	Recomendaciones: Calidad de las Capacidades de la Metodología	Atributo	(1)	(2)
R31	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	SC	UC
		1.3.2.1	DC	UC
R32	Definir para cada una de las actividades enunciadas del proceso uno o más métodos que la soporte.	1.3.1.2	DC	UC
R33	Analizar qué partes de la metodología pueden ser soportadas por herramientas.	1.3.1.3	DC	UC
R34	Definir requerimientos funcionales y no funcionales necesarios de las herramientas que automaticen la metodología.	1.3.1.3	DC	SC
R35	Diseñar e implementar herramientas.	1.3.1.3	DC	UC
R36	Dejar constancia de la existencia de las herramientas en la bibliografía.	1.3.1.3	DC	UC

Tabla 4-3. Tabla de recomendaciones Calidad de las Capacidades de la Metodología. La tercera columna indica los atributos que serían afectados si se llevase a cabo los cambios recomendados. 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 en el 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.

4.2. Cuestiones Adicionales de las Estrategias Evaluadas

A partir de la lectura y el análisis de la bibliografía perteneciente a ambas estrategias se obtuvieron no sólo los datos necesarios para realizar las mediciones de los atributos que intervienen en el estudio comparativo, sino que también, se conocieron otras características de las estrategias evaluadas. Estas características, si bien son importantes y dignas de mencionar, quedaron fuera del alcance del estudio realizado. La idea de esta sección es presentar un listado con las principales fortalezas y debilidades de cada una de las estrategias evaluadas según el resultado del estudio comparativo realizado en el año 2010 y destacar algunas cuestiones adicionales que surgen de la lectura de la documentación realizada en aquel momento.

4.2.1.GOCAME

La estrategia de M&E GOCAME ha sido producto de la constante investigación de los integrantes del grupo de I+D Gidis_Web quienes estaban preocupados por la creciente demanda de requerimientos de calidad en las aplicaciones software/web. La investigación comenzó hace dieciséis años planteando una metodología de M&E [Olsina *et al.*, 1999] y con el correr del tiempo se fue transformando en lo que hoy se conoce como GOCAME. Su evolución fue gradual y sostenida. Incluso parte del objetivo de este estudio es encontrar características importantes y útiles de otras estrategias integradas para incluirlas en GOCAME, con el fin de robustecerla obteniendo una nueva versión de la estrategia (Versión 2.0.).

Particularmente, para la versión de GOCAME evaluada en el 2010, se concluye que cumple con los tres pilares considerados en este estudio. Los pilares correspondientes a la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual y de la Metodología alcanzan un nivel satisfactorio mientras que el pilar de la Calidad de las Capacidades del Proceso alcanza un nivel marginal. A partir de estos valores, a continuación se presenta el listado de las principales fortalezas:

- Todas las actividades están formalmente descriptas.
- El proceso está modelado desde el punto de vista funcional, informacional y de comportamiento.
- El proceso está descrito teniendo en cuenta los conceptos definidos en la base conceptual.
- El marco conceptual está modelado con un lenguaje formal.
- La base conceptual está definida como una ontología.
- El marco conceptual utiliza los conceptos definidos en la base conceptual.

- La estrategia posee una metodología.

Del mismo modo se pueden listar las principales debilidades, las cuales están relacionadas esencialmente al pilar de la Calidad de las Capacidades del Proceso:

- Las actividades no siempre están descritas adecuadamente.
- El proceso en algunos casos no está descompuesto estructuralmente en elementos de grano fino.
- Los roles no se encuentran definidos.
- La vista organizacional está ausente.
- Los artefactos no están definidos.
- El marco conceptual presenta baja división de módulos o componentes.
- La metodología es parcialmente soportada por una herramienta.
- La metodología no está descrita teniendo en cuenta los conceptos definidos en la base conceptual.

Estos aspectos, principalmente las debilidades, son analizados con mayor profundidad en el siguiente capítulo donde se planifican las acciones de mejora surgidas de las recomendaciones de cambio del estudio comparativo. Adicionalmente y como consecuencia de la lectura del material de GOCAME surgen otros aspectos que son dignos de considerar, tales como:

- En [Lew *et al.*, 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.
- En [Martín, 2011] se documenta y describe un prototipo que permite la recomendación del mejor árbol de requerimientos y sus correspondientes métricas a partir del uso de una memoria organizacional basada en casos. Esto 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. Adicionalmente, se muestra su flexible integración con el marco de medición y evaluación C-INCAMI y su herramienta C-INCAMI_Tool.
- La estrategia GOCAME se adapta fácilmente para llevar a cabo estudios de medición y evaluación en cualquier dominio y con diversas categorías de entes; es decir, no sólo un recurso como el presentado en esta tesis sino también con productos, sistemas, sistemas en uso y procesos. Algunos de los artículos científicos a mencionar son [Olsina *et al.*, 2013], [Papa, 2012-1] y [Olsina, 1999].
- 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.
- El módulo de recomendaciones de GOCAME es el componente menos desarrollado de la estrategia. Sería deseable que sea definido con mayor precisión indicando la terminología y las posibles técnicas o métodos a utilizar. Adicionalmente, es necesario especificar 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, como así también, a la toma de decisiones mediante 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.

4.2.2.GQM⁺Strategies

GQM⁺Strategies 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 numerosa bibliografía que registra su utilización junto con los beneficios obtenidos.

Particularmente, para la versión de GQM⁺Strategies evaluada en el 2010, se concluye que los tres pilares evaluados no alcanzan el nivel satisfactorio de aceptabilidad (superior al 75%). Siendo el pilar de las Capacidades de la Metodología el único que alcanzó un nivel marginal, mientras que los otros dos cayeron en un nivel de aceptabilidad insatisfactorio. Más allá de los resultados globales de las características evaluadas, existen valores de indicadores elementales que alcanzaron niveles de aceptabilidad satisfactorios, a partir de los cuales surge el listado de las principales fortalezas, presentado a continuación:

- El proceso está modelado desde el punto de vista funcional, informacional, organizacional y de comportamiento.
- El proceso está descrito teniendo en cuenta los conceptos definidos en la base conceptual.
- El marco conceptual utiliza los conceptos definidos en la base conceptual.
- La estrategia posee una metodología²⁸.

Del mismo modo se pueden listar las principales debilidades, que se encuentran dispersas en los tres pilares evaluados:

- Las actividades no siempre están descritas adecuadamente.
- El proceso en algunos casos no está descompuesto estructuralmente en elementos de grano fino.
- Los artefactos generalmente no están definidos.
- El marco conceptual presenta baja división de módulos o componentes.
- La base conceptual está estructurada como un glosario.
- Un bajo porcentaje de actividades posee asignado al menos un método.

Algunos aspectos adicionales que se desprenden de la lectura del material de GQM⁺Strategies y son dignos de considerar:

- El enfoque GQM⁺Strategies está registrado y patentado lo que le otorga una visibilidad 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.

²⁸ GQM⁺Strategies documenta una metodología pero para su descripción no siempre utiliza los términos definidos en su base conceptual y no todas las actividades enunciadas tienen uno o más métodos que las soporten.

- 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. 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. Esta situación conlleva a que las definiciones de sus términos relevantes queden algunas veces ambiguos o confusos; un ejemplo de esto es el término objetivo de negocios que se encuentra definido de manera distinta en [Basili *et al.*, 2010] y [Basili *et al.*, 2007-1]. Sumado a este problema, no existe una tabla de sinónimos que ayude al lector en el entendimiento del enfoque como un todo.



Planificación y Ejecución de las Acciones de Mejora para GOCAME



Planificación de Acciones de Mejora para GOCAME

En los capítulos anteriores (capítulos 3 y 4) se presentó el diseño e implementación del estudio comparativo de estrategias integradas de M&E donde fueron evaluadas dos entidades pertenecientes a la categoría *Recurso*, a saber: GQM⁺Strategies y GOCAME. El foco de la evaluación fue la *Calidad de las Capacidades* presente en: (1) la especificación del proceso; (2) el marco conceptual; y (3) la especificación de métodos. Recordar, que estos pilares o capacidades fueron considerados importantes en la especificación de una estrategia (capítulo 2), y si se encuentran simultáneamente, puede decirse que dicha estrategia adquiere la propiedad de ser integrada. Adicionalmente, luego de un análisis minucioso sobre los resultados obtenidos, se realizaron recomendaciones de mejora para aquellos atributos que evaluaron como insatisfactorios o marginales.

En este capítulo, con el propósito específico de mejorar la estrategia GOCAME –uno de los objetivos principales de este trabajo de investigación- se documenta la planificación de las acciones de mejora que surgen de las recomendaciones de cambio enunciadas en el capítulo anterior (Tablas 4-1, 4-2 y 4-3). El objetivo de este capítulo no es documentar rigurosamente la planificación de un proyecto de cambio, como puede ser requerido por CMMI para que una organización alcance niveles de madurez, sino más bien ilustrar cómo la planificación de acciones de mejora en el marco de un proyecto de M&E puede beneficiarse con la definición explícita de: 1) criterios de decisión que permiten la identificación de debilidades y fortalezas; 2) métricas y valores medidos que ayudan a detectar las causas que originan debilidades; 3) valores de indicadores que asisten en la formulación de los objetivos de la mejora; y, 4) recomendaciones que contribuyen en la definición de acciones de mejora y la priorización de las mismas. Consecuentemente, este capítulo queda estructurado de la siguiente forma: la sección 5.1. introduce brevemente los conceptos involucrados en la planificación, especialmente los pasos a seguir para la elaboración del Plan de Mejoras. Luego, la sección 5.2. documenta los pasos seguidos en la planificación de las acciones de mejora para evolucionar de GOCAME a GOCAME Versión 2.0. Por último, la sección 5.3. comenta los desafíos que se presentaron al momento de llevar a cabo la planificación.

5.1. Introducción a la Planificación

La mejora de un recurso será posible en la medida que se comprenda sus características, se lo compare con recursos similares y se conozca el conjunto de fortalezas y debilidades que lo determinan. Una vez realizado el diagnóstico, se deberá establecer las acciones de mejora que son necesarias para que el recurso aumente su calidad, priorizando y ordenando dichas acciones que quedarán documentadas en el Plan de Mejoras. Este documento, a su vez, debe permitir el control y seguimiento de la ejecución de las

acciones de mejora propuestas. Por lo tanto, se deben planificar las acciones a seguir para mejorar el recurso.

La planificación puede ser definida como el proceso de establecer objetivos, desarrollar estrategias, trazar los planes de implementación y asignar recursos para alcanzar esos objetivos. El refrán “no planear, es planear para el fracaso” no siempre es verdad pero existen evidencias importantes que sugieren que tener un plan lleva a una mayor eficacia y eficiencia [PNUD, 2009].

La planificación tiene cuatro ventajas principales que hacen que valga la pena el tiempo invertido en ella, a saber:

- Permite saber qué se debería hacer y cuando. En consecuencia evita la ejecución de actividades que en este momento no son adecuadas por diversos factores.
- Ayuda a mitigar y gestionar los riesgos, y por ende las crisis. Si bien casi siempre existen situaciones inesperadas, una buena planificación ayuda a reducir la posibilidad de que surjan y prepara al equipo para afrontarlas cuando ocurren.
- Mejora la atención prestada a las prioridades y lleva a un uso más eficiente del tiempo, el dinero y otros recursos. Al ser una hoja de ruta clara ayuda a centrar los recursos limitados en las actividades prioritarias.
- Ayuda a determinar cómo será el éxito por medio de, por ejemplo, indicadores de performance. En consecuencia, el grupo de trabajo puede saber si los resultados logrados son los que buscaban y evaluar cualquier discrepancia. Por supuesto, esto requiere un seguimiento y una evaluación eficaz de lo que fue planificado. Por esta razón, una buena planificación incluye una estrategia de seguimiento y control.

Dicho esto, a continuación se describirán brevemente los pasos para la elaboración del Plan de Mejoras -artefacto de salida de la planificación. Para la elaboración del Plan de Mejoras es necesario establecer de manera clara y precisa los objetivos que se proponen alcanzar y planificar las tareas para conseguirlos. El plan de mejoras debe permitir:

1. Identificar las causas que provocan las debilidades detectadas.
2. Identificar las acciones de mejora a aplicar.
3. Analizar su viabilidad.
4. Establecer prioridades en las líneas de acción.
5. Disponer de un sistema de seguimiento y control de las acciones a desarrollar.
6. Negociar los pasos a seguir.
7. Incrementar la eficacia y eficiencia de la gestión de la mejora.



Figura 5-1. Tareas para elaborar un plan de mejoras (adaptado de [ANECA, 2008]).

En resumen, el Plan de Mejoras permite contar con las acciones de mejora en forma organizada, priorizada y planificada. Su implantación y seguimiento debe ir orientado a aumentar la calidad del recurso para que sea percibida por el usuario. Por último, las actividades a seguir en la elaboración de un Plan de Mejoras son presentadas en la Figura 5-1.

5.2. Planificación de las Acciones de Mejora para GOCAME

Una vez presentados los conceptos generales sobre planificación se pasará a documentar cómo se realizó el Plan de Mejoras que permitió evolucionar de GOCAME a GOCAME Versión 2.0. a partir de las recomendaciones de cambio surgidas en el análisis del estudio comparativo. Es digno de mencionar que las cuatro primeras actividades necesarias para la construcción del Plan de Mejoras surgen prácticamente de manera directa del análisis presentado en el Capítulo 4.

5.2.1. Identificación de Áreas de Mejora

La primera actividad a desarrollar es *Identificar el Área de Mejora*. Las tareas necesarias para cumplir con esta actividad tienen que ver con la *Identificación de Fortalezas y Debilidades* a partir de un criterio, y su posterior *Clasificación en Áreas de Mejora*. Para realizar la distinción entre fortalezas y debilidades se tuvo en cuenta el criterio de decisión establecido al momento de diseñar la evaluación (recordar la Tabla 3-20) determinando que aquellos atributos que se encuentran con un valor insatisfactorio o marginal del nivel de aceptabilidad se tomarán como debilidades, mientras que los atributos que poseen un valor satisfactorio se catalogarán como fortalezas. Adicionalmente, las distintas áreas de mejora para una estrategia integrada de M&E se corresponden con las *capacidades* evaluadas, a saber: *del Proceso, del Marco Conceptual y de la Metodología*. Entonces a partir de los valores de indicadores obtenidos en cada uno de los atributos evaluados y el árbol de requerimientos (recordar la Tabla 3-35) se confeccionó la lista de fortalezas y debilidades de GOCAME clasificándolas en dichas áreas de mejora. Como resultado de esta actividad se obtienen las Tablas 5-1, 5-2 y 5-3.

Área de Mejora: Capacidades del Proceso	
Fortalezas	
F01)	Todas las actividades están formalmente descritas.
F02)	El proceso está modelado desde el punto de vista funcional.
F03)	Todas las actividades están modeladas en la vista funcional.
F04)	El proceso está modelado desde el punto de vista informacional.
F05)	La mayoría de los artefactos están presentes en la vista informacional.
F06)	El proceso está modelado desde el punto de vista de comportamiento.
F07)	Todas las actividades están modeladas en la vista de comportamiento.
F08)	El proceso está descrito teniendo en cuenta los conceptos definidos en la base conceptual de M&E.
Debilidades	
D01)	Las actividades no siempre están descritas adecuadamente.
D02)	El proceso no siempre está descompuesto estructuralmente en elementos de grano fino.
D03)	Las actividades no poseen roles asignados.
D04)	Los artefactos no se encuentran descriptos.
D05)	La descomposición estructural de los artefactos es generalmente de grano grueso.
D06)	La división jerárquica de la vista funcional es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).
D07)	La división jerárquica de la vista informacional es generalmente de grano grueso.
D08)	La división jerárquica de la vista de comportamiento es generalmente intermedia (ni granularidad fina ni gruesa).
D09)	El proceso no está modelado desde el punto de vista organizacional.
D10)	Existe indicación explícita de que la adherencia del proceso a un estándar internacional es sólo parcial.

Tabla 5-1. Clasificación de fortalezas y debilidades de GOCAME para el área de mejora: Capacidades del Proceso.

Área de Mejora: Capacidades del Marco Conceptual

Fortalezas

- F09) El marco conceptual está modelado con un lenguaje formal.
- F10) La base conceptual está definida como una ontología.
- F11) El marco conceptual utiliza los conceptos definidos en la base conceptual.

Debilidades

- D11) El marco conceptual presenta baja división de módulos o componentes.
- D12) Existen pocos términos de la base conceptual que se corresponden con términos en un estándar de dominio.

Tabla 5-2. Clasificación de fortalezas y debilidades de GOCAME para el área de mejora: Capacidades del Marco Conceptual.

Área de Mejora: Capacidades de la Metodología

Fortalezas

- F12) La estrategia posee una metodología.
- F13) La metodología posee un buen número de actividades con método definido.

Debilidades

- D13) La metodología está parcialmente soportada por al menos una herramienta.
- D14) La metodología está descrita teniendo en cuenta sólo algunos de los conceptos definidos en la base conceptual.

Tabla 5-3. Clasificación de fortalezas y debilidades de GOCAME para el área de mejora: Capacidades de la Metodología.

Como se puede apreciar en el grupo de tablas 5-1 al 5-3 el área que posee más debilidades es la denominada *Capacidades del Proceso*. Esto se corresponde con los valores de indicadores obtenidos en el estudio comparativo donde resultó que la característica *Calidad de la Capacidades del Proceso* se encuentra en un valor marginal (ver Tabla 3-35) lo que significa que se requieren cambios. Las otras dos áreas (o Capacidades) se encuentran en un valor satisfactorio donde no se requieren cambios. Sin embargo existen puntos a mejorar.

5.2.2. Detección de Causas del Problema

Una vez que se identificaron las tres áreas de mejoras se deben *Detectar las Principales Causas del Problema* ya que para superar una debilidad es necesario conocer las causas que la originaron. Información útil sobre esto es suministrada por las definiciones de las métricas que cuantifican los atributos que originan debilidades (Anexo A.2.) y sus valores medidos (ver Tabla 7-3 y Tabla 7-4 en la columna 2010). Esta misma información fue la utilizada al momento de realizar las recomendaciones de cambio. Existen varias herramientas metodológicas para llevar a cabo esta actividad, algunas de ellas son: el diagrama de espina (causa-efecto), el árbol de problemas, entre otros. La utilización de alguna de estas herramientas ayudará a analizar con mayor profundidad las debilidades y preparar el camino para definir las acciones de mejora.

En este trabajo el diagrama de espina fue utilizado para analizar las causas de las debilidades. Para el área de mejora denominada Capacidades del Proceso se presentaron 3 diagramas que reúnen las 10 debilidades presentes en dicha área (ver Figura 5-2, Figura 5-3 y Figura 5-4). Por ejemplo en la Figura 5-2 se agrupan las debilidades D01, D02, D03 y D10 de la Tabla 5-1 que tienen que ver con las actividades (ya sea adecuación de las actividades o adherencia de las actividades del proceso a un estándar internacional).

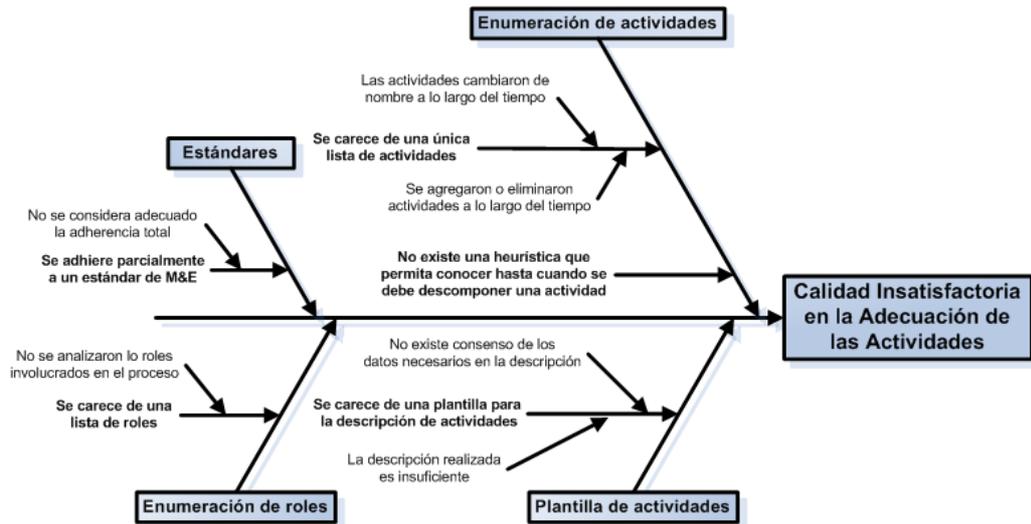


Figura 5-2. Diagrama de espina para Adecuación de las Actividades.

El diagrama de espina mostrado en la Figura 5-3 fue utilizado para analizar las causas de las debilidades D04 y D05 de la Tabla 5-1 que tienen que ver con la descripción y granularidad de los artefactos.

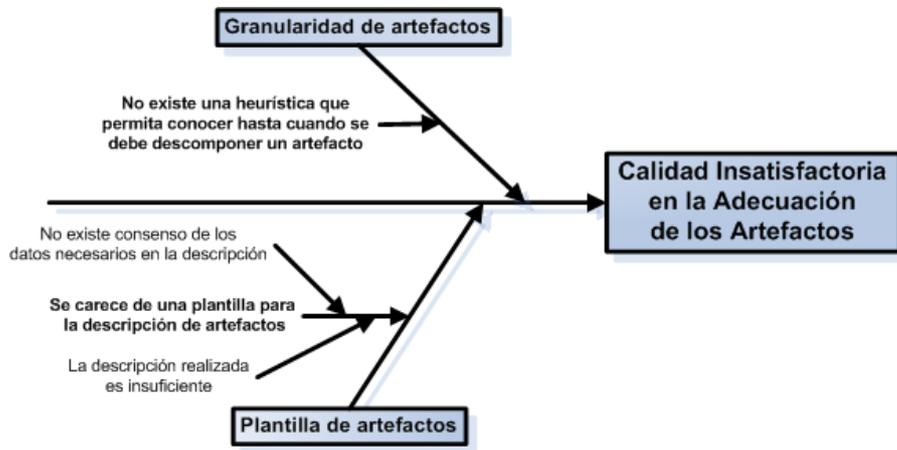


Figura 5-3. Diagrama de espina para Adecuación de los Artefactos.

Finalmente el diagrama de espina mostrado en la Figura 5-4 fue utilizado para analizar las causas de las debilidades D06, D07, D08 y D09 de la Tabla 5-1 que tienen que ver con el modelado de las distintas vistas del proceso y su granularidad.

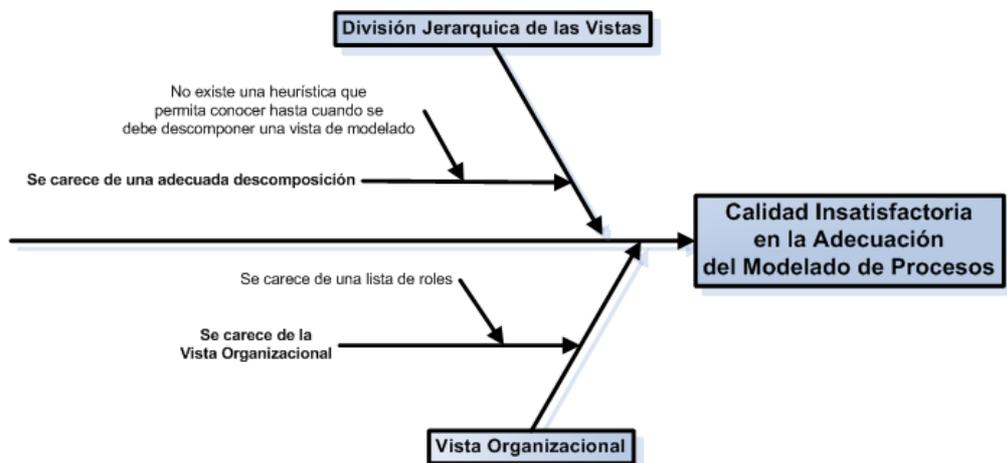


Figura 5-4. Diagrama de espina para Adecuación del Modelado de Procesos.

Del mismo modo se trabajaron las restantes debilidades. Por ejemplo:

- Para la debilidad D11 se detectó que no se consideró una división de los componentes del marco conceptual de M&E en subcomponentes que traten del diseño y la implementación de las actividades. Cuando los módulos de proyectos, requerimientos no funcionales, medición, evaluación y análisis podrían ser subdivididos en dichos subcomponentes.
- Una de las causas de la debilidad D12 -que indica que existen pocos términos en la base conceptual que se corresponden con términos en un estándar de dominio, es que la base conceptual ontológica de GOCAME no incluye términos referidos a roles y artefactos involucrados en las actividades. Si el lector se remite a los glosarios de los estándares ISO/IEC 15939, ISO/IEC 14598 e ISO/IEC 9126 se pueden observar términos tales como desarrollador (developer), evaluador (evaluator), interesado (stakeholder), usuario (user), informe de evaluación (evaluation report), producto de software (software product), entre otros.
- La causa de que la metodología está parcialmente soportada por al menos una herramienta (D13) es que se fueron generando aplicaciones software a medida que se iba avanzando en la investigación. Es el caso de Web-Site MA que permite medir y calcular los valores de algunas métricas; y WebQEM_Tool que permite automatizar la evaluación a partir del ingreso de los valores de los indicadores elementales. Estas herramientas fueron pensadas y diseñadas mucho antes que C-INCAMI_Tool (herramienta actual que automatiza parte del proceso de GOCAME). La brecha existente de tiempo y tecnología hicieron que no puedan ser integradas a C-INCAMI_Tool o quedaran obsoletas. Por último, la debilidad D14 que indica que la metodología está descripta teniendo en cuenta algunos de los conceptos definidos en la base conceptual es causada por el hecho de que la metodología precedió a la base conceptual. Es decir la metodología fue pensada y documentada antes –entre los años 1999 y 2000- de la definición de la base conceptual acaecida entre los años 2002 y 2004.

5.2.3. Formulación de Objetivos

La siguiente actividad a desarrollar según el proceso de elaboración del plan de mejoras que se siguió indica que se deben *Formular los Objetivos* de la mejora. Una vez que se han identificado las principales áreas de mejora y se conocen las causas de las diferentes debilidades, se está en condiciones de formular los objetivos y fijar el período de tiempo para su consecución. La redacción de los objetivos se debe realizar teniendo en cuenta que los mismos deben:

- expresar de manera inequívoca el resultado que se pretende lograr;
- ser concretos; y,
- estar redactados con claridad.

Asimismo, los objetivos deben reunir las siguientes características: (1) ser realistas, es decir que su cumplimiento sea posible; (2) ser acotados en tiempo y alcance; (3) ser flexibles, esto es en caso de contingencias que puedan adaptarse sin apartarse de su enfoque inicial; (4) ser comprensibles, es decir que cualquier agente pueda entender lo que se pretende conseguir; y (5) ser medibles, esto es que pueda ser cuantificado para evaluar su cumplimiento. Considerando estas particularidades se establecieron para el proceso de mejora de GOCAME los siguientes objetivos:

1. Alcanzar un nivel satisfactorio en el indicador de la Calidad de las Capacidades del Proceso.

2. Alcanzar un nivel satisfactorio en el indicador de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual para aquellos atributos que se encuentran en un nivel insatisfactorio o marginal.
3. Alcanzar un nivel satisfactorio en el indicador de la calidad de las Capacidades de la Metodología para aquellos atributos que se encuentran en un nivel insatisfactorio o marginal.

El lector debe tener en cuenta que los objetivos planteados para la mejora se encuentran en relación a los valores de indicadores parciales o derivados obtenidos para GOCAME en el estudio comparativo de estrategias integradas de M&E para las capacidades evaluadas (recordar Tabla 3-35).

5.2.4. Selección de Acciones de Mejora

Una vez enunciados los objetivos, el paso siguiente es *Seleccionar las Acciones de Mejora*. Por lo que se debe identificar las posibles alternativas de mejora para, posteriormente, priorizar las más adecuadas. Las acciones de mejora son consecuencia lógica del conocimiento de las debilidades, de sus causas y de las fortalezas que pueden contribuir a su cumplimiento. La propuesta de una acción de mejora debe completarse con la enunciación de las tareas que la componen. Las cuestiones que se deben tener presente por cada tarea son su duración o tiempo de ejecución y los recursos que necesita. Por cuestiones de espacio, en este capítulo, se analizarán las tareas necesarias para llevar a cabo sólo algunas de las acciones de mejora recomendadas en el *informe de conclusión/recomendaciones* para el pilar que tiene que ver con las *Capacidades del Proceso*. Para cada recomendación se enumeraron las posibles tareas o acciones que se deben llevar a cabo.

La Recomendación R01 (enunciada en la Tabla 4-1) indica que se debe “Definir actividades y nombrarlas unívocamente”. Para llevar a cabo lo recomendado las tareas a realizar son las siguientes:

- Listar las actividades involucradas en el proceso de M&E de GOCAME
- Verificar que cada actividad se nombre unívocamente
 - En caso de que alguna actividad no se encuentre correctamente nombrada, renombrarla
- Definir para cada actividad su objetivo

La Recomendación R02 (enunciada en la Tabla 4-1) indica que se deben “Analizar cada una de las actividades del proceso para determinar si se pueden subdividir en varias actividades más atómicas”. Para llevar a cabo lo recomendado las tareas o acciones a realizar son las siguientes:

- Recuperar el listado de actividades involucradas en el proceso de M&E de GOCAME
- Analizar las actividades y subactividades
- Subdividir aquellas actividades o subactividades que admitan descomposición

La Recomendación R05 (Tabla 4-1) indica que se debe “Definir una plantilla que permita la descripción de una actividad donde al menos consten los siguientes datos: objetivo específico, descripción, pre-condiciones, post-condiciones, entradas y salidas, rol/roles”. Para llevar a cabo lo recomendado las tareas a realizar son las siguientes:

- Definir una plantilla de actividades
 - Registrar los datos necesarios para describir una actividad (objetivo específico, descripción, pre-condiciones, post-condiciones, entradas y salidas, rol/roles)
 - Acordar un formato para la plantilla
 - Generar el documento de texto que se utilizará como plantilla
- Definir cómo se nombrará el documento que contiene la plantilla
- Definir dónde se guardará la plantilla y donde se guardarán las descripciones de las actividades

- Definir cómo se nombrará el documento que contenga la descripción de cada una de las actividades

La Recomendación R06 (recordar la Tabla 4-1) indica que se deben “Describir cada una de las actividades y tareas enunciadas durante la descripción del proceso relleno la plantilla”. Para llevar a cabo lo recomendado las acciones a realizar son las siguientes:

- Recuperar el listado de actividades involucradas en el proceso de M&E de GOCAME
- Por cada actividad del listado
 - Rellenar la plantilla de actividades
 - Nombrar el documento según lo especificado en R05
 - Guardar el documento según lo especificado en R05

La Recomendación R10 (enunciada en Tabla 4-1) indica que se debe “Elegir un lenguaje de modelado formal que sea sintáctico y semánticamente bien formado para utilizarlo en el modelado del proceso”. Las tareas a realizar son las siguientes:

- Analizar los lenguajes de modelado existentes y su expresividad para modelar las distintas vistas del proceso (funcional, informacional, de comportamiento y organizacional)
- Seleccionar el lenguaje más adecuado para cada vista
- Justificar la elección del o los lenguajes de modelado

La Recomendación R11 (recordar la Tabla 4-1) indica que se debe “Modelar el proceso desde el punto de vista funcional.”. Las acciones a realizar son las siguientes:

- Por cada actividad
 - Agrupar subactividades relacionadas
 - Modelar el conjunto de actividades relacionadas

La Recomendación R12 (enunciada en Tabla 4-1) indica que se deben “Analizar los modelos de la vista funcional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.”. Para llevar a cabo lo recomendado las tareas a realizar son las siguientes:

- Por cada modelo funcional
 - Evaluar la posibilidad de dividir el modelo en subvistas

La Recomendación R19 (Tabla 4-1) indica que se debe “Describir el proceso utilizado por la estrategia utilizando, tanto como sea posible, los conceptos enunciados y definidos en la base conceptual terminológica”. Las acciones a realizar son las siguientes:

- Por cada modelo funcional
 - Describir el proceso plasmado en dicho modelo haciendo uso de los conceptos de la base terminológica del dominio de M&E

5.2.4.1. Priorización de las Acciones de Mejora

Como se puede apreciar, hasta el momento se trabajó con todas las recomendaciones sin ningún orden de prioridad. Sin embargo, existen restricciones que pueden condicionar la consideración de una recomendación, postergarla o incluso excluirla del plan de mejoras. Como consecuencia es imprescindible conocer el conjunto de restricciones que condicionan la viabilidad de cada recomendación y sus acciones relacionadas. Establecer el mejor orden de prioridad no es sencillo y va más allá de proponer en primer lugar la realización de aquellas recomendaciones asociadas a los factores más urgentes, sino que se deben tener en cuenta otros criterios en la decisión. Los criterios utilizados en la priorización de las recomendaciones de cambio son:

- *Urgencia del cambio.* Este criterio fue utilizado en el estudio comparativo de estrategias integradas de M&E para identificar la urgencia de los cambios. En el momento del diseño de la evaluación se establecieron tres posibles valores, a saber: 1) Sin necesidad de cambio (SC ■■■); 2) Debería cambiar (DC ■■■); y, 3) Urge cambio (UC ■■■).
- *Dificultad de la implementación.* La dificultad en la implementación de una acción de mejora puede ser un factor clave a tener en cuenta, puesto que puede llegar a determinar la consecución, o no, de la misma. Se procederá a priorizarlas de menor a mayor grado de dificultad teniendo en cuenta cuatro valores, a saber: 1) Mayor (Ma); 2) Moderada (Mo); 3) Menor (Me); y, 4) Despreciable (D).
- *Plazo de implementación.* Es importante tener en cuenta que hay acciones de mejora que pueden realizarse de forma inmediata o a corto plazo debido a que su alcance está totalmente definido y no suponen un esfuerzo excesivo. Por otro lado, existen acciones de mejora que necesitan la realización de trabajos previos o de un mayor tiempo de implantación. Por lo que se podrán priorizar teniendo en cuenta el plazo que requiere según cuatro valores, a saber: 1) Largo (L); 2) Medio (M); 3) Corto (C); e, 4) Inmediato (I).
- *Relevancia según los Requerimientos No Funcionales Elementales.* Este criterio es el resultado de considerar conjuntamente los pesos y las relaciones de los requerimientos no funcionales elementales especificados por el experto en evaluación cuando llevó a cabo la actividad de *Diseñar la Evaluación* (recordar Tabla 3-21). Con los pesos se puede analizar la importancia relativa de los requerimientos elementales que se encuentran agrupados en un mismo subconcepto; mientras que, con el análisis de las relaciones es posible determinar si las mismas son de conjunción, disyunción o neutralidad. Para el presente estudio el lector puede recurrir a la Figura 3-10 y a la Tabla 3-21 para observar estos factores. A modo de ejemplo, ante una recomendación de cambio será más prioritario cambiar un requerimiento elemental con un alto peso y un operador de simultaneidad medio que un requerimiento elemental con un peso bajo y un operador de reemplazabilidad fuerte. Los valores que se utilizarán para indicar el grado de relevancia son: 1) Baja (B); 2) Casi Baja (CB); 3) Casi Alta (CA); y, 4) Alta (A).

Cada uno de los ítems de los criterios seleccionados fue asociado a un peso que va desde 1 a 4 y dicho peso equivale al orden en el que fueron enunciados. Por ejemplo, en el criterio de *urgencia del cambio* el ítem “Sin necesidad de cambio” tiene asignado el peso 1 y el ítem “Urge cambio” el peso 4. A partir de los criterios de priorización adoptados y la enunciación de las actividades necesarias para llevar a cabo cada acción de mejora recomendada se confeccionó la Tabla 5-4. Dicha tabla constituye una herramienta de priorización de las recomendaciones de cambio a partir de la suma de sus puntuaciones.

Nº	Recomendación	Urgencia	Dificultad	Plazo	Relevancia	Puntaje
R01	Definir actividades y nombrarlas unívocamente.	DC ■■■ (2)	Mo (2)	C (3)	CB (2)	9
R02	Analizar cada una de las actividades del proceso para determinar si se pueden subdividir en varias actividades más atómicas.	DC ■■■ (2)	Mo (2)	C (3)	B (1)	8
R03	Definir artefactos que se producen o consumen en las actividades del proceso y nombrarlos unívocamente.	UC ■■■ (3)	Me (3)	C (3)	CA (3)	12
R04	Definir el conjunto de roles e incumbencias necesarios para llevar a cabo las actividades del proceso.	UC ■■■ (3)	Me (3)	C (3)	B (1)	10
R05	Definir una plantilla que permita la descripción de una actividad donde al menos consten los siguientes datos: objetivo específico, descripción, pre-condiciones, post-condiciones, entradas y salidas, rol/roles.	UC ■■■ (3)	D (4)	I (4)	CB (2)	13
R06	Describir cada una de las actividades y tareas enunciadas durante la descripción del proceso rellenando la plantilla.	UC ■■■ (3)	Me (3)	M (2)	CB (2)	10

Nº	Recomendación	Urgencia	Dificultad	Plazo	Relevancia	Puntaje
R07	Definir una plantilla que permita la descripción de un artefacto donde al menos consten los siguientes datos: descripción y/o objetivo específico, actividad que lo insume y/o produce.	UC  (3)	D (4)	I (4)	CA (3)	14
R08	Describir cada uno de los artefactos enunciados durante la descripción del proceso relleno de la plantilla.	UC  (3)	Me (3)	M (2)	A (4)	12
R09	Analizar cada uno de los artefactos del proceso para determinar si se pueden subdividir en varios subartefactos más atómicos y manejables desde el punto de vista de línea base en configuración.	UC  (3)	Me (3)	C (3)	B (1)	10
R10	Elegir un lenguaje de modelado formal que sea sintácticamente 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.	DC  (2)	Me (3)	I (4)	B (1)	10
R11	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.	SC  (1)	Mo (2)	M (2)	B (1)	6
R12	Analizar los modelos de la vista funcional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	DC  (2)	Mo (2)	C (3)	B (1)	8
R13	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.	SC  (1)	Mo (2)	M (2)	B (1)	6
R14	Analizar los modelos de la vista informacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	UC  (3)	Mo (2)	C (3)	B (1)	9
R15	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.	SC  (1)	Mo (2)	M (2)	B (1)	6
R16	Analizar los modelos de la vista de comportamiento para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	DC  (2)	Mo (2)	C (3)	B (1)	8
R17	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.	UC  (3)	Mo (2)	M (2)	CB (2)	9
R18	Analizar los modelos de la vista organizacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	UC  (3)	Mo (2)	C (3)	B (1)	9
R19	Describir el proceso utilizado por la estrategia utilizando, tanto como sea posible, los conceptos enunciados y definidos en la base conceptual terminológica.	SC  (1)	Mo (2)	M (2)	CA (3)	8

Nº	Recomendación	Urgencia	Dificultad	Plazo	Relevancia	Puntaje
R20	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.	DC  (2)	Ma (1)	L (1)	B (1)	5
R21	Analizar los términos definidos en los estándares (ISO/IEC 15939, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 25010) y ver si se pueden utilizar en el contexto de la estrategia.	UC  (3)	Mo (2)	C (3)	CB (2)	10
R22	Realizar un análisis para determinar los conceptos utilizados en la descripción del proceso que son propios al vocabulario de la estrategia.	UC  (3)	Mo (2)	M (2)	CB (2)	9
R23	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.	UC  (3)	Ma (1)	M (2)	CB (2)	8
R24	Enunciar sinónimos.	UC  (3)	Me (3)	M (2)	CB (2)	10
R25	Estructurar los conceptos y relaciones encontradas entre ellos como una ontología. Seguir algunas de las metodologías propuestas para su creación, por ejemplo Methontology.	SC  (1)	Ma (1)	L (1)	CA (3)	6
R26	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.	DC  (2)	Ma (1)	L (1)	CA (3)	7
R27	Asociar a cada módulo los conceptos definidos en la base conceptual terminológica que se relacionan al mismo.	DC  (2)	Mo (2)	L (1)	A (4)	9
R28	Definir el marco conceptual con los términos definidos y enunciados en la base conceptual.	SC  (1)	Me (3)	L (1)	A (4)	9
R29	Elegir un lenguaje de modelado formal que sea sintáctica y semánticamente bien formado para utilizar en el modelado del marco conceptual.	SC  (1)	Me (3)	I (4)	CA (3)	11
R30	Modelar el marco conceptual con el lenguaje elegido.	SC  (1)	Me (3)	C (3)	CA (3)	10
R31	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.	SC  (1)	Mo (2)	M (2)	A (4)	9
R32	Definir para cada una de las actividades enunciadas del proceso uno o más métodos que la soporte.	SC  (1)	Mo (2)	M (2)	CB (2)	7
R33	Analizar qué partes de la metodología puede ser soportada por una herramienta.	DC  (2)	Mo (2)	M (2)	B (1)	7
R34	Definir requerimientos funcionales y no funcionales necesarios en una herramienta que automatice la metodología.	DC  (2)	Ma (1)	L (1)	B (1)	5
R35	Diseñar e implementar la herramienta.	DC  (2)	Ma (1)	L (1)	B (1)	5
R36	Dejar constancia de la existencia de la herramienta en la bibliografía.	DC  (2)	Ma (1)	L (1)	B (1)	5

Tabla 5-4. Priorización de las recomendaciones obtenidas en el estudio comparativo según los criterios propuestos.

Una vez analizadas y ponderadas todas las recomendaciones se realizó la suma de sus puntuaciones. Luego se ordenaron las entradas de mayor a menor según el total obtenido. Como resultado se confeccionó la Tabla 5-5 donde se puede observar que las recomendaciones que resultaron prioritarias, si se toman aquellas que fueron puntuadas entre 14 y 8²⁹ (resaltadas en gris), se encuentran 16

²⁹ La elección del rango de recomendaciones (14-8) que se tomó como prioritaria se determinó en función del esfuerzo y el tiempo requerido para llevar a cabo los cambios teniendo en cuenta que no supere el tiempo planificado para la terminación del presente trabajo doctoral.

recomendaciones referidas al área de procesos; 8 recomendaciones referidas al área del marco conceptual y una referida al área de la metodología.

Nº	Recomendación	Priorización
R07	Definir una plantilla que permita la descripción de un artefacto donde al menos consten los siguientes datos: descripción y/o objetivo específico, actividad que lo insume y/o produce.	14
R05	Definir una plantilla que permita la descripción de una actividad donde al menos consten los siguientes datos: objetivo específico, descripción, pre-condiciones, post-condiciones, entradas y salidas, rol/roles.	13
R03	Definir artefactos que se producen o consumen en las actividades del proceso y nombrarlos unívocamente.	12
R08	Describir cada uno de los artefactos enunciados durante la descripción del proceso rellenando la plantilla.	12
R29	Elegir un lenguaje de modelado formal que sea sintáctica y semánticamente bien formado para utilizar en el modelado del marco conceptual.	11
R04	Definir el conjunto de roles e incumbencias necesarios para llevar a cabo las actividades del proceso.	10
R06	Describir cada una de las actividades y tareas enunciadas durante la descripción del proceso rellenando la plantilla.	10
R09	Analizar cada uno de los artefactos del proceso para determinar si se pueden subdividir en varios subartefactos más atómicos y manejables desde el punto de vista de línea base en configuración.	10
R10	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.	10
R21	Analizar los términos definidos en los estándares (ISO/IEC 15939, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 25010) y ver si se pueden utilizar en el contexto de la estrategia.	10
R24	Enunciar sinónimos.	10
R30	Modelar el marco conceptual con el lenguaje elegido.	10
R01	Definir actividades y nombrarlas unívocamente.	9
R14	Analizar los modelos de la vista informacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	9
R17	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.	9
R18	Analizar los modelos de la vista organizacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	9
R22	Realizar un análisis para determinar los conceptos utilizados en la descripción del proceso que son propios al vocabulario de la estrategia.	9
R27	Asociar a cada módulo los conceptos definidos en la base conceptual terminológica que se relacionan al mismo.	9
R28	Definir el marco conceptual con los términos definidos y enunciados en la base conceptual.	9
R31	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.	9
R02	Analizar cada una de las actividades del proceso para determinar si se pueden subdividir en varias actividades más atómicas.	8
R12	Analizar los modelos de la vista funcional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	8
R16	Analizar los modelos de la vista de comportamiento para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas.	8
R19	Describir el proceso utilizado por la estrategia utilizando, tanto como sea posible, los conceptos enunciados y definidos en la base conceptual terminológica.	8
R23	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.	8

Nº	Recomendación	Priorización
R26	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.	7
R32	Definir para cada una de las actividades enunciadas del proceso uno o más métodos que la soporte.	7
R33	Analizar qué partes de la metodología puede ser soportada por una herramienta.	7
R11	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.	6
R13	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.	6
R15	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.	6
R25	Estructurar los conceptos y relaciones encontradas entre ellos como una ontología. Seguir algunas de las metodologías propuestas para su creación, por ejemplo Methontology.	6
R20	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.	5
R34	Definir requerimientos funcionales y no funcionales necesarios en una herramienta que automatice la metodología.	5
R35	Diseñar e implementar la herramienta.	5
R36	Dejar constancia de la existencia de la herramienta en la bibliografía.	5

Tabla 5-5. Recomendaciones priorizadas de mayor a menor.

Es preciso mencionar que algunas de las recomendaciones prioritarias tuvieron que ser descartadas por distintas razones. Un ejemplo de ello es la recomendación R29 que no fue tenida en cuenta ya que el lenguaje de modelado formal utilizado para modelar el marco conceptual fue determinado en el momento en que se definió el marco conceptual y la representación de la ontología de M&E. Otro ejemplo, es la recomendación R31 que si bien salió bien puntuada en la priorización se decidió no tenerla en cuenta en esta primera etapa de mejora debido a que el tiempo necesario para su ejecución excede ampliamente el tiempo de realización pensado para esta tesis.

La Tabla 5-6 presenta la planificación que se utilizará para la ejecución de las acciones de mejora junto con los tiempos estimados, el responsable de la tarea y los puntos de control para realizar el seguimiento. Con respecto a la estimación de tiempos, es importante destacar que el proyecto de mantenimiento o cambio a planificar no sólo posee acciones rutinarias -como por ejemplo rellenar una plantilla de actividades- donde el tiempo es de más fácil estimación, sino que también posee actividades con aspectos de investigación –como la creación de una ontología- donde la estimación del tiempo es mucho más compleja e imprecisa a raíz de las características propias de esta actividad. El grupo de trabajo dedicado a implementar las recomendaciones de cambio está conformado, fundamentalmente, por tres personas: Pablo Becker, Luis Olsina y Fernanda Papa. Estos tres miembros trabajaron con la colaboración de un grupo mayor que aportó sus ideas y su tiempo para la realización de estas mejoras y otras que aun se están llevando a cabo (como es el caso de la vinculación de los objetivos de medición con los objetivos a distintos niveles de la organización). Los tiempos necesarios para la ejecución de cada recomendación (recordar que cada recomendación involucra un conjunto de acciones) fueron estimados en horas persona. Es importante tener en cuenta que no todos los integrantes del grupo de trabajo se encuentran dedicados exclusivamente a este proyecto.

Recomendación	Responsable	Tiempo	Puntos de Control para el Seguimiento
R07	P. Becker	8 horas	Plantilla digital y formateada con los datos solicitados para describir un artefacto. Política para nombrar los documentos y para almacenarlos. Plantilla y política evaluada y aprobada por el grupo de trabajo.
R05	P. Becker	8 horas	Plantilla digital y formateada con los datos solicitados para describir una actividad. Política para nombrar los documentos y para almacenarlos. Plantilla y política evaluada y aprobada por el grupo de trabajo.
R03	P. Becker	32 horas	Lista de artefactos producidos. Lista de artefactos evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.
R08	P. Becker	24 horas	Por cada artefacto enunciado se debe tener un documento con la plantilla completa. Descripción de cada artefacto evaluada y aprobada por el grupo de trabajo.
R04	P. Becker	16 horas	Lista de roles y sus incumbencias. Lista de roles y sus incumbencias evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.
R06	P. Becker	40 horas	Por cada actividad enunciada se debe tener un documento con la plantilla completa. Descripción de cada actividad evaluada y aprobada por el grupo de trabajo.
R09	P. Becker	16 horas	Lista de artefactos que pueden ser subdivididos, junto con sus subdivisiones. Lista de artefactos con sus subdivisiones evaluada y aprobada por el grupo de trabajo.
R10	P. Becker	32 horas	Lenguaje formal seleccionado. Lista de los beneficio de su utilización. Lenguaje evaluado y aprobado por el grupo de trabajo.
R21	F. Papa	16 horas	Lista de términos utilizados en los estándares de dominio que pueden ser utilizados en la estrategia.
R24	F. Papa	32 horas	Lista de sinónimos evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.
R30	F. Papa	64 horas	Marco conceptual modelado evaluado y aprobado por el grupo de trabajo.
R01	P. Becker	32 horas	Lista de actividades. Lista de actividades evaluadas y aprobadas por el grupo de trabajo.
R14	P. Becker	24 horas	Los modelos de la vista informacional con todos sus submodelos evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.
R17	P. Becker	24 horas	Los modelos de la vista organizacional evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.
R18	P. Becker	16 horas	Los modelos de la vista organizacional con todos sus submodelos evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.
R22	F. Papa	24 horas	Lista de términos utilizados en la descripción del proceso que son propios al vocabulario de la estrategia. Lista de términos que pueden ser reemplazados por algún vocablo propio de la estrategia aprobado y evaluado por el grupo de trabajo.
R27	F. Papa	16 horas	Lista de términos indicando a que módulo del Marco Conceptual se asocia. Esta lista debe estar evaluada y aprobada por el grupo de trabajo.
R28	F. Papa	32 horas	El marco conceptual evaluado y aprobado por el grupo de trabajo.
R02	P. Becker	24 horas	Lista de actividades que pueden ser subdivididas, junto con sus subdivisiones. Propuesta de subdivisión evaluada y aprobada por el grupo de trabajo.
R12	P. Becker	24 horas	Los modelos de la vista funcional con todos sus submodelos evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.
R16	P. Becker	24 horas	Los modelos de la vista de comportamiento con todos sus submodelos evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.
R19	P. Becker	20 horas	La descripción del proceso evaluada y aprobada por el grupo de trabajo.
R23	P. Becker	20 horas	Lista con todos los términos enunciados y definidos.
	F. Papa		Términos evaluados y aprobados por el grupo de trabajo.

Tabla 5-6. Recomendaciones de mejora, responsable, tiempo estimado de realización y puntos de control para el seguimiento.

5.2.5. Resultado de la Planificación

A continuación, y para finalizar con la planificación, se analizaron las dependencias existentes entre las distintas actividades que conforman cada recomendación prioritaria. En este momento se pudo apreciar que muchas de las actividades necesitan que se ejecuten actividades previamente que tienen que ver con

recomendaciones no prioritarias. La Figura 5-5 muestra en un diagrama Gantt³⁰ las dependencias en la ejecución de las actividades de cada recomendación. En gris se encuentran las recomendaciones que son prioritarias y en azul las no prioritarias.

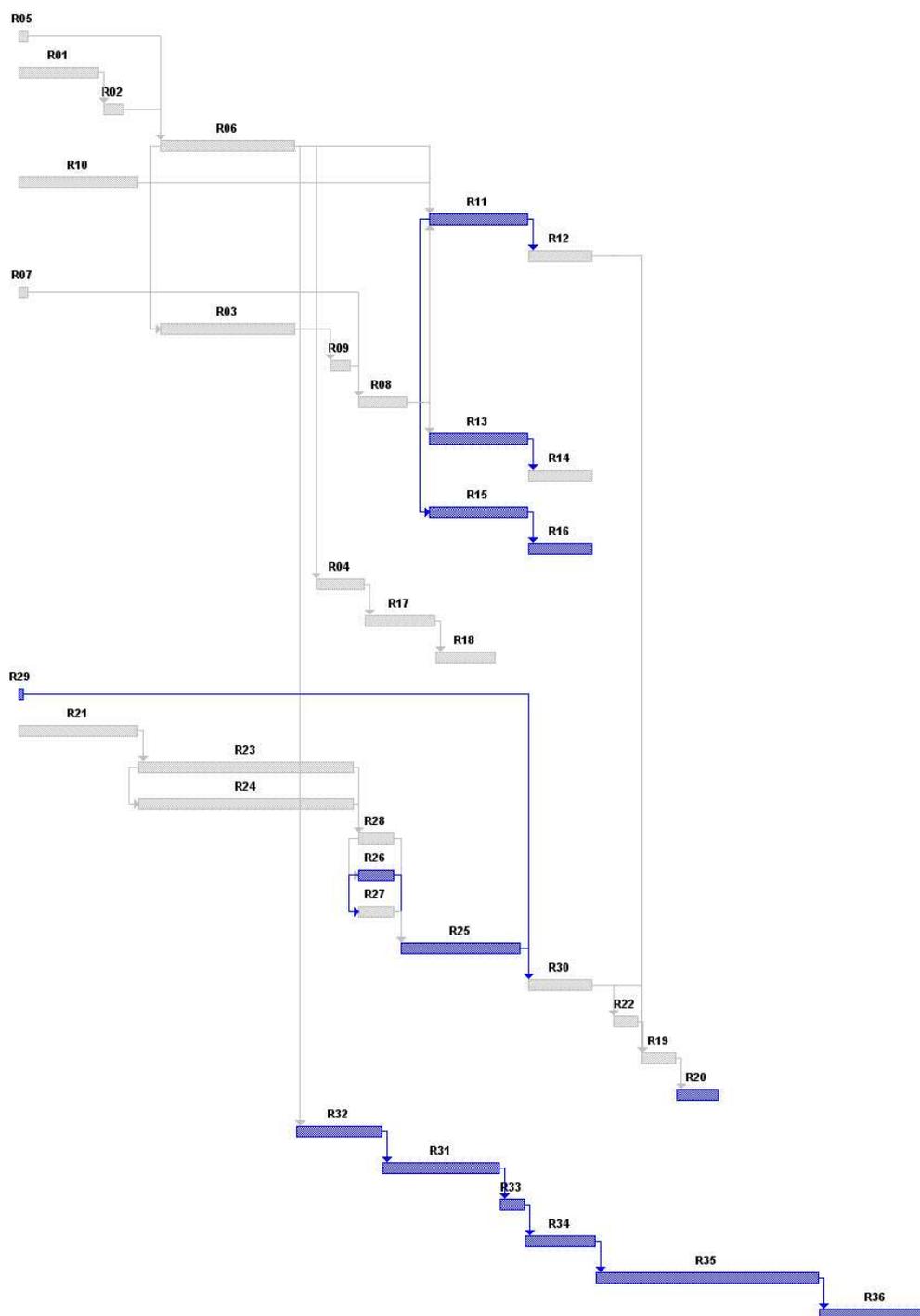


Figura 5-5. Diagrama Gantt que muestra la precedencia en la ejecución de las tareas para cada recomendación. En gris las recomendaciones prioritarias.

Observando la Figura 5-5 se puede apreciar que la recomendación prioritaria R12 necesita que se ejecuten antes las actividades involucradas en la recomendación no prioritaria R11. Esta última

³⁰ El diagrama Gantt consiste en una representación gráfica de la extensión de las actividades de un proyecto sobre dos ejes: en el eje vertical se disponen las tareas y en el horizontal se representa el tiempo. Cada actividad se representa mediante un bloque rectangular cuya longitud indica su duración; la altura carece de significado.

recomendación indica la necesidad de modelar todas las actividades y subactividades del proceso de M&E desde el punto de vista funcional. Una vez que este conjunto de modelos está listo se debe ver la posibilidad de subdividirlos jerárquicamente en subvistas. La misma situación se presenta con la recomendación prioritaria R14 con respecto a la recomendación no prioritaria R13. Sólo que en este caso se trata acerca del modelado del proceso desde la perspectiva informacional. Por último y en una situación más compleja, se encuentra la recomendación prioritaria R30 que sugiere modelar el marco conceptual con un lenguaje formal. Pero para llegar al modelado del marco conceptual, antes se debe analizar los términos del dominio (recomendación prioritaria R21), definirlos (recomendación prioritaria R23), buscar sus sinónimos si corresponde (recomendación prioritaria R24), dividir el dominio en módulos más comprensibles (recomendación no prioritaria R26), asociar a cada módulo los términos relacionados (recomendación prioritaria R27) y definir el marco conceptual (recomendación prioritaria R28).

5.2.6. Seguimiento de la Planificación

Por último, es necesario realizar un seguimiento de las acciones de mejora ejecutadas y contrastar dichas acciones con la planificación realizada. Una buena planificación ayuda a concentrarse en los resultados que importan, mientras que el seguimiento ayuda a aprender de los éxitos y retos pasados.

Si bien la planificación es un buen punto de partida para el logro de los objetivos, por sí sola puede ser un fracaso si no tiene por detrás un proceso reflexivo, ordenado y estructurado que posibilite su consecución. Por lo tanto, es importante contar con un seguimiento que permita la revisión de los avances en la implementación de acciones y tareas.

Existen dependencias entre la planificación y el seguimiento, a saber (adaptado de [PNUD, 2009]):

- Sin una planificación y una articulación adecuada de los resultados buscados, no está claro qué se debería supervisar, ni cómo; por tanto, no se puede hacer bien el seguimiento.
- Sin un seguimiento cuidadoso, no se pueden recabar los datos necesarios, por tanto, es difícil conocer si se lograron los objetivos.
- El seguimiento puede llevar a menudo a cambios en los planes.

En la cuarta columna de la Tabla 5-6 se definieron los puntos de control para el seguimiento que permitirán verificar el cumplimiento de cada una de las recomendaciones de cambio.

5.3. Desafíos Presentados Durante la Planificación

En la sección 5.2. se documentaron los pasos realizados durante la planificación de las acciones de mejora referidas a cada recomendación de cambio. Si bien no fueron muchos los desafíos enfrentados, cabe mencionar algunos de ellos:

- 1) Al plantear criterios de priorización extras al utilizado en el estudio comparativo, esto es urgencia de cambio, algunas recomendaciones fueron priorizadas en distinto orden al que se hubiera seguido sólo con dicho criterio.
- 2) Existían recomendaciones de cambio prioritarias que dependían de la realización de las acciones de mejora de una o más recomendaciones no prioritarias. Un ejemplo de ello, es la recomendación prioritaria R18 que indicaba que se debía “Analizar los modelos de la vista organizacional para determinar si se los puede subdividir jerárquicamente en subvistas” que depende de la recomendación no prioritaria R17 que indicaba que se debía “Modelar el proceso desde el punto de vista organizacional. Tener en cuenta...”.
- 3) Requirió más esfuerzo que el previsto documentar las acciones de mejora que debían llevarse a cabo para cumplir con cada una de las recomendaciones de cambio.

- 4) Fue difícil estimar el tiempo requerido para la ejecución de algunas de las acciones de mejora. Las características particulares de este proyecto de cambio que posee actividades con aspectos de investigación y la falta de experiencia en la estimación de este tipo de proyectos fueron las principales causas de la dificultad. Adicionándose a estos inconvenientes cabe destacar que las personas encargadas de ejecutar las acciones de mejora tenían una dedicación no uniforme. Pudiéndose dedicar parcialmente por momentos y completamente en otros.
- 5) Al tener un grupo de trabajo reducido (tres personas) la responsabilidad de liderar los cambios recayó, generalmente, siempre en la misma persona.

Más allá de estos desafíos, también se encontraron muchas facilidades al momento de planificar. La razón principal es que la planificación se realizó a partir de la evaluación y recomendación de cambio, siguiendo una estrategia de M&E (GOCAME). Por ejemplo, al momento de identificar el o las áreas de mejora estas surgieron automáticamente al considerar las características inmediatas inferiores al concepto foco estudiado (Calidad de las Capacidades –recordar Figura 3-3). Lo mismo ocurrió al momento de definir y agrupar en las áreas de mejora las fortalezas y debilidades encontradas. Aquí simplemente se definió el umbral –que coincidía con los criterios de decisión especificados en el estudio (Tabla 3-20), y se listaron aquellos atributos con valor satisfactorio como fortalezas y el resto como debilidades. También se detectó con cierta facilidad las causas que originaban las debilidades. Para ello, se analizaron las métricas que cuantificaban a cada atributo junto con los valores obtenidos al momento de realizar la medición. Por último, lo que también surgió de manera directa es la formulación de los objetivos a alcanzar con las acciones de mejora a planificar.

En definitiva como resultado de la planificación se obtuvo el Plan de Mejoras que contiene la siguiente información: 1) Las áreas que se detectaron como factibles de mejora luego del análisis de debilidades y fortalezas –sección 5.2.1.; 2) Los diagramas de espinas donde se muestran las principales causas de las debilidades –sección 5.2.2.; 3) Los objetivos a alcanzar con la ejecución de las acciones de mejora –sección 5.2.3.; 4) Selección de las acciones de mejora –sección 5.2.4.; 5) Priorización de las acciones de mejora y asignación de recursos y tiempo –sección 5.2.4.1.; 6) Diagrama Gantt con las dependencias de ejecución de las acciones de mejora –sección 5.2.5. En el siguiente capítulo, se registra la ejecución de las acciones de mejora teniendo en cuenta las áreas de mejora (o, lo que lo mismo, los pilares evaluados) y se describen brevemente las características que GOCAME Versión 2.0. alcanzó luego de los cambios realizados.



Ejecución de las Acciones de Mejora: GOCAME Versión 2.0.

En el capítulo anterior se presentó la planificación de las acciones de mejora propuestas a partir de las recomendaciones de cambio surgidas del estudio comparativo de estrategias integradas de M&E (capítulos 3 y 4).

En el presente capítulo se detallará la ejecución de las acciones de mejora (sección 6.1.) teniendo en cuenta los tres pilares del estudio comparativo, a saber: *Calidad de las Capacidades del Proceso* (sección 6.1.1.), *Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual* (sección 6.1.2.) y *Calidad de las Capacidades de la Metodología* (sección 6.1.3.). Luego, en la sección 6.2., se comentan los desafíos que se presentaron al momento de la ejecución del Plan de Mejoras propuesto. En la siguiente sección (6.3.) se presenta la conclusión global del trabajo de planificación y ejecución realizado. Por último, y para finalizar el capítulo, en la sección 6.4. se describen brevemente las características que GOCAME Versión 2.0. alcanzó luego de la ejecución de los cambios.

Para la implementación de la M&E de la estrategia GOCAME Versión 2.0. se utiliza la misma especificación del estudio comparativo descrita en el capítulo 3. Esto permite que los resultados obtenidos al evaluar esta nueva entidad sean consistentemente comparables con los resultados conseguidos por GOCAME en el 2010. En consecuencia, el análisis realizado en 2014 permite conocer cuantitativamente el impacto de la mejora obtenida a raíz de los cambios introducidos en GOCAME Versión 2.0.

6.1. Ejecución de las Acciones de Mejora

El tiempo total previsto para llevar a cabo cada una de las acciones de mejora propuestas y planificadas en el capítulo anterior es de 568 horas persona. Este dato se estimó a partir del diagrama Gantt (Figura 5-5) expuesto en la sección 5.2.5. donde cada recomendación de cambio se planificó teniendo en cuenta las horas que llevaría la ejecución de las acciones que agrupa. Si bien algunas actividades pueden solaparse en el tiempo, existen otras que si o si necesitan ejecutarse en secuencia.

A continuación, se documentan sintéticamente todos los cambios realizados a partir de la ejecución de las acciones de mejora propuestas en las recomendaciones. Los cambios no siempre fueron descritos en el orden en que se ejecutaron por una cuestión didáctica. Para facilitar la lectura de esta sección los cambios realizados se describen agrupados según las capacidades que involucran, de este modo en la sección 6.1.1. se presentan aquellos cambios relacionados a la Capacidad del Proceso, en la sección 6.1.2.

los relacionados al Marco Conceptual y por último, en la sección 6.1.3. se presentan los que tienen que ver con la Metodología.

6.1.1. Ejecución de Acciones de Mejora en las Capacidades del Proceso

Las actividades involucradas en la recomendación prioritaria R05 fueron las primeras en ejecutarse. Esta recomendación indicaba que se debía definir una plantilla que permita la descripción de una actividad. El objetivo de dicha plantilla es reunir toda la información relacionada a una actividad/tarea en un único documento. Para su diseño se han tomado como base los conceptos del dominio de proceso (recordar el marco conceptual de proceso de la Figura 2-5), así como otros documentos de especificación de procesos ([Esteban *et al.*, 2003], [Heidrich *et al.*, 2006] e ISO 12207 [ISO/IEC 12207, 2008], por mencionar algunos). Al diseñar la plantilla se ha buscado tener presente el principio W5H (*What, Why, Where, Who, When, How*) donde cada campo de dato permite responder a preguntas que comiencen con qué, por qué, dónde, quién, cuándo y cómo. La Figura 6-1 muestra la información que contiene la plantilla, a saber: el *nombre* del proceso y el *código* que lo identifica de manera unívoca dentro del catálogo de procesos, el *objetivo* que se persigue al ejecutar el proceso, una *vista de modelo de proceso* que integre aspectos de las vistas funcional, de comportamiento y organizacional, una breve *descripción* textual del proceso que permite agregar detalles y comentarios sobre el modelo de proceso, los *productos de trabajo de entrada y de salida* (se puede hacer uso de la vista informacional), y las *pre y post-condiciones* (mediante una lista de requisitos escritos en forma afirmativa). Particularmente, con el campo *descripción* se responde *¿qué se debe hacer?*; a través del campo *objetivo* se responde la pregunta *¿por qué se realiza la actividad?*; a su vez, con el campo *modelo* (vistas de comportamiento y organizacional) se responden las preguntas *¿cuándo, es decir en qué orden, se realizan las tareas?* y *¿quiénes deben llevarlas a cabo?*. Los campos *entradas* y *salidas*, como así también la vista funcional incluida en el campo *modelo*, también permiten responder *¿qué productos de trabajo son necesarios para realizar la actividad?* y *¿qué se va a producir?*. Por otro lado, la pregunta *¿cómo se debe llevar a cabo la actividad?* se responde mediante la capacidad de métodos y herramientas de la estrategia considerada.

Nombre:		Código:
Objetivo:		
Vista del Modelo de Proceso:		
Descripción:		
Entradas:	Salidas:	
Pre-condiciones:	Post-condiciones:	
Métodos y Herramientas:	Roles:	

Figura 6-1. Plantilla de especificación de actividades/tareas del proceso para GOCAME Versión 2.0.

Luego de la definición de la plantilla, se prosiguió con la ejecución conjunta de las acciones de mejora propuestas por las recomendaciones prioritarias R01 y R02 (recordar Tabla 5-4). De este modo se confeccionó una lista con todas las actividades involucradas en el proceso, se analizó detalladamente cada una para determinar si el nombre utilizado es adecuado y si es posible subdividirla en actividades o tareas. Como resultado de estas acciones de mejora se obtuvo el conjunto de actividades definitivo nombrados unívocamente. El criterio utilizado para dar nombre a las actividades/tareas fue comenzar con un verbo en infinitivo, lo que permite una fácil identificación de actividades y tareas respecto de los productos de trabajo (o artefactos). La Tabla 6-1 muestra las correspondencias y los cambios realizados en el conjunto de actividades pertenecientes a GOCAME y GOCAME Versión 2.0.

Código	Actividades del Proceso de M&E		Justificación del cambio
	GOCAME	GOCAME Versión 2.0.	
1.	Medición y Evaluación		Sin cambios.
1.1.	Definir los Requerimientos No Funcionales	Definir los Requerimientos No Funcionales (A1)	Se agregó al final del nombre de la actividad el código que la identifica unívocamente dentro del catálogo.
1.1.1.	Establecer la Necesidad de Información		Sin cambios.
1.1.1.1.	Definir el Propósito		Sin cambios.
1.1.1.2.	Definir el Punto de Vista de Usuario		Sin cambios.
1.1.1.3.	Establecer el Objeto		Sin cambios.
1.1.1.4.	Establecer el Ente	Establecer Entidad	Se cambió el nombre por uno más significativo y adecuado si se tiene en cuenta la base conceptual C-INCAMI.
1.1.1.5.	Identificar el Foco		Sin cambios.
1.1.2.	Especificar el Contexto		Sin cambios.
1.1.2.1.	Seleccionar Propiedades de Contexto Relevantes	Seleccionar Propiedades de Contexto	Se abrevió el nombre de la actividad.
1.1.2.2.	Cuantificar Propiedad de Contexto		Sin cambios.
1.1.3.	Seleccionar un Modelo de Conceptos	Establecer el Árbol de Requerimientos	Se cambió el nombre para que represente mejor la actividad y se corresponda con el artefacto que produce.
1.1.3.1.	Seleccionar un Modelo	Seleccionar un Modelo de Conceptos	Se cambió el nombre por uno más significativo y adecuado si se tiene en cuenta la base conceptual C-INCAMI.
1.1.3.2.	Editar el Modelo	Definir el Árbol de Requerimientos	Se cambió el nombre por uno que representa mejor la tarea.
1.2.	Diseñar la Medición	Diseñar la Medición (A2)	Se agregó al final del nombre de la actividad el código que la identifica unívocamente dentro del catálogo.
1.2.1.	Establecer el Ente	Establecer Entidad	Ídem a 1.1.1.4.
1.2.2.	Asignar una Métrica a cada Atributo	Asignar Métricas	Se abrevió el nombre de la actividad.
1.2.2.1.	Identificar una Métrica que Cuantifique el Atributo	Seleccionar una Métrica	Se cambió el nombre por uno que representa mejor la tarea.
1.2.2.2.	Identificar las Métricas Relacionadas		Sin cambios.
1.2.2.3.	Identificar los Atributos que son Cuantificados por las Métricas Relacionadas		Se eliminó ya a que se consideró que no puede ser separada de la tarea anterior (1.2.2.2.).
1.2.2.4.	Seleccionar una Herramienta		Sin cambios.
1.3.	Implementar la Medición	Implementar la Medición (A3)	Se agregó al final del nombre de la actividad el código que la identifica unívocamente dentro del catálogo.
1.3.1.	Establecer Ente	Establecer Entidad	Ídem a 1.1.1.4. y a 1.2.1.
1.3.2.	Medir los Atributos		Sin cambios.
1.3.2.1.	Cuantificar Atributo		Sin cambios.
1.4.	Diseñar la Evaluación	Diseñar la Evaluación (A4)	Se agregó al final del nombre de la actividad el código que la identifica unívocamente dentro del catálogo.

Código	Actividades del Proceso de M&E		Justificación del cambio
	GOCAME	GOCAME Versión 2.0.	
1.4.1.	Identificar Indicadores Elementales		Sin cambios.
1.4.1.1.	Establecer el Modelo Elemental	Definir Indicador Elemental	Se unificaron estas cuatro tareas y una subactividad en una única tarea denominada Definir Indicador Elemental.
1.4.1.1.1.	Identificar la Función Elemental de Evaluación		
1.4.1.1.2.	Identificar los Criterios de Decisión		
1.4.1.2.	Establecer el Método de Cálculo		
1.4.1.3.	Identificar la Escala		
1.4.2.	Identificar Indicadores Parciales/Globales	Identificar Indicadores Derivados	Se cambió el nombre por uno más significativo y adecuado si se tiene en cuenta la base conceptual de la estrategia GOCAME Versión 2.0.
1.4.2.1.	Establecer el Modelo Parcial/Global	Definir Indicador Derivado	Se unificaron estas cinco tareas y una subactividad en una única tarea denominada Definir Indicador Derivado.
1.4.2.1.1.	Identificar la Función Parcial/Global de Evaluación		
1.4.2.1.2.	Identificar los Criterios de Decisión		
1.4.2.2.	Establecer el Método de Cálculo		
1.4.2.3.	Identificar la Escala		
1.4.2.4.	Asignar Valores a los Parámetros del Modelo		
1.5.	Implementar la Evaluación	Implementar la Evaluación (A5)	Se agregó al final del nombre de la actividad el código que la identifica unívocamente dentro del catálogo.
1.5.1.	Calcular Indicadores Elementales		Sin cambios.
1.5.1.1.	Calcular Indicador Elemental		Sin cambios.
1.5.2.	Calcular Indicadores Parciales/Globales	Calcular Indicadores Derivados	Se cambió el nombre por uno más significativo y más adecuado si se tiene en cuenta la base conceptual de la estrategia GOCAME Versión 2.0.
1.5.2.1.	Calcular Indicador Parcial/Global	Calcular Indicador Derivado	Se cambió el nombre por uno más significativo y más adecuado si se tiene en cuenta la base conceptual de la estrategia GOCAME Versión 2.0.
1.6.	Analizar y Recomendar	Analizar y Recomendar (A6)	Se agregó al final del nombre de la actividad el código que la identifica unívocamente dentro del catálogo.
1.6.1.	Diseñar el Análisis		Sin cambios.
1.6.2.	Implementar el Análisis		Sin cambios.
1.6.3.	Elaborar el Informe de Conclusión		Sin cambios.
1.6.4.	Realizar Recomendaciones		Sin cambios.

Tabla 6-1. Correspondencia entre las actividades de GOCAME y GOCAME Versión 2.0. después de la ejecución de las acciones de mejora propuestas por las recomendaciones R01 y R02.

Como el lector puede apreciar en la Tabla 6-1 se realizaron varios cambios tanto en los nombres de las actividades como en la subdivisión, agrupación y eliminación de subactividades y tareas. Con respecto al cambio de nombre de las actividades se presentan diferentes fundamentos. Por ejemplo, a las seis actividades principales y de más alto nivel del proceso se les agregó al final de su nombre un código que la identifica unívocamente dentro del catálogo de actividades. El agregado de este código provocó un cambio en la numeración de las actividades presente en GOCAME. Particularmente, la actividad *Diseñar la Evaluación* cuyo código era 1.3. pasó a ser la actividad 1.4., mientras que la actividad *Implementar la Medición* cuyo código era 1.4. pasó a ser la actividad 1.3. Este cambio, aunque puede producir confusión al lector prácticamente no posee ningún efecto debido a que estas actividades pueden ser ejecutadas en paralelo o en secuencia, sin importar con cual se comienza. Para más detalle ver la Figura 2-11.

También hubo casos donde se decidió abreviar el nombre de la actividad por una cuestión de practicidad, por ejemplo, la actividad *Seleccionar Propiedades de Contexto Relevantes* fue renombrada como *Seleccionar Propiedades de Contexto*. En esta actividad la palabra “relevantes” no aporta significado

adicional. Otro caso que sirve de ejemplo, es el de la actividad *Asignar una Métrica a cada Atributo* que simplemente fue renombrada como *Asignar Métricas*.

Otros casos donde se renombraron actividades tienen que ver con el atributo medido en el estudio comparativo que trata con la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual (1.1.4.1.). Por ejemplo, la actividad *Establecer el Ente* se renombró *Establecer Entidad* debido a que el concepto "Entidad" se encuentra presente en la base conceptual de GOCAME, no así, el concepto "Ente". Similar es el caso de las actividades *Seleccionar un Modelo* e *Identificar Indicadores Parciales/Globales* que fueron renombradas como *Seleccionar un Modelo de Conceptos* e *Identificar Indicadores Derivados*, respectivamente. En el caso de la última actividad se presenta conformidad con la base conceptual de GOCAME Versión 2.0. que se documenta más adelante en este mismo capítulo en la sección 6.1.2. donde se describe la ejecución de las acciones de mejora en la Capacidad del Marco Conceptual.

Por último, es digno de mencionar que las actividades *Seleccionar un Modelo de Conceptos* y *Editar el Modelo* fueron renombradas por *Establecer el Árbol de Requerimientos* y *Definir el Árbol de Requerimientos*, respectivamente. El cambio en el primer caso, se fundamenta porque el nuevo nombre representa mejor a la actividad y se encuentra en consonancia con el artefacto que se produce denominado Especificación del Árbol de Requerimientos. Mientras que en el segundo cambio, el nombre elegido representa mejor el objetivo de la actividad.

Con respecto a la eliminación y agrupación de actividades o tareas se presentaron algunos casos a destacar:

- Uno de ellos es la eliminación de la tarea denominada *Identificar los Atributos que son cuantificados por las Métricas relacionadas*. Al analizar detalladamente esta tarea se advirtió una relación uno a uno con la tarea *Identificar las Métricas relacionadas* debido a que, cuando se selecciona una métrica se conoce cuál es el atributo al cual cuantifica. Por este motivo no es necesario identificar el atributo porque es un dato que se obtiene al identificar la métrica relacionada. Caso contrario sucede cuando tenemos un atributo que puede ser cuantificado por más de una métrica.
- También es digno de mencionar la agrupación de una serie de tareas y subactividades que tienen que ver con la definición de los indicadores elementales y derivados. Al analizar las actividades propuestas en GOCAME se pudo apreciar que la actividad *Establecer el Modelo Elemental* y las tareas *Establecer el Método de Cálculo* e *Identificar la Escala* pueden considerarse como los pasos a seguir para alcanzar el objetivo de la tarea más general *Definir Indicador Elemental*. Según el marco conceptual de procesos (recordar Figura 2-5 y Tabla 6-6) una tarea es una Definición de Trabajo la cual tiene una Descripción de Trabajo que contiene como atributo una especificación de pasos. Este atributo queda definido como la "especificación de pasos a seguir para alcanzar el objetivo de la definición de trabajo". Como nota anexa agrega que los pasos pueden ser acciones genéricas (por ejemplo para un proceso) o instrucciones concretas (por ejemplo para una tarea). Esta definición fue obtenida de [Becker, 2014] y avala la decisión de considerar dichas tareas como pasos que permiten alcanzar el objetivo de la definición de trabajo. Un razonamiento análogo fue llevado a cabo al momento de analizar y documentar la tarea *Definir Indicador Derivado*.

La recomendación prioritaria R10 indica "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". Lo primero que se llevó a cabo es un análisis de los lenguajes

de modelado. Los lenguajes examinados fueron: IDEF0, Diagramas de Actividad de UML, BPMN y SPEM. Las razones de considerar estos lenguajes se debió a que tienen un gran uso dentro de la industria, la academia o por ser los que están apoyados por organismos con relevancia dentro del ámbito de la ingeniería del software. Si el lector desea una descripción detallada de sus características puede recurrir al Apéndice A denominado Lenguaje de Modelado de Proceso de la referencia [Becker, 2014]. También se buscó información sobre la comparación de los diferentes lenguajes de modelado. Algunas de las referencias leídas fueron: [Portela *et al.*, 2012-1], [Bendraou *et al.*, 2010], [Wei *et al.*, 2006], [Niknafs *et al.*, 2009], [Fig *et al.*, 2009], [Moody *et al.*, 2008], [van der Aalst *et al.*, 2003], [White, 2004], [Russel *et al.*, 2006] y [Eloranta *et al.*, 2006]. Una vez reunida toda esta información y analizados los distintos lenguajes de modelado, sus ventajas y desventajas, se decidió utilizar SPEM 2.0. junto con Diagramas de Actividad y de Clase de UML 2.0. La razón de esta selección es que estos lenguajes son altamente adoptados, expresivos, tienen una semántica y una sintaxis bien definidas, son fáciles de comprender y lo suficientemente amplios para modelar el proceso de M&E desde las cuatro vistas. Además, SPEM es considerado como el estándar *de facto* en la industria para la representación de modelos de procesos de ingeniería del software e ingeniería de sistemas. Otro punto a favor para las notaciones elegidas es que existen herramientas gratuitas que las soportan, como por ejemplo, StarUML [StarUML] y EPFC (*Eclipse Process Framework Composer*) [Eclipse].

Por otra parte, se ejecutaron las acciones de mejora involucradas en la recomendación prioritaria R07 que indica la necesidad de contar con una plantilla para definir un artefacto. En la Figura 6-2 se muestra la información que contiene la plantilla, a saber: el *nombre* del artefacto, el *objetivo* que se persigue con la definición del artefacto, una breve *descripción* textual del artefacto que permite agregar comentarios y detalles sobre el artefacto o alguno de los campos de la plantilla, la *actividad que lo produce*, la actividad o actividades que lo insumen y por último, las *actividades que modifican el artefacto*.

Nombre:		Código:
Objetivo:		
Descripción:		
Actividad que lo produce:		Actividad/Actividades que lo insume:
Actividades que lo modifican:		

Figura 6-2. Plantilla de especificación de un artefacto para GOCAME Versión 2.0.

Posteriormente, se tomaron cada una de las actividades, subactividades y tareas definitivas para GOCAME Versión 2.0. y se comenzó a analizar los artefactos³¹ de entrada y salida de cada actividad. A su vez, se listaron todos los artefactos encontrados en GOCAME y se evaluó si: 1) estaban correctamente nombrados; 2) se necesitaba algún otro artefacto; 3) algún artefacto estaba de más; y, 4) cómo se compone cada artefacto. Al ejecutar estas acciones se cumplió con las recomendaciones R03 y R09 que se refieren a nombrar unívocamente a los artefactos y a la adecuada subdivisión en subartefectos, respectivamente. La Tabla 6-2 documenta el resultado de la ejecución de estas acciones de mejora. Como el lector puede observar la mayoría de los cambios realizados tienen que ver con una variación en el nombre de los

³¹ Corresponde mencionar que al momento de diseñar el estudio comparativo en el año 2010 no se encontraba modelada la base conceptual de procesos como en la actualidad. Por lo que al momento de definir las métricas se consideró a un artefacto en un sentido más amplio, es decir como un producto de trabajo (recordar el concepto Work Product en la sección 2.1.2.1.) que puede estar representado por un resultado (Outcome), un servicio (Service) o un artefacto (Artifact) propiamente dicho. Esto llevó a que al momento de medir los artefactos se tenga en cuenta tanto resultados, servicios como artefactos.

artefactos. El criterio utilizado para renombrarlos fue emplear la palabra Especificación antes del nombre del elemento especificado. Por ejemplo, el artefacto que en la versión anterior de GOCAME se denominaba *Propósito*, en la nueva versión se denominó *Especificación del Propósito*. Se produjeron ocho cambios de este tipo que en la Tabla 6-2 se pueden apreciar con la leyenda “Se renombró”. También, se agregaron siete artefactos identificados en la tabla con la inscripción “Se agregó a la nueva versión”. Como ejemplo se puede mencionar el artefacto nuevo *Especificación de Entidades* que agrupa una o más especificaciones de una entidad (cuyo artefacto se denomina *Especificación de Entidad*). Los artefactos *Propiedades relevantes del Contexto* y *Valor de la Propiedad de Contexto* se agregaron y juntos forman parte del artefacto denominado *Especificación del Contexto*. Estos dos nuevos artefactos surgen de la profundización de la investigación en el módulo de contexto realizada a partir de las tesis doctoral [Molina, 2012] referida al contexto de M&E y la tesis de grado [Becker, 2009] donde se modela el proceso de M&E. Otro cambio fue la eliminación del artefacto *Compromiso de Negocios* y el reemplazo de los artefactos *Valores Medidos* y *Valores de Indicador* por *Medida* y *Valor de Indicador*, respectivamente.

Artefactos del Proceso de M&E		Justificación del cambio
GOCAME	GOCAME Versión 2.0.	
Compromiso de Negocios		Se eliminó.
Objetivo/Problema/Riesgo	Necesidades y Objetivos de la Organización	Se renombró.
Especificación de los Requerimientos no Funcionales		Sin cambios.
Especificación de la Necesidad de Información		Sin cambios.
Propósito	Especificación del Propósito	Se renombró.
Punto de Vista	Especificación del Punto de Vista	Se renombró.
Categoría de Entidad	Especificación de la Categoría de Entidad	Se renombró.
Entidad	Especificación de la Entidad	Se renombró.
	Especificación de Entidades	Se agregó a la nueva versión.
Foco	Especificación del Foco de la Evaluación	Se renombró.
Especificación del Contexto		Sin cambios.
	Propiedades relevantes del Contexto	Se agregó a la nueva versión.
	Valor de la Propiedad de Contexto	Se agregó a la nueva versión.
	Especificación del Modelo de Concepto	Se agregó a la nueva versión.
Árbol de Requerimientos no Funcionales	Especificación del Árbol de Requerimientos	Se renombró.
Métrica	Especificación de Métrica	Se renombró.
Especificación de Métricas		Sin cambios.
	Especificación de Métricas Relacionadas	Se agregó a la nueva versión.
Herramienta	Especificación de Herramienta	Se renombró.
Valores Medidos	Medida	Se reemplazó.
Especificación de Indicadores		Sin cambios.
	Especificación de Indicador Elemental	Se agregó a la nueva versión.
Especificación de Indicadores Elementales		Sin cambios.
	Especificación de Indicador Derivado	Se agregó a la nueva versión.
Especificación de Indicadores Parciales/Globales	Especificación de Indicadores Derivados	Se renombró.
Especificación de Criterios Comunes		Se eliminó.
Valores de Indicador	Valor de Indicador	Se reemplazó.
Informe de Conclusión/Recomendación	Informe de conclusión y recomendaciones	Se renombró.
Especificación del Análisis	Diseño del análisis	Se renombró.
Informe de Análisis		Sin cambios.
Informe de Conclusión		Sin cambios.
Informe de Recomendaciones		Sin cambios.
Catálogo de Modelos de Conceptos		Sin cambios.
Catálogo de Medidas		Sin cambios.
Catálogo de Indicadores		Sin cambios.
Catálogo de Valores de Indicadores		Sin cambios.
Catálogo de Métricas		Sin cambios.
Catálogo de Propiedades de Contexto		Sin cambios.

Tabla 6-2. Correspondencia entre los artefactos de GOCAME y GOCAME Versión 2.0. después de la ejecución de las acciones de mejora propuestas por las recomendaciones R03 y R09.

A continuación, y con el fin de cumplir con las recomendaciones de cambio R13 y R14 que exponen la necesidad de modelar el proceso desde el punto de vista informacional (recomendación no prioritaria) y analizar la granularidad de los modelos (recomendación prioritaria), se tomó cada uno de los artefactos y como primera tarea se analizó como se relacionan con las actividades de M&E. Esto permitió determinar que existen cuatro artefactos principales que agrupan a otros subartefactos (recordar la Figura 2-11), a saber: *Especificación de los Requerimientos no Funcionales*, *Especificación de Métricas*, *Especificación de Indicadores*, y, los *Informes de Conclusión y de Recomendaciones* producidos por las actividades denominadas Definir los Requerimientos no Funcionales, Diseñar la Medición, Diseñar la Evaluación, y, Analizar y Recomendar, respectivamente. Por otro lado, las actividades Implementar la Medición e Implementar la Evaluación no producen artefactos sino datos o resultados, a saber: *Medidas* y *Valores de Indicadores*. Estas salidas, junto con sus metadatos asociados, son almacenados en repositorios (identificados con el estereotipo *datastore* en la Figura 2-11). La mejora llevada a cabo para modelar la vista informacional estuvo limitada a la estructura de los artefactos producidos y no de los resultados (para este detalle se puede consultar el modelo C-INCAMI en la sección 6.1.2.). Seguidamente y a modo de ejemplo, se presenta en la Figura 6-3, uno de los modelos perteneciente a la vista informacional, que modela el artefacto denominado *Especificación de Métricas*.

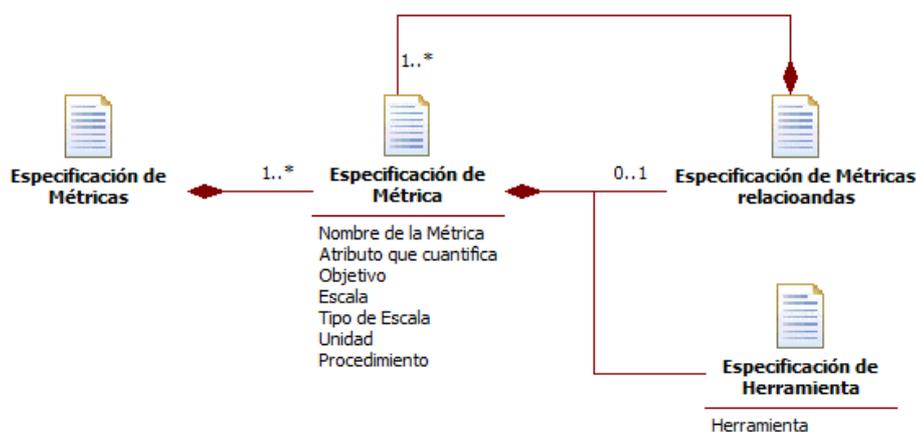


Figura 6-3. Composición del artefacto Especificación de Métricas.

La *Especificación de Métricas* producida en la actividad Diseñar la Medición se compone de un conjunto de *Especificaciones de Métrica*, tal como se desprende de la Figura 6-3. En el caso de las métricas indirectas la *Especificación de Métrica* poseerá una *Especificación de Métricas relacionadas*, mientras que cuando se trate de métricas directas, no. A su vez, una *Especificación de Métricas relacionadas* se compone de un conjunto de *Especificaciones de Métrica*. Para más detalles sobre el resto de los modelos revisar la sección 4.4.3. de la referencia [Becker, 2014]. Finalmente, cabe mencionar que los atributos presentes en la Figura 6-3 representan la información básica que debe contener el documento. Notar también que los términos utilizados en la definición de los artefactos respetan la terminología proporcionada por el marco conceptual de M&E C-INCAMI.

A continuación, se ejecutaron las actividades de mejora involucradas a las recomendaciones prioritarias R04 y R17 que tratan de la definición de roles e incumbencias necesarios para llevar a cabo las tareas de M&E y el modelado del proceso desde el punto de vista organizacional, respectivamente. Simultáneamente, se analizó si era necesario que el modelado de esta vista sea dividido jerárquicamente en subvistas. Cumpliendo de esta manera con las acciones de mejora previstas por la recomendación prioritaria R18.

Cuando se especificaron los conceptos involucrados en la base conceptual de procesos (sección 2.1.2.1.) se comentó que las diferentes tareas de un proceso son ejecutadas por agentes en cumplimiento de determinados roles. Según [Heidrich *et al.*, 2006], un rol debe definirse en base a tres aspectos: (1)

Responsabilidades, es decir obligaciones y permisos del rol con respecto al proceso (por ejemplo crear un informe financiero, acceder a los registros de los empleados, etc.); (2) *Actividades*, esto es, la participación del rol en las actividades; y (3) *Capacidades*, es decir requisitos de experiencia y habilidades de los agentes que ocupan el rol (por ejemplo estar capacitado en el uso de PHP, análisis de datos con técnicas de estadísticas paramétricas, etc.). A partir de estos tres aspectos, en la Tabla 6-3 extraída de [Becker, 2014], se documentan los roles involucrados en un Proyecto de M&E³² en base a sus responsabilidades y las actividades en las cuales están involucrados.

Rol	Responsabilidades / Capacidades	Actividades
Quality Assurance (QA) Manager	Responsable de liderar un proyecto de M&E (<i>ME Project</i>).	➤ Supervisa todas las actividades de M&E
Non Functional Requirements (NFR) Manager	Responsable de liderar un proyecto de requerimientos no funcionales (<i>Requirements Project</i>). Este rol debiera ser jugado por un ingeniero en requerimientos.	➤ Definir los Requerimientos No Funcionales
Measurement Manager	Responsable de liderar un proyecto de medición (<i>Measurement Project</i>).	➤ Diseñar la Medición ➤ Implementar la Medición
Evaluation Manager	Responsable de liderar un proyecto de evaluación (<i>Evaluation Project</i>).	➤ Diseñar la Evaluación ➤ Implementar la Evaluación
Evaluation Requester	Responsable de solicitar la evaluación. Colabora aportando información valiosa relacionada a las necesidades y objetivos de la organización. Notar que este rol puede ser cumplido por un humano o una organización.	➤ Definir los Requerimientos No Funcionales ➤ Diseñar la Medición ➤ Diseñar la Evaluación
Metrics Expert	Responsable de identificar las métricas (<i>Metric</i>) apropiadas para cada atributo (<i>Attribute</i>) del árbol de requerimientos (<i>Requirements tree</i>). Este rol debe tener permisos de acceso al catálogo de métricas.	➤ Diseñar la Medición
Data Calculator	Responsable de calcular las medidas derivadas (<i>Derived Measure</i>) usando la <i>Especificación de Métricas</i> . Este rol debe tener conocimientos en el uso de herramientas de medición.	➤ Implementar la Medición
Data Collector	Responsable de obtener las medidas base (<i>Base Measure</i>) usando la <i>Especificación de Métricas</i> . Este rol debe tener conocimientos en el uso de herramientas de medición.	➤ Implementar la Medición
Indicators Expert	Responsable de identificar los indicadores (<i>Indicator</i>) más apropiados y definir los criterios de decisión (<i>Decision Criterion</i>) para cada atributo (<i>Attribute</i>) y concepto calculable (<i>Calculable Concept</i>) del árbol de requerimientos (<i>Requirements tree</i>). Este rol debe tener permisos de acceso al catálogo de indicadores.	➤ Diseñar la Evaluación
Indicators Calculator	Responsable de calcular los valores de indicadores (<i>Indicator Value</i>) usando la <i>Especificación de Indicadores</i> . Notar que este rol usualmente es cumplido por un agente automático (software).	➤ Implementar la Evaluación
Analysis Designer	Responsable de identificar los métodos y técnicas de análisis de datos más apropiados a ser usados teniendo en cuenta las escalas (<i>Scale</i>) y tipos de escala (<i>Scale Type</i>) así como las <i>Necesidades y Objetivos de la Organización</i> . Adicionalmente, este rol debe conocer técnicas de documentación y visualización.	➤ Analizar y Recomendar
Data Analyzer	Responsable de conducir el análisis de datos basado en el <i>Diseño del análisis</i> . Notar que este rol puede ser cumplido por un agente humano o automático, o por ambos.	➤ Analizar y Recomendar
Recommender	Responsable de conducir las recomendaciones basadas en el <i>Informe de Conclusión</i> .	➤ Analizar y Recomendar
Results Communicator	Responsable de comunicar los resultados de la evaluación y las recomendaciones al Evaluation Requester.	➤ Analizar y Recomendar

Tabla 6-3. Definición de los roles de GOCAME Versión 2.0.

En la versión original de GOCAME sólo se nombraban dos roles, a saber: *Tomadores de Decisión y Evaluadores*. Como consecuencia de esta situación se puso especial énfasis en la enumeración y definición de los roles utilizados en M&E. Como se pudo apreciar ninguno de los roles anteriores quedó en el listado final, sino que se crearon roles más adecuados. Al momento de definir cada rol se prestó mucha atención en la conformidad de las definiciones con la terminología de la base conceptual. Esto se ve reflejado en las

³² Los nombres de los roles se presentan en inglés tal cual aparecen en la publicación original [Becker et al., 2012].

definiciones de la Tabla 6-3 donde se han resaltado en *itálica* ciertos elementos del proceso y también los términos de la base conceptual para mostrar la inclusión de la terminología de M&E en la definición de los roles.

A continuación y como parte de las tareas necesarias para cumplir con la recomendación R17 se modeló la vista organizacional del proceso de M&E –que se encontraba totalmente ausente cuando se realizó el estudio comparativo en el año 2010 (recordar la Tabla 3-35). Para lograr esto se asociaron los diferentes roles a cada una de las actividades y tareas en las que tiene competencia (Tabla 6-3). En la Figura 6-4 se muestra a un alto nivel de granularidad la vista organizacional del proceso de M&E. Notar que en dicha figura se utilizan flechas de línea entera, punteada y recuadros de colores. La flecha de línea entera significa que el rol asociado lleva a cabo las tareas de la actividad; la flecha punteada representa que el rol involucrado colabora en las tareas de la actividad; y los recuadros de colores muestran las actividades sobre las cuales el rol tiene funciones de gestión y control.

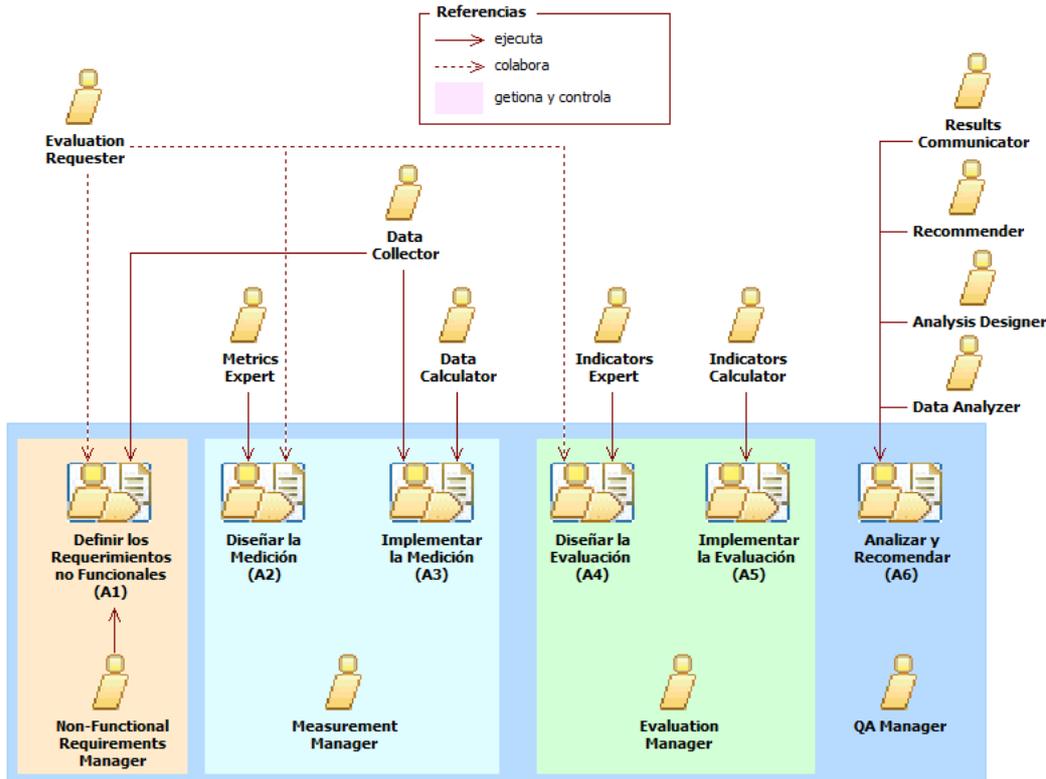


Figura 6-4. Vista organizacional del proceso de M&E de GOCAME Versión 2.0.

Si bien la Figura 6-4 exhibe los roles involucrados en cada actividad, no permite identificar claramente qué tareas debe ejecutar cada uno. Para cubrir esta cuestión y cumplir con la recomendación de mejora R18 -que indica la necesidad de dividir jerárquicamente el modelo organizacional en subvistas de grano fino, se modeló individualmente cada rol. Cada uno de los modelos generados indica específicamente las tareas que debe ejecutar (por medio de la relación “performs”) y los productos de trabajo que debe producir (mediante la relación “responsible for”) el rol. De este modo se modelaron todos los roles excepto *QA Manager*, *Measurement Manager* y *Evaluation Manager*. La razón es que, dichos roles, no intervienen directamente en la ejecución de las tareas del proceso de M&E. Más bien, sus tareas están relacionadas con la supervisión del trabajo de otros roles, y se encargan de tareas de gestión de sus respectivos proyectos, como puede ser la asignación de recursos. Estas tareas no forman parte del proceso de M&E quedando fuera del alcance de actividades de mejora. A modo de ejemplo, la Figura 6-5 muestra el rol denominado *Non Functional Requirements (NFR) Manager*. Para más detalles sobre el resto de los modelos revisar la sección 4.4.2. de la referencia [Becker, 2014].



Figura 6-5. Tareas y productos de trabajo responsabilidad del rol Non Functional Requirements Manager.

Seguidamente, se dispusieron de los recursos para ejecutar las acciones de mejora pertenecientes a las recomendaciones no prioritarias R11 y R15. Estas recomendaciones indican que se debe modelar el proceso desde el punto de vista funcional y de comportamiento. Estas dos vistas se encuentran muy relacionadas entre sí, debido a que la primera permite identificar qué actividades y tareas se deben llevar a cabo, así como sus entradas y salidas; mientras que la segunda vista indica en qué orden deben ejecutarse (recordar la sección 2.1.2.2.). Por lo que se tomó la decisión de que ambas vistas fueran representadas en un mismo modelo, como ya se encontraba modelado el proceso en GOCAME. Por lo tanto y a modo de ejemplo, en la Figura 6-6 se modela la vista funcional y de comportamiento del proceso a un alto nivel de abstracción, la cual incluye las actividades, así como secuencias, paralelismos, y las principales entradas y salidas.

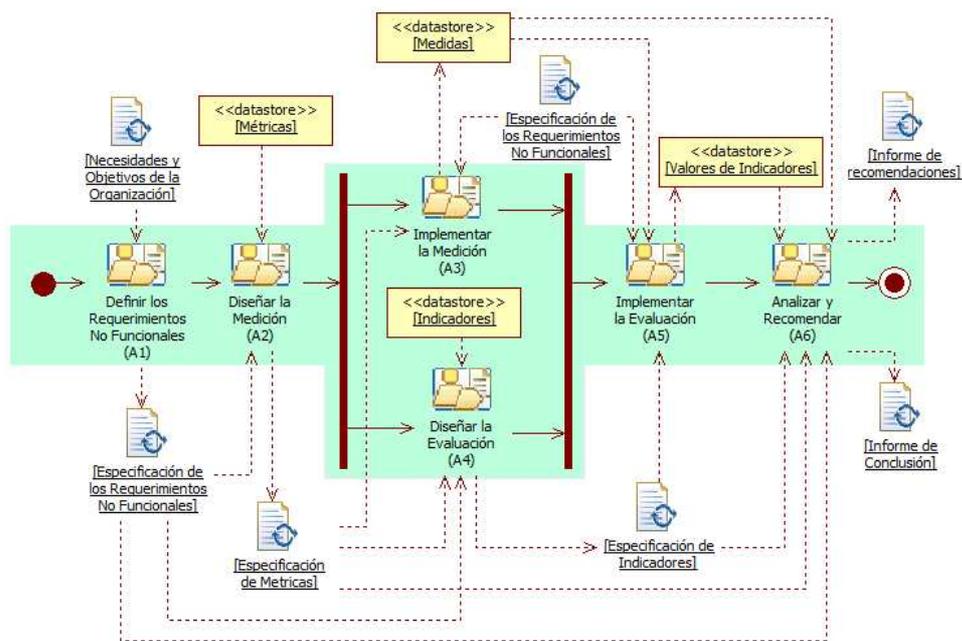


Figura 6-6. Vista funcional y de comportamiento de alto nivel del proceso de M&E de GOCAME Versión 2.0.

Cabe aclarar que si bien la recomendación R11 no es prioritaria, si es necesaria para llevar a cabo la recomendación prioritaria R12. Particularmente, R11 se ejecutó en forma paralela a R15 ya que ambas vistas son modeladas en un mismo modelo como se mencionó anteriormente (ver Figura 5-5).

Si se compara el modelo presentado en la Figura 4-1 realizado para GOCAME y el modelo de la Figura 6-6 que es el resultado de las acciones de mejora, se pueden apreciar cambios. Algunos de ellos tienen que ver con el nombre de los productos de trabajo (al ejecutar las acciones de mejora de la recomendación R03 la Necesidad de Información o Problema fue reemplazada por Necesidades y Objetivos

de la Organización). Otros cambios tienen que ver con la reestructuración realizada en los artefactos (en el nuevo modelo la actividad Analizar y Recomendar (A6) posee dos artefactos de salida). También se ve reflejado el cambio de nombre de las actividades y a algunas actividades se le sumaron artefactos de entrada (a la actividad Implementar la Medición (A3) se le agregó como producto de trabajo que consume la Especificación de Requerimientos no Funcionales).

Luego, se modeló cada actividad por separado, dividiendo los modelos jerárquicamente en subvistas. De este modo se cumplió con lo recomendado en R12 y R16 (recomendaciones prioritarias) obteniendo como resultado un mayor grado de detalle de las vistas funcional y de comportamiento. Ejemplos de este refinamiento puede observarse si se comparan las Figuras 6-7 y 6-8 que modelan la actividad *Establecer la Necesidad de Información* en GOCAME y GOCAME Versión 2.0., respectivamente.

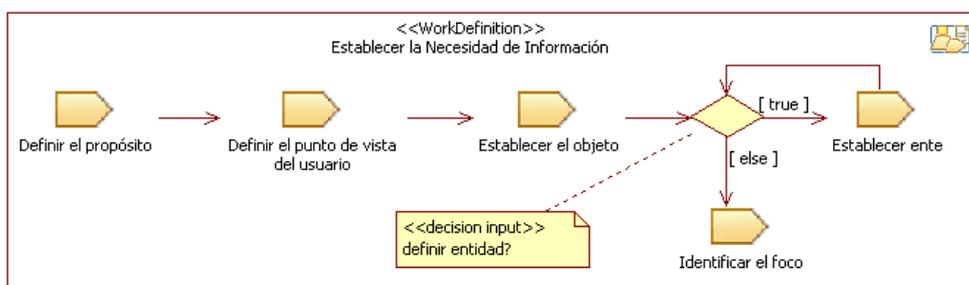


Figura 6-7. Vista funcional y de comportamiento para *Establecer la Necesidad de Información* en GOCAME.

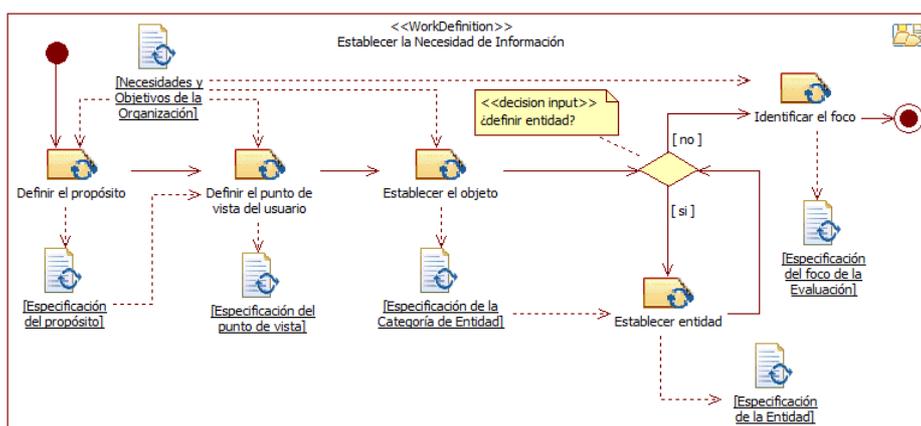


Figura 6-8. Vista funcional y de comportamiento para *Establecer la Necesidad de Información* en GOCAME Versión 2.0.

Al comparar estas figuras se pueden observar los cambios realizados en el modelado de la vista funcional y de comportamiento –dichos cambios son representativos del resto de los modelos del proceso, a saber:

- A todos los modelos se le agregó un punto de inicio (representado por ●) y uno o más puntos de terminación (⊙) según corresponda.
- A cada tarea realizada se le asociaron los productos de trabajo que consume y que produce.
- A cada actividad se le colocó el nombre con el estereotipo <<WorkDefinition>> ya que en algunos modelos se encontraba ausente.
- Se cambiaron los siguientes íconos para ajustarse a la especificación de SPEM 2.0.:
 - Definición del Producto de Trabajo (📄) por el Producto de Trabajo en Uso (📄🔄).
 - Definición de Tarea (📄➡) por Tarea en Uso (📄🔄➡).

- Se agregó el ícono de Datos³³ (📊) para ajustarse a la especificación de SPEM 2.0.
- Se agregaron o quitaron relaciones entre tareas, como así también, entre productos de trabajo y actividades según se consideró adecuado.

Por último, se prosiguió con la ejecución de las acciones de mejora propuestas por la recomendación prioritaria R06 que indica “Describir cada una de las actividades y tareas enunciada durante la descripción del proceso rellenando la plantilla”. Como ya se contaba con el listado definitivo de actividades, artefactos y roles; y se habían modelado las distintas vistas del proceso se rellenaron las plantillas para completar de este modo la especificación del proceso de M&E. A modo de ejemplo, en la Tabla 6-4 se muestra la plantilla correspondiente a la actividad *Analizar y Recomendar*.

Nombre: Analizar y Recomendar		Código: A6
Objetivo: elaborar y comunicar un informe de la evaluación y, si es necesario, un informe con recomendaciones para un proceso de toma de decisiones.		
Vista del Modelo de Proceso:		
Descripción: El <i>Analysis Designer</i> debe <i>Diseñar el análisis</i> , es decir, identificar y seleccionar los procedimientos, técnicas y herramientas a ser utilizados para analizar los datos, metadatos e información proveniente de métricas e indicadores, para una necesidad de información dada. Luego, el <i>Data Analyzer</i> debe <i>Implementar el análisis</i> y, en base a los resultados obtenidos, el <i>Results Communicator</i> debe <i>Elaborar el informe de conclusión</i> . En los casos que sea necesario efectuar recomendaciones, el <i>Recommender</i> deberá <i>Realizar recomendaciones</i> . Tanto el <i>Informe de conclusión</i> como el <i>Informe de recomendaciones</i> deben ser comunicados al Evaluation Requester.		
Entradas (Productos de trabajo):	<ul style="list-style-type: none"> • Necesidades y Objetivos de la Organización • Especificación de Requerimientos No Funcionales • Especificación de Métricas • Especificación de Indicadores • Medidas • Valores de Indicadores 	Salidas (Productos de trabajo):
<ul style="list-style-type: none"> • Cada atributo tiene asociada una medida. • Todos los indicadores han sido calculados. 	<ul style="list-style-type: none"> • Informe de conclusión • Informe de recomendaciones (opcional) 	<ul style="list-style-type: none"> • El informe de conclusión, junto con el informe de recomendaciones (si fue producido), han sido entregados al Evaluation Requester. • Una copia de tales informes se ha entregado al QA Manager.
Métodos y Herramientas:	Roles: <i>Analysis Designer</i> , <i>Data Analyzer</i> , <i>Results Communicator</i> , <i>Recommender</i> .	

Tabla 6-4. Plantilla que describe a la actividad *Analizar y Recomendar* para GOCAME Versión 2.0.

³³ Este cambio no se aprecia en el modelo presentado como ejemplo pero fue introducido en otros modelos.

De este modo, se completaron las acciones de mejora referentes a las recomendaciones relacionadas a la Capacidad del Proceso. En la siguiente sección se presentan la ejecución de las acciones de mejora que afectan a la Calidad de la Capacidad del Marco Conceptual.

6.1.2. Ejecución de Acciones de Mejora en la Capacidad del Marco Conceptual

La primera recomendación de cambio (R29) planificada sobre la mejora del marco conceptual de GOCAME tiene que ver con el lenguaje de especificación, sintáctica y semánticamente bien formado que se necesita para modelar el marco conceptual. En este caso y a diferencia del lenguaje de modelado de procesos, donde se analizaron varias alternativas, se decidió utilizar UML (Unified Modeling Language) [OMG-UML, 2012] debido a que la base conceptual de Métricas e Indicadores (M&I) se encuentra modelada con este lenguaje desde sus inicios.

A continuación, se cumplió con la recomendación prioritaria R21 que decía “Analizar los términos definidos en los estándares de M&E (ISO/IEC 15939, ISO/IEC 14598, ISO/IEC 9126 y ISO/IEC 25010) y ver si se pueden utilizar en el contexto de la estrategia”. Para ejecutar las acciones de mejora relacionadas a esta recomendación se trabajó con los glosarios de dichos estándares y se confeccionó como resultado la Tabla 6-5 donde se puede apreciar la gran cantidad de términos presentes en los estándares y la baja correspondencia con la base conceptual de GOCAME (valor que se ve reflejado en la Tabla 3-35 específicamente en el valor del indicador elemental 1.1.4.2.). Cabe aclarar que la terminología tomada de cada estándar implica en algunos casos la inclusión de varios de los documentos que pertenecen al mismo. Por ejemplo, en la columna titulada ISO/IEC 15939 incluye los documentos que se refieren al proceso de medición y al modelo de información de la medición. Del mismo modo la columna del estándar ISO/IEC 14598 incluye su parte 1 (Visión General) y su parte 5 (Proceso para Evaluadores), mientras que la columna del estándar ISO/IEC 9126 incluye su parte 1 (Modelos de Calidad [ISO/IEC 9126-1, 2001]), 2 (Métricas Externas [ISO/IEC 9126-2, 2003]) y 3 (Métricas Internas [ISO/IEC 9126-3, 2003-1]). Por otro lado, en la columna de GOCAME se puede apreciar que algunos conceptos poseen, aparte del tilde (✓) que indica la aparición de dicho término en la base terminológica de GOCAME, un icono extra (⚙️) indicando que dicho término se encuentra definido como concepto calculable de los modelos de calidad (por ejemplo “calidad externa”) utilizados en la estrategia y almacenados en el repositorio de Modelos de Conceptos (ver Figura 3-2).

	ISO/IEC 15939	ISO/IEC 14598	ISO/IEC 9126	ISO/IEC 25010	GOCAME
acquirer	✓	✓	✓		
attribute	✓	✓	✓	✓	✓
asset				✓	
base measure	✓				
benchmark				✓	
component				✓	
context of use				✓	
data	✓				
data provider	✓				
data store	✓				
decisión criteria	✓				✓
derived measure	✓				
developer		✓	✓		
direct measure		✓	✓		
direct user				✓	
end user				✓	
entity	✓				✓
evaluation method		✓			
evaluation module		✓	✓		
evaluation report		✓			
evaluation records		✓			
evaluation requester		✓			

	ISO/IEC 15939	ISO/IEC 14598	ISO/IEC 9126	ISO/IEC 25010	GOCALE
evaluation tool		✓			
evaluator		✓			
external measure		✓	✓		
external measure of software quality				✓	
external quality		✓	✓		✓⚙️
failure		✓	✓		
fault		✓	✓		
implied needs		✓	✓	✓	
indicator	✓	✓	✓		✓
indicator value	✓				✓
indirect measure		✓	✓		
indirect user				✓	
information need	✓				✓
information product	✓				
intermediate software product		✓	✓		
internal measure		✓	✓		
internal measure of software quality				✓	
internal quality		✓	✓		✓⚙️
level of performance			✓		
maintainer		✓	✓		
measure (noun)	✓	✓	✓	✓	✓
measure (verb)	✓	✓	✓	✓	
measurable concept	✓				✓
measurement	✓	✓	✓	✓	✓
measurement analyst	✓				
measurement experience base	✓				
measurement function	✓				✓
measurement librarian	✓				
measurement method	✓				✓
measurement procedure	✓				
measurement process	✓				
measurement process owner	✓				
measurement sponsor	✓				
measurement user	✓				
metric		✓	✓		✓
model	✓				
observation	✓				
operator	✓				
organisational unit	✓				
process	✓				
quality		✓	✓		✓⚙️
quality evaluation		✓	✓		
quality in use		✓	✓	✓	✓⚙️
quality model		✓	✓	✓	
quality property				✓	
quality measure				✓	
quality measure element				✓	
rating		✓	✓		
rating level		✓	✓		
risk				✓	✓⚙️
scale	✓	✓	✓		✓
software			✓		
software product	✓		✓	✓	
software product developer		✓			

	ISO/IEC 15939	ISO/IEC 14598	ISO/IEC 9126	ISO/IEC 25010	GOCAME
software product evaluation		✓			
software service	✓				
software quality				✓	
software quality characteristic				✓	
software quality requirement				✓	
stakeholder	✓			✓	
supplier	✓		✓		
system	✓		✓	✓	
type of measurement method	✓				✓
type of scale	✓				✓
unit of measurement	✓				✓
user	✓		✓	✓	
validation			✓	✓	
value	✓				✓
verification			✓	✓	

Tabla 6-5. Comparativa entre la terminología utilizada en los estándares de M&E y GOCAME.

A continuación, se pasó a analizar cuáles de los términos enunciados en los estándares podían ser incluidos en la base conceptual de M&E o presentaban alguna particularidad para ser considerados importantes. Los conceptos que se tuvieron en cuenta fueron los siguientes:

- Medida base (base measure) y medida derivada (derived measure). En este caso se consideró que una medida (*Measure* en la base conceptual de GOCAME) podía especializarse en estos dos subconceptos, ya que una medida base (*Base Measure*) es producida por una medición directa (*Direct Measurement*) y una medida derivada (*Derived Measure*) es producida por una medición indirecta (*Indirect Measurement*). En este punto se puede apreciar que se incluyeron también en la nueva base conceptual los términos medición directa e indirecta (*Direct and Indirect Measurement*).
- Método de evaluación (evaluation method) y método de medición (measurement method). El concepto método es amplio y puede ser aplicado a una gran cantidad de dominios. En el caso particular del dominio de M&E existen métodos de medición y evaluación, pero si se eleva el nivel de abstracción se puede considerar el concepto método como un término perteneciente al dominio de proceso.
- Procedimiento de medición (measurement procedure). Este caso es análogo al anterior. Un procedimiento en términos generales es un conjunto establecido y ordenado de instrucciones (u operaciones) de un método que indican cómo deben llevarse a cabo los pasos de la descripción de una definición de trabajo. Por lo tanto, el método está relacionado íntimamente con el procedimiento, encontrándose en el mismo nivel de abstracción.
- Herramienta de evaluación (evaluation tool). Este concepto fue analizado de manera similar a los anteriores. Existen herramientas que se pueden aplicar a todos los dominios imaginables, por ejemplo: herramienta de medición, de evaluación, de carpintería, de cirugía, etc. Por lo que la conclusión fue que el concepto herramienta puede ser modelado en el dominio de procesos. La razón para esto es que una herramienta es un recurso que puede ser asignado a una tarea (recordar la Figura 2-5).
- Proceso (process). Este término fue considerado importante en la medida que se analizaba el dominio de M&E y se encontraban conceptos que al parecer estaban a dos niveles de abstracción distintos. Ejemplo de esto son los conceptos método o herramienta que están a

un nivel de abstracción mayor que un método de medición o una herramienta de medición que pertenecen al dominio particular de medición.

En este punto se comenzó a pensar en la posibilidad de modelar el dominio de procesos para: 1) ayudar al consenso en el dominio de proceso –este problema fue introducido en la sección 2.1.2.-; 2) dividir los niveles de abstracción diferentes que se encontraban modelados en la ontología de M&I; y, 3) enriquecer la ontología de M&I con la semántica de procesos. El resultado del modelado del dominio de procesos fue presentado y descrito en la sección 2.1.2.1. En la Tabla 6-6 se muestran las definiciones de los conceptos de proceso las cuales ayudarán al momento de precisar algunos de los conceptos de la ontología de M&I que sufrieron pequeñas modificaciones en su definición al ser enriquecidos con la ontología de procesos. Notar que en el dominio de procesos se modelaron términos tenidos en cuenta a partir del análisis de los glosarios de los estándares de M&E, tales como Método, Proceso, etc.

Concepto	Definición
Activity (Actividad)	Es una definición de trabajo (Work Definition) que está formada por un conjunto interrelacionado de subactividades y tareas (Task). <u>Nota 1</u> : Una subactividad es una actividad de más baja granularidad. <u>Nota 2</u> : En proyectos de ingeniería se planifican actividades en tanto que se programan y ejecutan tareas.
Agent (Agente)	Ente ejecutor asignado a una tarea (Task) en cumplimiento de un rol (Role). <u>Nota 1</u> : Un agente puede ser humano o automático.
Artifact (Artefacto)	Es un producto de trabajo (Work Product) tangible o intangible, versionable, y que puede ser entregado.
Condition (Condición)	Circunstancia que debe cumplirse al iniciar o al finalizar la realización de una definición de trabajo (Work Definition). <u>Nota 1</u> : La condición de inicio se denomina precondition, mientras que la de finalización se denomina postcondición.
Method (Método)	Modo específico y particular de realizar los pasos especificados en la descripción (Work Description) de una definición de trabajo (Work Definition). <u>Nota 1</u> : El modo específico y particular de un método (es decir, cómo deben realizarse los pasos descritos en una definición de trabajo) se representa por un procedimiento y reglas.
Milestone (Hito)	Evento significativo. <u>Nota 1</u> : Un hito representa, por ejemplo, la finalización de una fase.
Outcome (Resultado)	Es un producto de trabajo (Work Product) intangible, almacenable y procesable.
Phase (Fase)	Agrupación de definiciones de trabajo (Work Definition) fuertemente relacionadas definidas en cierto orden. <u>Nota 1</u> : Una fase finaliza con un hito. <u>Nota 2</u> : En una fase, las definiciones de trabajo son procesos y/o actividades.
Process (Proceso)	Es una definición de trabajo (Work Definition) que está compuesta por un conjunto interrelacionado de subprocesos y actividades (Activity). <u>Nota 1</u> : Un subproceso es un proceso de más baja granularidad.
Resource (Recurso)	Activo asignado para realizar una tarea (Task). <u>Nota 1</u> : Un activo es una entidad con valor añadido para una organización.
Role (Rol)	Conjunto de habilidades que debe poseer un agente (Agent) para realizar una definición de trabajo (Work Definition). <u>Nota 1</u> : Habilidades comprende capacidades, competencias y responsabilidades.
Service (Servicio)	Es un producto de trabajo (Work Product) intangible, no almacenable y entregable.
Task (Tarea)	Es una definición de trabajo (Work Definition) atómica, es decir, que no se la puede descomponer. <u>Nota 1</u> : A diferencia de una actividad y de un proceso, a una tarea se le asignan recursos, por ejemplo un agente.
Tool (Herramienta)	Instrumento utilizado para automatizar, parcial o totalmente, un método (Method). <u>Nota 1</u> : Un instrumento puede ser de tipo físico (hardware), computarizado (software) o una combinación de ambos.
Work Definition (Definición de trabajo)	Entidad abstracta que describe al trabajo en base a productos de trabajo (Work Product) consumidos y producidos, condiciones (Conditions) y roles (Role) involucrados. <u>Nota 1</u> : Trabajo representa un proceso, una actividad o una tarea.
Work Description (Descripción de trabajo)	Especificación de los pasos para alcanzar el objetivo de una definición de trabajo (Work Definition). <u>Nota 1</u> : La especificación de los pasos es un conjunto de acciones (sean tanto actividades como tareas) o una función de transformación. Representa qué debería hacerse y no cómo debe realizarse. <u>Nota 2</u> : La especificación de la descripción de una definición de trabajo puede ser formal, semiformal o informal, como por ejemplo, en lenguaje natural.
Work Product (Producto de trabajo)	Producto consumido o producido en una definición de trabajo (WorkDefinition).

Tabla 6-6. Definiciones de los conceptos del marco conceptual de proceso.

Para un mayor detalle en la definición de los atributos y las relaciones entre conceptos del dominio de procesos consultar la sección 3.3.1. de la referencia [Becker, 2014]. A continuación, se comenzó a trabajar en la ontología de M&I. Se vio la oportunidad de agregar algunos conceptos y eliminar otros. Como así también reestructurar algunas de las relaciones que involucraban dichos conceptos. De este modo se cumplió con parte de las acciones de mejora enunciadas en la recomendación prioritaria R23. En la Tabla 6-7 se presenta la correspondencia entre los principales conceptos de la base conceptual de GOCAME y los principales conceptos de la nueva base conceptual para GOCAME Versión 2.0. Sólo se muestran los componentes de Medición y de Evaluación ya que los cambios realizados están focalizados en los conceptos de dichos componentes.

Conceptos de la base conceptual		Justificación del cambio
GOCAME	GOCAME Versión 2.0.	
<i>Términos pertenecientes al Módulo de Medición</i>		
Métrica Directa		Sin cambios.
Métrica Indirecta		Sin cambios.
Medida		Sin cambios.
	Medida Base	Se agregó.
	Medida Derivada	Se agregó.
Medición		Sin cambios.
	Medición Directa	Se agregó.
	Medición Indirecta	Se agregó.
Método de Medición	Procedimiento de Medición	Se renombró.
Métrica		Sin cambios.
Escala		Sin cambios.
Escala categórica		Sin cambios.
Escala numérica		Sin cambios.
Unidad		Sin cambios.
Herramienta de software		Se eliminó. Paso al dominio de Proceso.
Método		Se eliminó. Paso al dominio de Proceso.
Función	Fórmula	Se renombró.
Método de cálculo	Procedimiento de Cálculo	Se renombró.
<i>Términos pertenecientes al Módulo de Evaluación</i>		
Criterio de Decisión		Sin cambios.
Indicador Elemental		Sin cambios.
Modelo Elemental		Sin cambios.
Evaluación		Sin cambios.
	Evaluación Derivada	Se agregó.
	Evaluación Elemental	Se agregó.
Indicador Global	Indicador Derivado	Se renombró.
Modelo Global		Sin cambios.
Indicador		Sin cambios.
Valor de Indicador		Sin cambios.
Cálculo		Se eliminó.

Tabla 6-7. Correspondencia entre los principales términos de la base conceptual de GOCAME y GOCAME Versión 2.0. después de la ejecución de las acciones de mejora.

A partir de los conceptos existentes y los cambios presentados en la tabla anterior se afrontaron las acciones de mejora propuestas por las recomendaciones R26, R27 y R28. En primer lugar se evaluó la posibilidad de subdividir los componentes del marco conceptual en módulos más pequeños que reflejen a su vez las actividades de diseño e implementación (recomendación no prioritaria R26). Como el lector puede recordar (sección 2.3.1.) los módulos del marco conceptual de GOCAME son: 1) *Definición de proyectos de M&E*, 2) *Definición y especificación de Requerimientos no Funcionales*, 3) *Especificación de Contexto*, 4) *Diseño y ejecución de la Medición*, 5) *Diseño y ejecución de la Evaluación*, y 6) *Análisis y Recomendación*. De los cuales los últimos tres módulos podían subdividirse en diseño e implementación. Si se analiza la relevancia y dificultad de los cambios (Tabla 5-4) se puede determinar que ambos son

elevados, sumado a que se requiere demasiado tiempo para ejecutar las acciones de mejora y la urgencia del cambio es intermedia se decidió postergar la ejecución de las acciones de mejora de esta recomendación hasta la finalización de este trabajo de tesis y proponerlo como una línea de trabajo futuro.

En segundo lugar se cumplió con la recomendación prioritaria R27 asociando los nuevos conceptos incluidos en la base terminológica a cada componente. En consecuencia al componente de medición se le agregaron cuatro conceptos (*Medida Base*, *Medida Derivada*, *Medición Directa* y *Medición Indirecta*) mientras que al componente de Evaluación se le incorporaron dos conceptos (*Evaluación Elemental* y *Evaluación Derivada*). A partir de esta asociación se estuvo en condiciones de generar el nuevo marco conceptual que es presentado –con los principales conceptos, en la Figura 6-9.

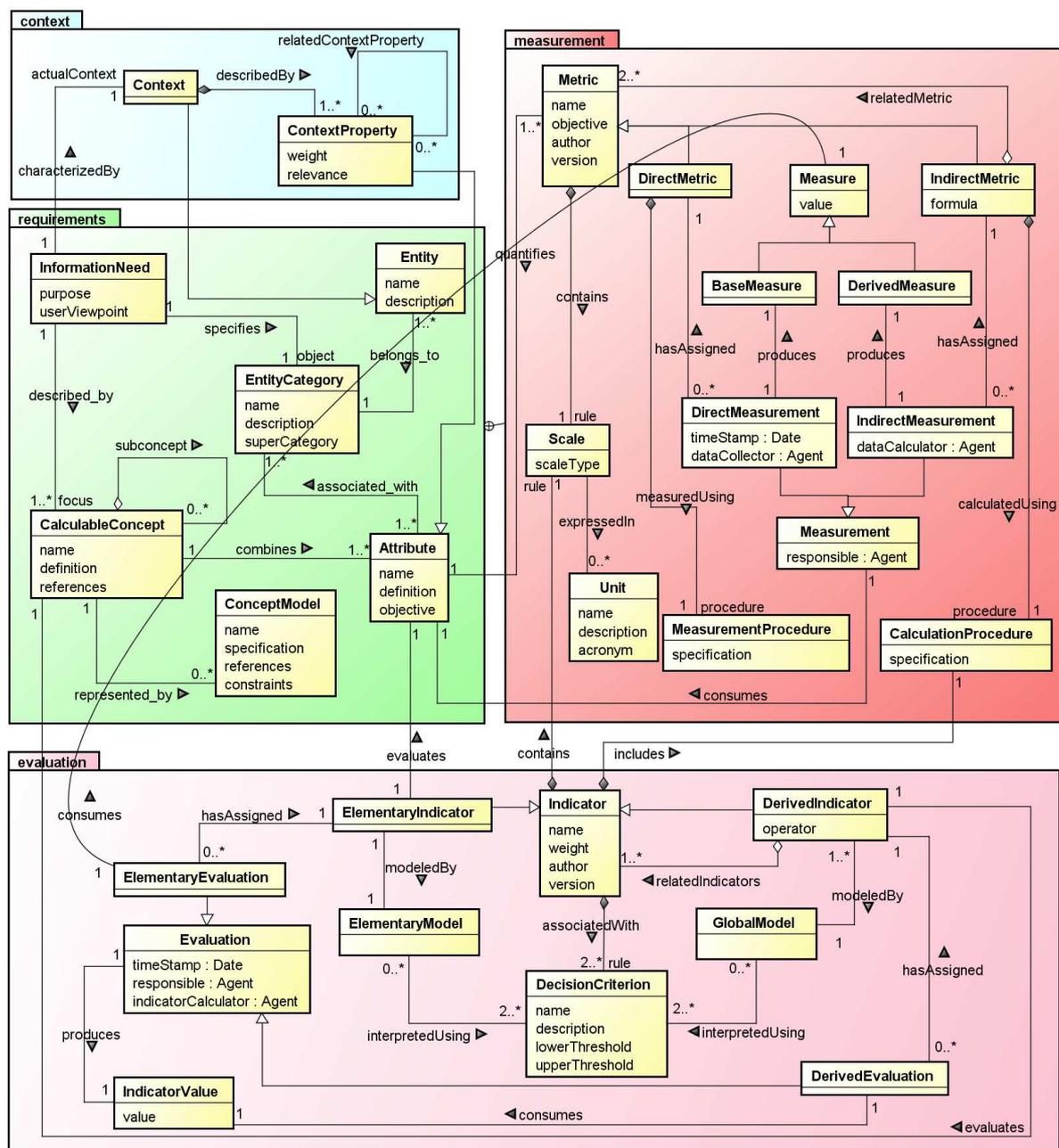


Figura 6-9. Principales términos, atributos y relaciones del marco C-INCAMI para GOCAME Versión 2.0.

Entre los cambios realizados en el Módulo de Medición se encuentran:

- 1) Que una *métrica directa* utiliza un *procedimiento de medición* y de manera análoga, una *métrica indirecta* se calcula usando un *procedimiento de cálculo*.

- 2) Una *medición directa* produce una *medida base* y tiene asignada una *métrica directa* y de manera análoga, una *medición indirecta* produce una *medida derivada* y tiene asignada una *métrica indirecta*.
- 3) La *medida base* como la *medida derivada* son *medidas*.
- 4) La *medición directa* como la *medición indirecta* son *mediciones* que poseen un agente como responsable.
- 5) Se eliminó el concepto *método* con sus subclases *método de medición* y *método de cálculo*. Estos últimos fueron reemplazados por los conceptos *procedimiento de medición* y *procedimiento de cálculo*. Los *conceptos métodos* y *herramienta* pasaron a formar parte del dominio de procesos.
- 6) Se renombró el atributo *función* del concepto *métrica indirecta* por *fórmula*, aunque son considerados sinónimos dentro de la base terminológica.

Entre los cambios realizados en el Módulo de Evaluación se encuentran:

- 1) Que una *evaluación elemental* y una *evaluación derivada* son una *evaluación*.
- 2) El *indicador* está asociado a dos o más *criterios de decisión*.
- 3) La *evaluación derivada* consume un *valor de indicador*.
- 4) La *evaluación Elemental* consume una *medida*.

Estos cambios se realizaron, primero, teniendo en cuenta los nuevos conceptos a incorporar y, segundo, en base al análisis conjunto de las ontologías de M&I y de procesos propuesta. A partir de dicho análisis se detectaron relaciones semánticas entre los conceptos de la primera –que son particulares del dominio de M&E– y los conceptos de la segunda –que son más generales. Por citar algún ejemplo³⁴, la *medida base* es el resultado producido al ejecutar la tarea denominada *medición directa*. Otro ejemplo, es la relación consume que se agregó entre los términos *Medición* y *Atributo*. De este modo la tarea *Medición* consume un *Atributo* (como entrada) y produce un *Medida* (como salida).

En las Tablas 6-8 y 6-9 se muestran la totalidad de las relaciones encontradas en el componente de M&E, respectivamente. Como el lector puede observar esta correspondencia enriquece la base conceptual de M&E agregando más semántica a sus términos e incrementando la consistencia entre ambos componentes (M&E y Procesos).

Términos de Medición	Términos de Proceso
Base Measure (<i>Medida base</i>)	Outcome (<i>Resultado</i>)
Calculation Procedure (<i>Procedimiento de cálculo</i>)	procedure in Method (<i>Procedimiento en método</i>)
Derived Measure (<i>Medida derivada</i>)	Outcome (<i>Resultado</i>)
Direct Measurement (<i>Medición directa</i>)	Task (<i>Tarea</i>)
Direct Metric (<i>Métrica directa</i>)	Method (<i>Método</i>)
Indirect Measurement (<i>Medición indirecta</i>)	Task (<i>Tarea</i>)
Indirect Metric (<i>Métrica indirecta</i>)	Method (<i>Método</i>)
Measure (<i>Medida</i>)	Outcome (<i>Resultado</i>)
Measurement (<i>Medición</i>)	Task (<i>Tarea</i>)
Measurement Procedure (<i>Procedimiento de medición</i>)	procedure in Method (<i>Procedimiento en método</i>)
Metric (<i>Métrica</i>)	Method (<i>Método</i>)

Tabla 6-8. Términos de Medición y su relación semántica con los términos de proceso.

³⁴ En cursiva se encuentran los términos de la base conceptual de M&E y subrayados los términos pertenecientes al dominio de proceso.

Términos de Evaluación	Términos de Proceso
Derived Evaluation (<i>Evaluación Derivada</i>)	Task (<i>Tarea</i>)
Derived Indicator (<i>Indicador Derivado</i>)	Method (<i>Método</i>)
Elementary Evaluation (<i>Evaluación Elemental</i>)	Task (<i>Tarea</i>)
Elementary Indicator (<i>Indicador Elemental</i>)	Method (<i>Método</i>)
Evaluation (<i>Evaluación</i>)	Task (<i>Tarea</i>)
Indicator (<i>Indicador</i>)	Method (<i>Método</i>)
Indicator Value (<i>Valor de Indicador</i>)	Outcome (<i>Resultado</i>)

Tabla 6-9. Términos de Evaluación y su relación semántica con los términos de proceso.

A continuación, se comenzó a buscar la forma de que la relación semántica entre ambas ontologías pueda ser visible gráficamente en el marco conceptual. Para lograr este objetivo se enlazaron los términos de M&E con los términos de Procesos usando los estereotipos de UML. Un estereotipo (stereotype) es un elemento de modelado UML que es utilizado como un mecanismo de extensibilidad del lenguaje [OMG-UML, 2012]. Está representado sintácticamente por medio de etiquetas encerradas entre los signos « » y puede ser aplicado a los elementos del diagrama o a las relaciones, agregando un significado adicional a dicho ítem.

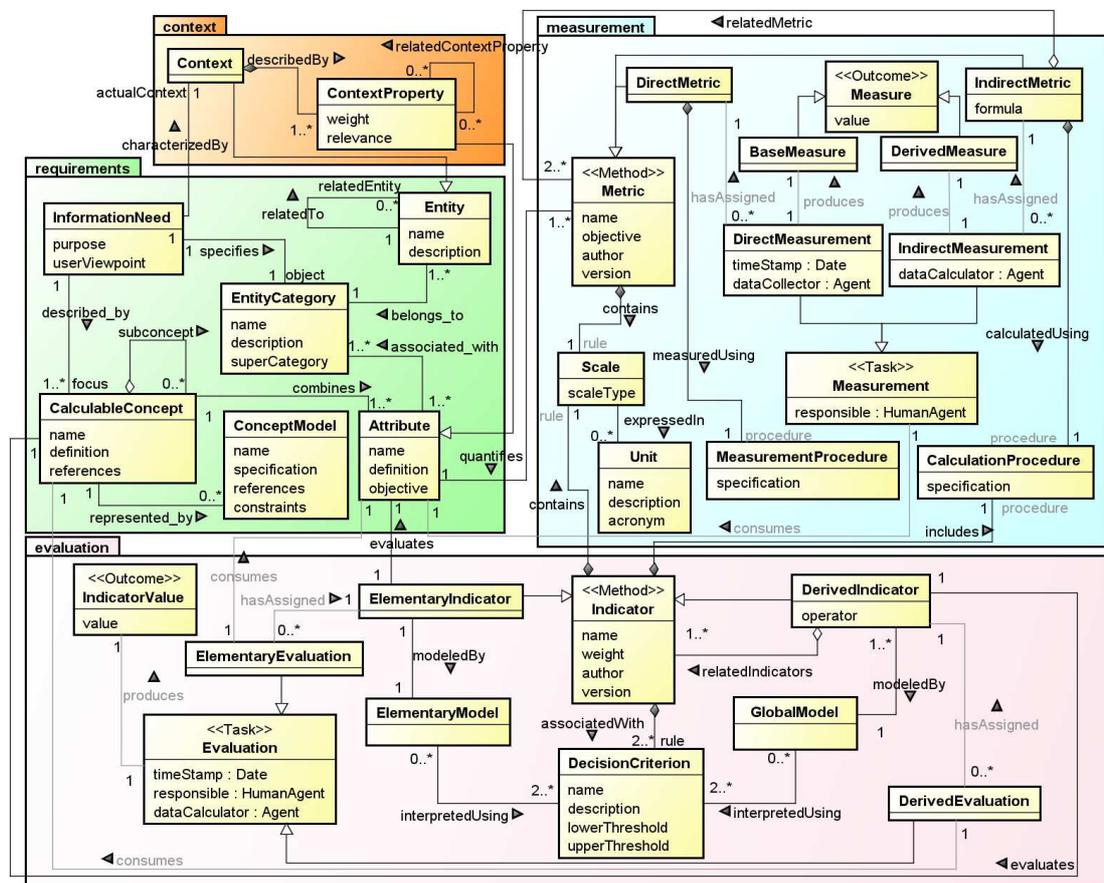


Figura 6-10. Principales conceptos y relaciones del marco conceptual de GOCAME Versión 2.0. enriquecidos semánticamente con los conceptos de proceso por medio estereotipos.

En el caso de la ontología de M&I se emplearon los términos del dominio de procesos (Tabla 6-6) como etiquetas en los estereotipos para enriquecer algunos de los términos de M&E (Tabla 6-8 y 6-9). Un ejemplo del enriquecimiento de un término es *Métrica*, la cual está estereotipada como «Método» desde el componente de procesos. En similar situación se encuentra el término *Medición* estereotipado en este caso como «Tarea». Adicionalmente, se agregaron relaciones extras que reflejan la asociación de dos conceptos a nivel de procesos que se encuentran relacionados en la ontología de M&I. Esto es así en la relación

modelada entre *Evaluación Elemental* que representa a una Tarea que tiene asignada un método que en este caso particular se comporta como un *Indicador*.

Por último, se agregó semántica a algunos finales de asociación. Por ejemplo, el *Indicador* estereotipado como un método incluye un procedimiento que está representado, particularmente, por el *Procedimiento de Cálculo*. Estos son sólo algunos de los ejemplos, pero para tener una dimensión del impacto en ambos componentes del marco conceptual se puede ver la Figura 6-10. Con estas tareas realizadas se cubrió parcialmente la recomendación R28 quedando pendiente el ajuste de las definiciones de los conceptos de M&E a la nueva semántica de procesos. Asimismo, la recomendación prioritaria R30 indicaba la necesidad de “Modelar el marco conceptual con el lenguaje elegido”, en consecuencia se realizaron dichos cambios en el marco conceptual que se ven reflejados en la Figura 6-10.

Una vez llegado a este punto, se revisaron las definiciones de los conceptos de M&E –en especial aquellos que fueron estereotipados por términos de procesos descubriendo de este modo que algunos conceptos podían ser definidos con más precisión. Por ejemplo, en la Tabla 2-7 se definió una *Métrica* como “El método de medición o de cálculo definido y la escala de medición”. Ahora, al estereotipar una *Métrica* como un método, esta también incluye la semántica de método, el cual está definido como “Modo específico y particular de realizar los pasos especificados en la descripción de una definición de trabajo” (Tabla 6-6). En consecuencia, una métrica específica cómo deben realizarse los pasos descritos (qué) en una tarea de medición. Adicionalmente, si se observa en la Figura 2-5 se puede apreciar que procedimiento y reglas son atributos del concepto método. De aquí que una *Métrica Indirecta* se calcula usando un *Procedimiento de Cálculo* y por medio de su relación de herencia con *Métrica* contiene reglas como lo es su *Escala*. Dicha situación está especificada en la Figura 6-10. Luego de la revisión de su definición una *Métrica* quedó especificada como “El procedimiento de medición o de cálculo definido y la escala.”

La Tabla 6-10 muestra los cambios en la definición de los términos de M&E que surgen del enlace con la ontología de procesos y las definiciones de los nuevos términos. En consecuencia con estas definiciones queda cumplida completamente la recomendación prioritaria R23. Cabe aclarar que para generar la ontología de Procesos se tuvo en cuenta la sugerencia dada por la recomendación de cambio no prioritaria R25.

Términos de M&E	Definición
Medida Base (Base Measure)	Medida que no depende de otras medidas.
Procedimiento de Cálculo (Calculation Procedure)	Conjunto de instrucciones ordenadas y establecidas de una métrica indirecta o indicador que indica cómo deberían llevarse a cabo los pasos descritos en una <u>medición indirecta o evaluación</u> .
Medida Derivada (Derived Measure)	Medida calculada a partir de otras medidas.
Medición Directa (Direct Measurement)	Medición que produce una medida base.
Medida (Measure)	Número o categoría asignado a un atributo de una entidad, producto de una medición. <u>Nota:</u> Es la salida de una medición que representa un resultado como un producto de trabajo.
Medición (Measurement)	Tarea que usa la definición de una métrica para producir un valor de una medida. <u>Nota:</u> Esta tarea cuantifica un atributo produciendo una medida como resultado.
Procedimiento de Medición (Measurement Procedure)	Conjunto de instrucciones ordenadas y establecidas de una métrica directa que indica cómo deberían llevarse a cabo los pasos descritos en una medición directa.
Métrica (Metric)	El procedimiento de medición o de cálculo definido y la escala. <u>Nota:</u> Una métrica es un método el cual es aplicable a la descripción de una tarea de medición.
Evaluación Derivada (Derived Evaluation)	Evaluación que produce un valor de indicador evaluando un concepto calculable
Indicador Derivado (Derived Indicator)	Un indicador que es derivado de otros indicadores para evaluar o estimar un <u>concepto calculable</u> .
Evaluación Elemental (Elementary Evaluation)	Evaluación que produce un valor de indicador evaluando un atributo. <u>Nota:</u> un atributo es un requerimiento elemental no funcional desde el punto de vista de la evaluación.
Evaluación (Evaluation)	Tarea que utiliza la definición de un indicador para producir un valor de indicador.
Valor de Indicador (Indicator Value)	El número o categoría asignado a un concepto calculable o atributo mediante una evaluación. <u>Nota:</u> Es la salida de la evaluación que representa un resultado como un producto de trabajo.

Tabla 6-10. Definición de los nuevos términos y los términos de M&E que variaron al enriquecerse con los términos de procesos.

Por último, para cumplir con la recomendación R20 que indica la necesidad de explicitar que el proceso descrito adhiere a un estándar internacional, se documentó en la referencia [Becker, 2014] lo siguiente “Cabe resaltar que las actividades principales de GOCAME armonizan con las actividades propuestas en los estándares ISO del proceso de medición de software [ISO/IEC 15939, 2007] y del proceso para evaluadores [ISO/IEC 14598-5, 2001], pero con la diferencia que en GOCAME Versión 2.0. estas actividades se encuentran integradas en un único proceso, y además se utiliza un único vocabulario, el provisto por el marco conceptual C-INCAMI”. Si bien esta no es una recomendación prioritaria pudo llevarse a cabo debido a que el esfuerzo invertido en ella fue mínimo, solamente se indicó dicha conformidad.

De esta manera, se cumplió con la mayoría de las recomendaciones de cambio planteadas para la Capacidad del Marco Conceptual.

6.1.3. Ejecución de Acciones de Mejora en la Capacidad de la Metodología

Si bien existían seis recomendaciones de mejora para esta capacidad e incluso la recomendación R31 se encontraba entre las prioritarias, se decidió no ejecutar ninguna de las acciones de mejora pertenecientes a este pilar. El motivo de esta decisión está justificada por:

- ✓ El esfuerzo y tiempo requerido para llevar a cabo los cambios sugeridos en cada recomendación supera el tiempo planificado para la terminación del presente trabajo doctoral.
- ✓ El esfuerzo y tiempo empleado en dichos cambios no mejoraría significativamente el valor obtenido en esta característica, que actualmente se encuentra en un valor satisfactorio (77,43% recordar la Tabla 3-35).

Al momento de tomar esta decisión también se adquirió el compromiso de implementarlas luego de la finalización de esta tesis.

6.2. Desafíos Presentados Durante la Ejecución de las Acciones de Mejora

Existieron varios desafíos al ejecutar las acciones de mejora planificadas a partir del Plan de Mejoras propuesto. Muchos de estos desafíos surgen por: *a)* el tipo de proyecto que se planificó, donde varias actividades son rutinarias, y otras involucran aspectos de investigación; *b)* la falta de experiencia en planificar y realizar proyectos similares; y *c)* dado que el foco de este trabajo no es la gestión del proyecto de cambio en sí, sino más bien ilustrar cómo la planificación de acciones de cambio puede beneficiarse en el contexto de un proyecto de M&E adecuadamente definido a partir de una estrategia integrada de M&E como lo es GOCAME. A continuación se presentan algunos desafíos encontrados:

- 1) No se realizó el seguimiento de los cambios para determinar, en un momento dado, el tiempo y esfuerzo realizado o para estimar el tiempo y esfuerzo faltante. En este caso se decidió que el tiempo y esfuerzo necesario para llevar a cabo el seguimiento de los cambios era más adecuado invertirlo en la ejecución de los cambios propiamente dichos. Esta decisión pudo ser tomada principalmente porque el foco no estaba en la gestión del proyecto en sí y no existían partes interesadas externas que requirieran un estado de avance preciso.
- 2) Muchas de las actividades se realizaron en forma paralela y no secuencial como se había previsto. Por ejemplo, las actividades de mejoras pertenecientes a las recomendaciones R11 (Modelar el proceso desde el punto de vista funcional) y R15 (Modelar el proceso desde el punto de vista de comportamiento) se fueron desarrollando a la vez, incluso se representaron utilizando los mismos modelos (recordar la Figura 6-8).

- 3) La recomendación R06 que indicaba “Describir cada una de las actividades y tareas enunciadas durante la descripción del proceso relleno la plantilla” fue planificada en un orden que no pudo ser cumplido. Esto se debió a que la plantilla requería de datos tales como roles, modelos, artefactos que aun no se habían analizado. Esta actividad fue la última del conjunto de acciones de mejora del proceso y debió ser postergada varias veces.
- 4) La elección de las recomendaciones que quedarían sin ser tratadas aun siendo prioritarias. A continuación se listan dichas recomendaciones junto con la justificación de la no realización.
 - a) La recomendación R08 que indicaba la necesidad de “Describir cada uno de los artefactos enunciados durante la descripción del proceso relleno la plantilla” no fue considerada porque el tiempo necesario para su concreción se extendía más allá del tiempo en el cual se había planteado la terminación del presente trabajo. Es importante tener en cuenta que la ejecución de las acciones de mejora para esta recomendación representa más bien una tarea rutinaria que un desafío metodológico.
 - b) La recomendación R24 que indicaba la necesidad de “Enunciar sinónimos para los términos de la base conceptual” no fue considerada porque en GOCAME existía una lista de sinónimos que se podía utilizar en la nueva versión de manera directa sin necesidad de cambios.
 - c) Las recomendaciones que indicaban la necesidad de “Realizar un análisis para determinar los conceptos utilizados en la descripción del proceso que son propios al vocabulario de la estrategia” (R22); y la necesidad de “Describir el proceso utilizado por la estrategia utilizando, tanto como sea posible, los conceptos enunciados y definidos en la base conceptual terminológica” (R19) no se consideraron de manera directa, pero si al describir el proceso en las plantillas de actividades/tareas se tuvo en cuenta la utilización, en la medida de lo posible, de los conceptos definidos en la base conceptual de la estrategia.
 - d) Todas las recomendaciones presentes en el área de mejora de la capacidad de la metodología (R31 a R36) no fueron consideradas por lo descrito anteriormente en la sección 6.1.3.
- 5) Se agregaron y ejecutaron actividades extras que surgieron como oportunidades de mejora a partir del trabajo realizado. Esto es típico de proyectos de investigación donde el conocimiento se va adquiriendo a medida que se avanza en el tema, como por ejemplo fue el desarrollo de la ontología de proceso donde se tuvo que profundizar en el dominio mediante la revisión de literatura reconocida en el área, analizar las diferentes propuestas encontradas y seguir los pasos necesarios para obtener una ontología liviana³⁵ como fue la propuesta en la sección 2.1.2.1.
- 6) La documentación de los cambios, a medida que se iba avanzando en la ejecución de las acciones de mejora, requirió tiempo adicional no siempre previsto al momento de la planificación.

Como ocurrió en la planificación de las acciones de mejora, aquí también se contó con algunas ventajas que permitieron avanzar con la ejecución de las distintas acciones de mejora. Entre los aspectos

³⁵ Una ontología liviana o ligera es aquella que incluye los principales conceptos del dominio modelado, sus definiciones, relaciones entre los conceptos y propiedades de los conceptos. En contraposición de una ontología pesada, que además de lo mencionado cuenta con axiomas y restricciones [Corcho et al., 2003].

positivos que se pueden mencionar: a) La experiencia de los integrantes del grupo de trabajo en los temas relacionados a estrategias de M&E, especialmente en el conocimiento de GOCAME; y, b) La predisposición al trabajo en grupo que permitió tanto realizar las acciones de mejora como así también la discusión y aprobación de los cambios realizados.

6.3. Conclusiones sobre la Planificación y la Ejecución de las Acciones de Mejora.

Como conclusión de la planificación de las acciones de mejora guiadas por M&E, se pueden resaltar aspectos tales como:

- La evaluación elemental de los atributos facilita listar fortalezas y debilidades cuando se planifican las acciones de mejora.
- El diseño de la medición, mediante la clara especificación de las métricas seleccionadas, juega un papel importante al momento de establecer las causas de las debilidades.
- Las recomendaciones son la materia prima para la priorización de los cambios y ayudan en la identificación de las acciones de mejora que se deben llevar a cabo.

Como conclusión de la ejecución de las acciones de mejora se pueden resaltar aspectos tales como:

- El tiempo invertido en la ejecución de las mejoras fue mayor al estimado, siendo necesario postergar las acciones de mejora pertenecientes al pilar de la Calidad de las Capacidades de la Metodología.
- Existían acciones de cambio que para su ejecución requerían de un proceso de investigación donde no siempre era sencillo estimar el tiempo que llevarían, como por ejemplo el desarrollo de la ontología de proceso.
- Se cumplió en gran medida con las acciones de mejora pertenecientes a dos de los tres pilares.

6.3.1. GOCAME Versión 2.0.

Para finalizar con este capítulo se presenta un listado de las características de GOCAME Versión 2.0. luego del cambio, agrupadas según las tres capacidades evaluadas en el estudio comparativo. Este listado es un resumen de lo documentado en la sección 6.1. y serán tenidas en cuenta en la evaluación de esta entidad. Particularmente, en cursiva y subrayadas se encuentran aquellas características incluidas en esta nueva versión.

- **Capacidades del Proceso para GOCAME Versión 2.0.**
 - *Posee una plantilla para definir sus actividades, subactividades y tareas.*
 - Posee una descripción formal y estructurada de sus actividades, subactividades y tareas en base a la plantilla anterior.
 - *Posee definidos roles y sus incumbencias.*
 - *Posee para cada actividad, subactividad o tarea uno o más roles responsables.*
 - *Posee una plantilla para definir artefactos.*
 - Posee la descripción de algunos de los artefactos.
 - Posee el modelado de su proceso desde el punto de vista funcional.

- Posee el modelado de su proceso desde el punto de vista informacional.
 - Posee el modelado de su proceso desde el punto de vista de comportamiento.
 - Posee el modelado de su proceso desde el punto de vista organizacional.
 - Posee indicación explícita de su conformidad con parte de un estándar de procesos de M&E.
 - Si bien aun no se puede decir nada sobre la granularidad de su proceso y de los artefactos involucrados, se puede indicar que se analizaron y cambiaron estos aspectos. La reevaluación será la encargada de medir cuantitativamente estos cambios.
- **Capacidades del Marco Conceptual para GOCAME Versión 2.0.**
 - Posee una base terminológica de M&E y otra de procesos. Ambas están enlazadas, resultando que la base terminológica de M&E se enriqueció semánticamente con la base terminológica de procesos.
 - Posee su base conceptual estructurada como una ontología.
 - Posee un marco conceptual modelado formalmente.
 - Si bien aun no se puede decir nada sobre la completitud de la base conceptual y la conformidad del marco conceptual respecto a la terminología de la base conceptual, se puede indicar que se estuvo trabajando en estos aspectos. La reevaluación será la encargada de medir cuantitativamente estos cambios.
- **Capacidades de la Metodología para GOCAME Versión 2.0.**
 - Posee una descripción de la metodología.
 - Posee gran cantidad de actividades con métodos definidos.
 - Posee una herramienta que la automatiza parcialmente.
 - Si bien aun no se puede decir nada sobre la conformidad de la metodología respecto a la terminología de la base conceptual, se puede indicar que posiblemente este aspecto se vea impactado por la ejecución de acciones de mejora de las otras capacidades. La reevaluación será la encargada de medir cuantitativamente este cambio.

Este es el listado de características propias de GOCAME Versión 2.0. En el siguiente capítulo se realizará la evaluación de esta nueva versión de GOCAME con la finalidad de conocer cuantitativamente el impacto obtenido a raíz de las mejoras introducidas. Con este capítulo se finalizó la ETAPA II de esta investigación (recordar el esquema de investigación presentado en la Figura 1-15).



**Reevaluación de GOCAME Versión 2.0. y Análisis de las Mejoras
Obtenidas.**



Reevaluación de GOCAME Versión 2.0.

En el capítulo anterior se documentó la ejecución de las acciones de mejora planificadas y registradas en el Plan de Mejoras (capítulo 5). Como resultado de estas acciones se obtuvo una nueva versión de GOCAME, denominada GOCAME Versión 2.0. y en la sección 6.3.1. se resumieron sus características, destacando aquellas incluidas a partir de las recomendaciones de cambio surgidas en el estudio comparativo de estrategias integradas de M&E (capítulo 4).

En este capítulo se reevalúa la Versión 2.0. de GOCAME siguiendo la misma especificación de M&E utilizada para evaluar las dos primeras entidades (capítulo 3), a saber: GOCAME y GQM⁺Strategies. Al utilizar la misma especificación de métricas e indicadores, y seguir rigurosamente las actividades planteadas en la estrategia de M&E, los resultados obtenidos para las entidades GOCAME en el 2010, y GOCAME Versión 2.0. en el 2014 son consistentes y por ende comparables. El análisis comparativo de los valores de los indicadores obtenidos en estas dos instancias de evaluación permite conocer de manera cuantitativa el impacto de los cambios producidos, completando de este modo el ciclo de mejora de GOCAME que estuvo fundamentado en la evaluación cuantitativa de la calidad de sus tres capacidades.

7.1. Reevaluación de GOCAME Versión 2.0.

En esta sección se plantea la medición y evaluación de la Calidad de las Capacidades de GOCAME Versión 2.0. según lo especificado en el diseño del estudio comparativo realizado en el año 2010. Si bien, la especificación de la categoría de entidad, el foco y punto de vista de la evaluación, el contexto, el modelo de conceptos y la especificación de métricas e indicadores permanecen invariantes, el propósito de la evaluación es comprender el estado ulterior de la nueva versión de la entidad. El propósito adicional de la reevaluación es también analizar el impacto de los cambios realizados a partir de las recomendaciones surgidas en el proceso de M&E. Dicho análisis se basa en la comparación de los valores de indicadores obtenidos para GOCAME en el estudio comparativo implementado en el 2010 y los valores de indicadores de GOCAME Versión 2.0. documentados en este capítulo. Por lo tanto, la necesidad de información para la reevaluación queda especificada en la Tabla 7-1.

Necesidad de Información	
Propósito:	<i>Comprender y analizar el impacto de los cambios producidos</i>
Punto de vista:	<i>Líder de aseguramiento de la calidad</i>
Categoría de entidad:	<i>Estrategia Integrada de Medición y Evaluación</i>
Súper categoría:	<i>Recurso</i>
Entidad concreta:	<i>GOCAME Versión 2.0.</i>
Foco:	<i>Calidad de las Capacidades</i>

Tabla 7-1. Definición de la necesidad de información para la reevaluación.

En el caso de la reevaluación las actividades que se deben ejecutar son *Implementar la Medición e Implementar la Evaluación*. La actividad de *Análisis* se llevará a cabo comparando los resultados obtenidos en los dos proyectos de M&E realizados en el 2010 y 2014, respectivamente.

7.1.1. Implementación de la Medición

En esta sección se mostrarán a modo de ejemplo algunas mediciones obtenidas a partir de métricas directas e indirectas que fueron ejemplificadas en el capítulo 3. También se irá llevando una comparativa de los valores medidos en el 2010 y los actuales, de modo de ir percibiendo los cambios introducidos. La recolección de los datos de la medición se realizó a partir de las acciones de mejora documentadas en los informes -respaldados en las publicaciones [Becker *et al.*, 2014], [Becker *et al.*, 2013], [Becker *et al.*, 2012]- y en las tesis doctorales [Molina, 2012] y [Becker, 2014].

Para cuantificar los atributos *1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades* y *1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades* es necesario conocer las medidas base de los atributos especificados en la Tabla 7-2.

		GOCAME	GOCAME Versión 2.0.
Número Total de Actividades Enunciadas	TAE	47	39
Número de Actividades Mínimamente Descriptas	#AMD	15	39
Número de Actividades Parcialmente Descriptas	#APD	10	39
Número de Actividades Completamente Descriptas	#ACD	0	31

Tabla 7-2. Valores medidos para TAE, #AMD, #APD y #ACD.

El valor del atributo 1.1.1.1. se obtiene a partir del procedimiento de cálculo de su métrica indirecta asociada, a saber:

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

De este modo, la medida derivada es 31,91 para GOCAME y 100 para GOCAME Versión 2.0. Con las mismas medidas base se puede obtener el valor del atributo 1.1.1.2. a partir del procedimiento de cálculo de su métrica indirecta, a saber:

$$GCDA = \begin{cases} \text{Si TAE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TAE} > 0 \rightarrow ((\#ACD \times 0,55 + (\#APD - \#ACD) \times 0,35 + (\#AMD - \#APD) \times 0,1) / (TAE \times 0,55)) \times 100 \end{cases}$$

La medida derivada es 15,47 para GOCAME y de 92.54 para GOCAME Versión 2.0. En la Tabla 7-3 se presentan los valores medidos a partir de las métricas directas recolectados en el año 2010 y 2014, respectivamente. Todas las medidas base fueron obtenidas a partir del procedimiento de medición especificado en la definición de las métricas directas. Aquellas medidas base que se encuentran resaltadas en azul y poseen un código en la primera fila de la Tabla 7-3 cuantifican atributos pertenecientes al árbol de requerimientos, mientras que las métricas que no se encuentran resaltadas y no poseen código son métricas directas relacionadas a métricas indirectas de atributos que pertenecen al árbol de

requerimientos. Con estas últimas y los procedimientos de cálculo definidos en las métricas indirectas se procede al cálculo de las medidas derivadas (ver Tabla 7-4).

Código	Métricas Directa	Acrónimo	2010	2014
	Número Total de Actividades Enunciadas	TAE	47	39
	Número de Actividades Mínimamente Descriptas	#AMD	15	39
	Número de Actividades Completamente Descriptas	#ACD	0	31
	Número de Actividades Parcialmente Descriptas	#APD	10	39
M.1.1.1.3	Grado de Granularidad del Proceso	GGP	Media	Media
	Número de Actividades Formalmente Descriptas	#AFD	47	39
	Número de Actividades Semiformalmente Descriptas	#ASD	0	0
	Número de Actividades con Rol Asignado	#ARA	0	39
	Número de Artefactos Mínimamente Descriptos	#ArMD	0	4
	Número Total de Artefactos Enunciados	TArE	31	36
	Número de Artefactos Completamente Descriptos	#ArCD	0	0
M. 1.1.2.3	Grado de Granularidad de los Artefactos	GGAr	Baja	Alta
M.1.1.3.1.1	Existencia de la Vista Funcional	EVF	Disponible	Disponible
	Número de Actividades en la Vista Funcional	#AVF	47	39
M. 1.1.3.1.3	Grado de Granularidad de la Vista Funcional	GGVF	Media	Media
M.1.1.3.2.1	Existencia de la Vista Informacional	EVI	Disponible	Disponible
	Número de Artefactos en la Vista Informacional	#ArVI	28	36
M.1.1.3.2.3	Grado de Granularidad de la Vista Informacional	GGVI	Baja	Alta
M.1.1.3.3.1	Existencia de la Vista de Comportamiento	EVC	Disponible	Disponible
	Número de Actividades en la Vista de Comportamiento	#AVC	47	39
M. 1.1.3.3.3	Grado de Granularidad de la Vista de Comportamiento	GGVC	Media	Media
M.1.1.3.4.1	Existencia de la Vista Organizacional	EVO	No Disponible	Disponible
	Número Total de Roles Enunciados	TRE	2	14
	Número de Roles en la Vista Organizacional	#RVO	0	14
M.1.1.3.4.3	Grado de Granularidad de la Vista Organizacional	GGVO	No existe	Alta
	Número de Términos en la Base Conceptual Terminológica	#TBCT	102	130
	Nivel de Correspondencia entre la Descripción del Proceso y la Base Conceptual	NCDPBC	36	40
M. 1.1.4.2	Grado de Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	GCPEPME	Adhiere Parcialmente	Adhiere Parcialmente
M.1.2.1.1	Grado de Modularidad del Marco Conceptual	GMMC	Baja	Baja
M.1.2.1.2	Grado de Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	GFMoMC	Formal	Formal
	Número Total de Términos Definidos en Estándares	TTEE	75	91
	Nivel de Correspondencia entre Términos Definidos en la Base Conceptual y Estándares	NCTDBCE	16	22
M.1.2.2.2	Grado de Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	GREBC	Alta	Alta
	Nivel de Correspondencia entre Términos del Marco Conceptual y la Base Conceptual Terminológica	NCTMCBCT	86	119
M.1.3.1.1	Existencia de la Metodología	EM	Disponible	Disponible
	Número de Actividades con Método Definido	#AMeD	39	33
M.1.3.1.3	Grado de Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	GDHAM	Soportada Parcialmente	Soportada Parcialmente
	Nivel de Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica	NCTMBCT	28	28
	Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica	#CBCT	38	41

Tabla 7-3. Métricas directas junto con los valores de las medidas base para las entidades GOCAME (2010) y GOCAME Versión 2.0. (2014).

Código	Métricas Indirectas	Acrónimo	2010	2014
M.1.1.1.1	Grado de Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	GDDA	31,91	100
M.1.1.1.2	Grado de Completitud de la Descripción de las Actividades	GCDA	15,47	92,54
M.1.1.1.4	Grado de Formalidad de la Descripción de las Actividades	GFDA	100	100
M.1.1.1.5	Grado de Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	GDARA	0	100
M.1.1.2.1	Grado de Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	GDDAr	0	11,11
M.1.1.2.2	Grado de Completitud de la Descripción de los Artefactos	GCDAr	0	9,09
M.1.1.3.1.2	Grado de Completitud de la Vista Funcional	GCVF	100	100
M.1.1.3.2.2	Grado de Completitud de la Vista Informacional	GCVI	90,32	100
M.1.1.3.3.2	Grado de Completitud de la Vista de Comportamiento	GVCV	100	100
M.1.1.3.4.2	Grado de Completitud de la Vista Organizacional	GCVO	0	100
M.1.1.4.1.	Grado de Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	GCPTBC	94,74	97,56
M.1.2.2.1	Grado de Completitud de la Base Conceptual	GCBC	21,33	24,18
M.1.2.3.1	Grado de Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	GCMCTBC	84,31	91,54
M.1.3.1.2	Grado de Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	GCAMA	82,98	84,62
M.1.3.2.1	Grado de Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	GCMTBC	73,68	68,29

Tabla 7-4. Métricas indirectas junto con los valores de las medidas derivadas para las entidades GOCAME (2010) y GOCAME Versión 2.0. (2014).

Con los valores medidos resaltados en azul (o con código asignado) de la Tabla 7-3 y los valores calculados de la Tabla 7-4 se cuenta con todas las mediciones directas e indirectas necesarias para empezar la actividad de evaluación.

7.1.2. Implementación de la Evaluación

La actividad de evaluación requiere como entrada la Especificación de los Requerimientos No Funcionales, la Especificación de Indicadores y las Medidas para producir los valores de indicadores según se aprecia en la Figura 2-11. A modo de ejemplo, se puede mostrar que el indicador elemental que evalúa al atributo *1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*, descrito completamente en la Tabla 3-17, posee la siguiente especificación en su modelo elemental:

$NS_DDA = GDDA$ Donde NS_DDA es el acrónimo para el nombre del indicador Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades y $GDDA$ es el acrónimo para el nombre de la métrica que representa el valor medido o calculado.

A partir de dicho modelo elemental se calcula el valor del indicador elemental que quedó determinado en 31,91% para GOCAME y 100% para GOCAME Versión 2.0. Notar que en este caso particular sólo se necesita saber el valor medido (primer fila de la Tabla 7-4) ya que la especificación del modelo elemental está determinado por la función lineal $y=x$. En cambio, el indicador elemental que evalúa el atributo *1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos* especifica el siguiente modelo elemental:

$NS_GAr = \begin{cases} \text{No Existe} & \rightarrow 0\% \\ \text{Baja} & \rightarrow 30\% \\ \text{Media} & \rightarrow 70\% \\ \text{Alta} & \rightarrow 100\% \end{cases}$ Donde NS_GAr es el acrónimo para el nombre del indicador Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos y los valores No Existe, Baja, Media, Alta son los posibles valores a medir y los porcentajes indican el valor de indicador al cual se mapean los valores medidos.

Al observar la primera fila con código asignado (M.1.1.2.3) de la Tabla 7-3 el valor medido en el 2010 fue “Baja” mientras que en el 2014 fue “Alta”, con lo cual los valores de indicadores se mapean a 30% para GOCAME y 100% para GOCAME Versión 2.0. De este modo se fueron obteniendo los 31 valores de indicadores elementales que se presentan en la Tabla 7-5.

Indicador Elemental	Acrónimo	2010	2014
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	NS_DDA	31,91	100
Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Descripción de las Actividades	NS_CDA	15,47	92,54
Nivel de Satisfacción de la Granularidad del Proceso	NS_GP	70	70
Nivel de Satisfacción de la Formalidad de la Descripción de las Actividades	NS_FDA	100	100
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	NS_DARA	0	100
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	NS_DDAr	0	11,11
Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Descripción de los Artefactos	NS_CDAr	0	9,09
Nivel de Satisfacción de la Granularidad de los Artefactos	NS_GAr	30	100
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Funcional	NS_DVF	100	100
Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Funcional	NS_CVF	100	100
Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Funcional	NS_GVF	70	70
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Informativa	NS_DVI	100	100
Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Informativa	NS_CVI	90,32	100
Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Informativa	NS_GVI	30	100
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista de Comportamiento	NS_DVC	100	100
Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista de Comportamiento	NS_CVC	100	100
Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista de Comportamiento	NS_GBC	70	70
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Vista Organizacional	NS_DVO	0	100
Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Vista Organizacional	NS_CVO	0	100
Nivel de Satisfacción de la Granularidad de la Vista Organizacional	NS_GVO	0	100
Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	NS_CPTBC	94,74	97,56
Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	NS_CPEPME	50	50
Nivel de Satisfacción de la Modularidad del Marco Conceptual	NS_MMC	50	50
Nivel de Satisfacción de la Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	NS_FMOMC	100	100
Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Base Conceptual	NS_CBC	21,33	24,18
Nivel de Satisfacción de la Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	NS_REBC	100	100
Nivel de Satisfacción de la Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	NS_CMCTBC	84,31	91,54
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de la Metodología	NS_DM	100	100
Nivel de Satisfacción de la Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	NS_CAMA	82,98	84,62
Nivel de Satisfacción de la Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	NS_DHAM	50	50
Nivel de Satisfacción de la Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	NS_CMTBC	73,68	68,29

Tabla 7-5. Valores de los indicadores elementales para las entidades GOCAME (2010) y GOCAME Versión 2.0. (2014).

A continuación, resta calcular los valores de los indicadores derivados (mostrados en la Tabla 7-6). El proceso de cálculo se realiza siguiendo el orden jerárquico de los conceptos y subconceptos según el árbol de requerimientos (Tabla 3-21) –desde los subconceptos a los conceptos de más alto nivel, teniendo en cuenta el modelo global (Tabla 3-19) y los criterios de decisión (Tabla 3-20) especificados en el diseño de la evaluación ejecutado en el 2010.

	(1)	(2)	
1. Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)	66,48	73,87	↑
1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso	58,88	81,67	↑
1.1.1. Adecuación de las Actividades	46,67	92,51	↑
1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	31,91	100	↑
1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades	15,47	92,54	↑
1.1.1.3. Granularidad del Proceso	70	70	↔
1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades	100	100	↔
1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	0	100	↑
1.1.2. Adecuación de los Artefactos	3	19,19	↑
1.1.2.1. Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	0	11,11	↑
1.1.2.2. Completitud de la Descripción de los Artefactos	0	9,09	↑
1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos	30	100	↑
1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso	83,56	93,52	↑
1.1.3.1. Adecuación de la Vista Funcional	88	88	↔
1.1.3.1.1. Disponibilidad de la Vista Funcional	100	100	↔
1.1.3.1.2. Completitud de la Vista Funcional	100	100	↔
1.1.3.1.3. Granularidad de la Vista Funcional	70	70	↔
1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional	82,13	100	↑
1.1.3.2.1. Disponibilidad de la Vista Informacional	100	100	↔
1.1.3.2.2. Completitud de la Vista Informacional	90,32	100	↑
1.1.3.2.3. Granularidad de la Vista Informacional	30	100	↑
1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento	88	88	↔
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	100	↔
1.1.3.3.3. Granularidad de la Vista de Comportamiento	70	70	↔
1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional	0	100	↑
1.1.3.4.1. Disponibilidad de la Vista Organizacional	0	100	↑
1.1.3.4.2. Completitud de la Vista Organizacional	0	100	↑
1.1.3.4.3. Granularidad de la Vista Organizacional	0	100	↑
1.1.4. Conformidad del Proceso	85,79	88,05	↑
1.1.4.1. Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual	94,74	97,56	↑
1.1.4.2. Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	50	50	↔
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	75,09	77,60	↑
1.2.1. Adecuación del Marco Conceptual	75	75	↔
1.2.1.1. Modularidad del Marco Conceptual	50	50	↔
1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual	100	100	↔
1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual	68,53	69,67	↑
1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual	21,33	24,18	↑
1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual	100	100	↔
1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual	84,31	91,54	↑
1.2.3.1. Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual	84,31	91,54	↑
1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología	77,43	74,37	↓
1.3.1. Adecuación de la Metodología	83,19	83,85	↑
1.3.1.1. Disponibilidad de la Metodología	100	100	↔
1.3.1.2. Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	82,98	84,62	↑
1.3.1.3. Disponibilidad de Herramienta que Automatice a la Metodología	50	50	↔
1.3.2. Conformidad de la Metodología	73,68	68,29	↓
1.3.2.1. Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual	73,68	68,29	↓

Tabla 7-6. Especificación del árbol de requerimientos. La 1^{ra} columna contiene conceptos y atributos (en itálica). 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 GOCAME Versión 2.0. La 4^{ta} columna indica si el cambio tuvo impacto positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔).

En el artículo científico [Papa, 2012-1] se presenta una evaluación de GOCAME intermedia junto con el análisis del impacto de las mejoras introducidas -que en ese momento se limitaban a algunas de las recomendaciones de cambio para la capacidad del proceso. El resultado de la evaluación descrita en este capítulo incluye nuevas mejoras en el pilar del proceso y de la base conceptual. A continuación, se analizan los impactos de los cambios introducidos.

7.2. Análisis del Impacto de los Cambios Realizados

El análisis del impacto de las mejoras alcanzado a partir de los cambios consumados en GOCAME se realizará teniendo en cuenta los tres pilares evaluados oportunamente. Una vez examinados estos impactos, en la sección 7.3. se analiza cómo la variación de estos tres valores de indicadores derivados afectan el valor del indicador global que evalúa el concepto foco del estudio: Calidad de las Capacidades para una estrategia integrada de M&E.

7.2.1. Impacto en la Calidad de las Capacidades del Proceso

Los cambios introducidos en el pilar del proceso fueron los de mayor impacto positivo para GOCAME Versión 2.0. Como se observa en la Tabla 7-7 el valor del indicador derivado perteneciente al concepto 1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso pasó de un valor de 58,88% a 81,67%, alcanzando un nivel satisfactorio de aceptabilidad y cumpliendo con el primer objetivo formulado en el Plan de Mejoras, a saber: “Alcanzar un nivel satisfactorio en el indicador de la Calidad de las Capacidades del Proceso”. Sin embargo, al analizar cada uno de sus subconceptos existen algunos atributos que no alcanzaron el nivel esperado por lo cual se podría seguir iterando en el ciclo de mejora continua.

	(1)	(2)	Diferencia
1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso	58,88	81,67	↑ 22,79
1.1.1. Adecuación de las Actividades	46,67	92,51	↑ 45,84
1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades	31,91	100	↑ 68,09
1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades	15,47	92,54	↑ 77,07
1.1.1.3. Granularidad del Proceso	70	70	↔ 0
1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades	100	100	↔ 0
1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades	0	100	↑ 100
1.1.2. Adecuación de los Artefactos	3	19,19	↑ 16,19
1.1.2.1. Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos	0	11,11	↑ 11,11
1.1.2.2. Completitud de la Descripción de los Artefactos	0	9,09	↑ 9,09
1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos	30	100	↑ 70
1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso	83,56	93,52	↑ 9,96
1.1.3.1. Adecuación de la Vista Funcional	88	88	↔ 0
1.1.3.1.1. Disponibilidad de la Vista Funcional	100	100	↔ 0
1.1.3.1.2. Completitud de la Vista Funcional	100	100	↔ 0
1.1.3.1.3. Granularidad de la Vista Funcional	70	70	↔ 0
1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional	82,13	100	↑ 17,87
1.1.3.2.1. Disponibilidad de la Vista Informacional	100	100	↔ 0
1.1.3.2.2. Completitud de la Vista Informacional	90,32	100	↑ 9,68
1.1.3.2.3. Granularidad de la Vista Informacional	30	100	↑ 70
1.1.3.3. Adecuación de la Vista de Comportamiento	88	88	↔ 0
1.1.3.3.1. Disponibilidad de la Vista de Comportamiento	100	100	↔ 0
1.1.3.3.2. Completitud de la Vista de Comportamiento	100	100	↔ 0
1.1.3.3.3. Granularidad de la Vista de Comportamiento	70	70	↔ 0
1.1.3.4. Adecuación de la Vista Organizacional	0	100	↑ 100
1.1.3.4.1. Disponibilidad de la Vista Organizacional	0	100	↑ 100
1.1.3.4.2. Completitud de la Vista Organizacional	0	100	↑ 100
1.1.3.4.3. Granularidad de la Vista Organizacional	0	100	↑ 100
1.1.4. Conformidad del Proceso	85,79	88,05	↑ 2,26
1.1.4.1. Conformidad del Proceso a la Terminología de la BC	94,74	97,56	↑ 2,82
1.1.4.2. Conformidad del Proceso a un Estándar de Procesos de M&E	50	50	↔ 0

Tabla 7-7. Especificación del árbol de requerimientos para las Capacidades del Proceso. La 1^{ra} columna contiene conceptos y atributos (en *italica*). 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 GOCAME Versión 2.0. La 4^{ta} columna indica si el cambio tuvo impacto positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔). La 5^{ta} columna indica la diferencia entre ambos valores de indicadores.

Analizando los subconceptos inmediatos a 1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso en la Tabla 7-8 se aprecia que el subconcepto 1.1.1. Adecuación de las Actividades es el que posee mayor impacto positivo. Pasó de un valor de indicador de 46,67% en el 2010 a 92,51% en el 2014, lo cual representa una diferencia positiva de 45,84 puntos. En este caso el valor del indicador pasó de un nivel de aceptabilidad insatisfactorio a satisfactorio. Si se analizan los atributos que contribuyen al importante aumento de este indicador (Tabla 7-7) se concluye que: si bien dos atributos no sufrieron modificaciones en sus valores de

indicadores (1.1.1.3. Granularidad del Proceso y 1.1.1.4. Formalidad de la Descripción de las Actividades), los tres restantes aumentaron significativamente su valor. Por ejemplo, los atributos 1.1.1.1. Disponibilidad de la Descripción de las Actividades y 1.1.1.5. Disponibilidad de Asignación de Roles a Actividades obtuvieron el valor de indicador máximo, es decir 100%, con una diferencia positiva de 68,09 en el primer caso, y de 100 en el segundo caso. Y el atributo restante, 1.1.1.2. Completitud de la Descripción de las Actividades obtuvo una diferencia positiva de 77,07. Estos valores reflejan el trabajo realizado en pos de mejorar la descripción del proceso de GOCAME Versión 2.0. y la asignación de roles a las tareas de dicho proceso.

	(1)	(2)	Diferencia
1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso	58,88	81,67	↑ 22,79
1.1.1. Adecuación de las Actividades	46,67	92,51	↑ 45,84
1.1.2. Adecuación de los Artefactos	3	19,19	↑ 16,19
1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso	83,56	93,52	↑ 9,96
1.1.4. Conformidad del Proceso	85,79	88,05	↑ 2,26

Tabla 7-8. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para las Capacidades del Proceso y sus subconceptos.

La subcaracterística 1.1.2. Adecuación de los Artefactos obtuvo un incremento positivo de 16,19 puntos pero aun así, este aumento no fue suficiente para cambiar su nivel de aceptabilidad insatisfactorio (pasó de valer 3% en el 2010 a valer 19,19% en el 2014 según se observa en la Tabla 7-8). Este resultado era previsible ya que al momento de ejecutar las acciones de mejora se puso énfasis en la enunciación de los artefactos y subartefactos, y no en su descripción. Si se analizan los atributos de este concepto se ve que el mayor impacto positivo se obtuvo en 1.1.2.3. Granularidad de los Artefactos que paso de un nivel insatisfactorio (30%) al máximo nivel de satisfacción (100%) con una diferencia positiva de 70 puntos. Mientras que los dos atributos restantes permanecen en un valor insatisfactorio, 1.1.2.1. Disponibilidad de la Descripción de los Artefactos y 1.1.2.2. Completitud de la Descripción de los Artefactos, pasaron de un valor de indicador de 0% a 11,11% y 9,09%, respectivamente.

El subconcepto 1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso está asociado a cuatro conceptos calculables que permiten conocer el grado de adecuación de las distintas vistas del proceso, a saber: 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. Estos conceptos calculables están relacionados con el operador DA –especificado al momento de diseñar la evaluación- que es un operador de reemplazabilidad, de requerimientos no mandatorios y de media cuasi-disyunción (ver Tabla 3-21). Este operador implica que no son necesarias tener modeladas todas las vistas del proceso pero en caso de tenerlas esto incrementará el valor del indicador.

Además, en la Tabla 7-7 se puede observar que todos los atributos pertenecientes a la vista funcional (1.1.3.1.) y a la vista de comportamiento (1.1.3.3.) no sufrieron modificación alguna en sus valores de indicadores y, por lo tanto, el valor de los indicadores derivados tampoco cambió, siendo este de 88% para ambas vistas. En cambio todos los atributos pertenecientes a la vista informacional (1.1.3.2.) y la vista organizacional (1.1.3.4.) obtuvieron el máximo valor de indicador, es decir 100%. Por lo tanto, ambos conceptos calculables (1.1.3.2. y 1.1.3.4.) alcanzaron un valor de indicador derivado de 100%. En consecuencia, el subconcepto 1.1.3. Adecuación del Modelado del Proceso obtuvo una diferencia positiva de 9,96 puntos al pasar de un valor de indicador de 83,56% en el 2010 a 93,52% en el 2014 (ver Tabla 7-9). Estos valores de indicadores reflejan el trabajo realizado, principalmente, en el modelado del proceso de GOCAME 2.0. desde el punto de vista informacional y organizacional. Si bien se podría haber esperado un aumento mayor dado a que dos de los cuatro subconceptos tienen un valor de 100%, esto no fue así, porque dichos subconceptos fueron ponderados –al momento de diseñar la evaluación- con un valor relativamente menor al del resto de los conceptos. Esto es, a la Adecuación de la Vista Funcional (1.1.3.1.) y de Comportamiento (1.1.3.3.) se le asignó un peso de 0,3 mientras que a la Vista Informacional (1.1.3.2.) se le asignó un peso de 0,25 y a la vista Organizacional (1.1.3.4.) un peso de 0,15 (ver Tabla 3-21).

	(1)	(2)	Diferencia
1.1.3.Adecuación del Modelado del Proceso	83,56	93,52	↑ 9,96
1.1.3.1.Adecuación de la Vista Funcional	88	88	↔ 0
1.1.3.2. Adecuación de la Vista Informacional	82,13	100	↑ 17,87
1.1.3.3.Adecuación de la Vista de Comportamiento	88	88	↔ 0
1.1.3.4.Adecuación de la Vista Organizacional	0	100	↑ 100

Tabla 7-9. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para la Adecuación del Modelado del Proceso.

El último subconcepto a considerar es 1.1.4.Conformidad del Proceso que obtuvo una diferencia positiva de 2,26 puntos, ya que pasó de 85,79% en el 2010 a 88,05% en el 2014 (ver Tabla 7-8). Al analizar los conceptos calculables que agrupa (ver Tabla 7-7), se observa que el atributo 1.1.4.1.Conformidad del Proceso a la Terminología de la Base Conceptual es el que contribuye a dicha diferencia positiva. Este atributo cuyo indicador elemental pasó de 94,74% en el 2010 a 97,56% en el 2014 refleja que en la nueva descripción del proceso se utilizaron, en la medida de lo posible, los términos presentes en la base conceptual de GOCAME 2.0. En cambio el valor del indicador elemental que evalúa el atributo 1.1.4.2.Conformidad del Proceso no se vio afectado por las acciones de mejora llevadas a cabo.

7.2.2. Impacto en la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual

Los cambios introducidos en el pilar del Marco Conceptual tuvieron un impacto positivo de 2,51 puntos. Como se observa en la Tabla 7-10 el valor del indicador derivado perteneciente al concepto 1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual pasó de 75,09% en el 2010 a 77,60% en el 2014, manteniéndose en un nivel satisfactorio de aceptabilidad. Como dicha subcaracterística se encontraba en el 2010 dentro del nivel de aceptabilidad pretendido, el objetivo formulado en el Plan de Mejoras fue: “Alcanzar un nivel satisfactorio en el indicador de la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual para aquellos atributos que se encuentran en un nivel insatisfactorio o marginal”. Los atributos que no cumplieran con dicho nivel de aceptabilidad están relacionados a la modularidad del Marco Conceptual y la completitud de la Base Conceptual. Con respecto a las acciones de mejora que involucran a estos atributos cabe destacar que no se realizó trabajo alguno para mejorar la modularidad del Marco Conceptual debido a que al analizarse la relevancia, dificultad, tiempo requerido y la no urgencia de los cambios se decidió postergar las acciones de mejora para después de la finalización de este trabajo de tesis. En cambio, si se dedicó esfuerzo en la ejecución de las acciones de mejora que pretenden aumentar la completitud de la Base Conceptual.

	(1)	(2)	Diferencia
1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	75,09	77,60	↑ 2,51
1.2.1.Adecuación del Marco Conceptual	75	75	↔ 0
<i>1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual</i>	50	50	↔ 0
<i>1.2.1.2.Formalidad del Modelado del Marco Conceptual</i>	100	100	↔ 0
1.2.2.Adecuación de la Base Conceptual	68,53	69,67	↑ 1,14
<i>1.2.2.1.Completitud de la Base Conceptual</i>	21,33		↑ 2,85
<i>1.2.2.2.Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual</i>	100	100	↔ 0
1.2.3.Conformidad del Marco Conceptual	84,31	91,54	↑ 7,23
<i>1.2.3.1.Conformidad del MC a la Terminología de la BC</i>	84,31	91,54	↑ 7,23

Tabla 7-10. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para las Capacidades del Marco Conceptual. La 1^{ra} columna contiene conceptos y atributos (en itálica). 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 GOCAME Versión 2.0. La 4^{ta} columna indica si el cambio tuvo impacto positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔). La 5^{ta} columna indica la diferencia entre ambos valores de indicadores.

Analizando los subconceptos inmediatos a 1.2.Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual en la Tabla 7-10 se aprecia que el concepto calculable 1.2.1.Adecuación del Marco Conceptual no sufrió modificación alguna en sus valores de indicadores elementales, ni derivados como consecuencia de que se postergaron las acciones de mejora referentes al atributo 1.2.1.1.Modularidad del Marco Conceptual y que

no era necesario ejecutar acción de mejora alguna para el atributo 1.2.1.2. Formalidad del Modelado del Marco Conceptual debido a que se encontraba con un 100% de satisfacción.

La subcaracterística 1.2.2. Adecuación de la Base Conceptual obtuvo una diferencia positiva de 1,14 puntos al pasar de un valor de indicador derivado de 68,53% en el 2010 a 69,67% en el 2014. Esta variación fue producida por el incremento positivo de 2,85 puntos logrado en el atributo 1.2.2.1. Completitud de la Base Conceptual que paso de un valor de indicador elemental de 21,33% en el 2010 a 24,18% en el 2014 (Tabla 7-10). Si bien este indicador logró aumentar su valor, dicho incremento no fue suficiente para alcanzar el nivel de aceptabilidad pretendido, quedando como en el 2010 en un nivel insatisfactorio. Este aumento refleja el trabajo llevado a cabo para incluir nuevos conceptos presentes en estándares de M&E a la base conceptual de GOCAME y enriquecer su semántica con los conceptos de la ontología de proceso. El esfuerzo empleado en la ejecución de las acciones de esta recomendación de cambio no reflejó un aumento significativo en el valor del indicador, como se hubiera esperado. Con respecto al atributo restante, denominado 1.2.2.2. Riqueza de la Estructura de la Base Conceptual no sufrió modificación alguna, ya que como en el 2010, actualmente se encuentra con un valor de indicador del 100%. Cabe destacar que el incremento logrado en el atributo 1.2.2.1. que fue de 2,85 puntos, no se trasladó proporcionalmente al concepto calculable 1.2.2. ya que la distribución de pesos –especificada al momento de diseñar la evaluación fue de 0,4 para el atributo 1.2.2.1. y de 0,6 para el atributo 1.2.2.2 (ver Tabla 3-21).

Por último, el subconcepto 1.2.3. Conformidad del Marco Conceptual involucra un único atributo denominado 1.2.3.1. Conformidad del Marco Conceptual a la Terminología de la Base Conceptual. Dicho atributo obtuvo un incremento positivo de 7,23 puntos al pasar de un valor de 84,31% en el 2010 a 91,54% en el 2014. Este incremento positivo fue consecuencia indirecta de los cambios realizados en los conceptos y atributos de base conceptual y el modelado del nuevo marco conceptual.

Una vez analizadas todas las subcaracterísticas y atributos que agrupa el concepto calculable 1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual se puede concluir que los cambios realizados en este pilar no afectaron los niveles de aceptabilidad alcanzados en el 2010. No obstante, la subcaracterística 1.2. se encuentra a un nivel satisfactorio con un impacto positivo de 2,51 puntos como consecuencia del incremento en los valores de indicadores elementales de los atributos 1.2.2.1. y 1.2.3.1. Si bien hubo un aumento en dichos valores de indicadores, particularmente, no se logró una ganancia en el valor del indicador del atributo 1.2.1.1. Modularidad del marco conceptual que se encontraba en un nivel de satisfacción marginal debido a lo mencionado al comienzo de esta sección. Adicionalmente, el esfuerzo invertido en la creación de la ontología de proceso y su relación con la ontología de M&E no tuvo impacto significativo en la ganancia del indicador perteneciente a la Completitud de la Base Conceptual (1.2.2.1.). Esto es consecuencia de que la ontología de proceso es una ontología genérica (en el sentido que puede reusarse en otros dominios específicos), y que al relacionarla por medio del uso de estereotipos con la ontología de dominio específica de M&E (sección 6.1.3.) agregó semántica a sus términos. Sin embargo, este enriquecimiento semántico no introdujo nuevos conceptos a los componentes de C-INCAMI.

7.2.3. Impacto en la Calidad de las Capacidades de la Metodología

Como se indicó en el capítulo 6 no se ejecutaron acciones de mejora que estuvieran relacionadas a las recomendaciones de cambio del concepto calculable 1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología. Por un lado, porque ninguno de sus atributos tenía valores de indicadores elementales en un nivel insatisfactorio; y por otro lado, el esfuerzo requerido para ejecutar las acciones de mejora excedía al tiempo estimado para la finalización de este trabajo de tesis. Sin embargo, esta característica se vio afectada indirectamente por las acciones de mejora ejecutadas. A nivel de la subcaracterística 1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología, en la Tabla 7-11 se puede apreciar que el impacto de los cambios fue negativo (-3,06) ya que el valor del indicador derivado pasó de 77,43% en el 2010 a 74,37% en el 2014. Este impacto negativo provocó que el indicador descendiera al umbral superior del rango del nivel de aceptabilidad marginal, cuando anteriormente estaba en un nivel satisfactorio (en el umbral inferior del

rango). Para analizar las causas del impacto negativo se debe examinar con mayor profundidad sus subconceptos junto con sus atributos asociados.

	(1)	(2)		Diferencia
1.3.Calidad de las Capacidades de la Metodología	77,43	74,37	↓	-3,06
1.3.1.Adecuación de la Metodología	83,19	83,85	↑	0,66
1.3.1.1.Disponibilidad de la Metodología	100	100	↔	0
1.3.1.2.Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades	82,98	84,62	↑	1,64
1.3.1.3.Disponibilidad de Herramienta que Automate a la Metodología	50	50	↔	0
1.3.2.Conformidad de la Metodología	73,68	68,29	↓	-5,39
1.3.2.1.Conformidad de la Metodología a la Terminología de la BC	73,68	68,29	↓	-5,39

Tabla 7-11. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para las Capacidades de la Metodología. La 1^{ra} columna contiene conceptos, subconceptos y atributos (en itálica). 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 GOCAME Versión 2.0. La 4^{ta} columna indica si el cambio fue positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔). La 5^{ta} columna indica la diferencia entre ambos valores de indicadores.

La subcaracterística 1.3.1.Adecuación de la Metodología obtuvo un impacto positivo de 0,66 puntos. Al analizar los atributos relacionados a dicho concepto se ve que dos de ellos no sufrieron modificación alguna, a saber: 1.3.1.1.Disponibilidad de la Metodología con un valor de 100% y 1.3.1.3.Disponibilidad de Herramienta que Automate a la Metodología con un valor de 50%. En cambio, el atributo 1.3.1.2.Completitud de la Asignación de Métodos a Actividades logró un impacto positivo de 1,64 puntos al pasar de 82,98% en el 2010 a 84,62% en el 2014. Este incremento en el nivel de satisfacción fue provocado por la disminución en la cantidad de actividades enunciadas en el proceso, la mayoría de las cuales posee asignado al menos un método.

Por último, el concepto calculable 1.3.2.Conformidad de la Metodología posee un único atributo denominado 1.3.2.1.Conformidad de la Metodología a la Terminología de la Base Conceptual. Por lo tanto, el impacto negativo de 5,39 puntos obtenido en dicho atributo se traslada directamente al concepto calculable que lo relaciona. Ambos componentes del árbol de requerimientos (atributo y concepto calculable) pasaron de un nivel de satisfacción de 73,68% en el 2010 a 68,29% en el 2014. Este impacto negativo es consecuencia directa del aumento del número de conceptos introducidos en la base conceptual y que la descripción de metodología no se modificó incluyendo a dichos términos.

Como consecuencia de este último análisis se puede apreciar en la Tabla 7-11 que el impacto negativo de 3,06 puntos sufrido por el concepto calculable que evalúa la Calidad de las Capacidades de la Metodología está dado solamente por la disminución en el nivel de satisfacción del concepto 1.3.2.Conformidad de la Metodología que fue ponderado –al momento del diseño de la evaluación- con un peso de 0,6 con respecto al otro concepto calculable ponderado en 0,4 (Tabla 3-21). En definitiva, esta fue la causal de la leve disminución en el nivel de aceptabilidad de 1.3.

7.3. Impacto en la Calidad de las Capacidades

Una vez analizadas las subcaracterísticas y sus atributos relacionados para cada una de las capacidades evaluadas se puede concluir que el impacto de los cambios tuvo una ganancia positiva, ya que el concepto calculable foco de la evaluación 1.Calidad de las Capacidades logró un incremento de 7,39 puntos. Es decir, pasó de 66,48% en el 2010 a 73,87% en el 2014 (Tabla 7-12 y Figura 7-1). Sin embargo, dicho incremento no fue suficiente para pasar de un nivel de satisfacción marginal a uno satisfactorio como se hubiera pretendido en el indicador global.

	(1)	(2)	Diferencia
1. Calidad de las Capacidades (para una Estrategia de M&E)	66,48	73,87	↑ 7,39
1.1. Calidad de las Capacidades del Proceso	58,88	81,67	↑ 22,79
1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual	75,09	77,60	↑ 2,51
1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología	77,43	74,37	↓ -3,06

Tabla 7-12. Extracto de la Especificación del árbol de requerimientos para la Calidad de las Capacidades 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 GOCAME Versión 2.0. La 4^{ta} columna indica si el cambio fue positivo (↑), negativo (↓) o sin variación (↔).



Figura 7-1. Nivel de satisfacción de la Calidad de las Capacidades para GOCAME Y GOCAME Versión 2.0.

Sin embargo, cabe resaltar (tal como se aprecia en la Figura 7-2) que el pilar de la Calidad de las Capacidades del Proceso (1.1.) es el que mayor impacto positivo obtuvo (22,79 puntos) pasando de un nivel de aceptabilidad marginal (58,88%) a uno satisfactorio (81,67%). Esta ganancia es consecuencia de las prioridades planteadas en el Plan de Mejoras y el esfuerzo realizado en la ejecución de las acciones de cambio, ya que dicha subcaracterística era la única que en el 2010 se encontraba en un nivel de satisfacción menor al requerido, en este caso en el umbral marginal. El subconcepto 1.2. Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual obtuvo un impacto positivo de 2,51 puntos permaneciendo en el nivel de aceptabilidad superior, esto es, nivel satisfactorio. En cambio, el subconcepto 1.3. Calidad de las Capacidades de la Metodología pasó de un nivel de aceptabilidad satisfactorio (77,43%) a uno marginal (74,37%), con un impacto negativo de 3,06 puntos. Esta leve disminución provocó un cambio mínimo en el nivel de aceptabilidad causando que el valor de indicador permaneciera muy cercano al 75% que es el requerido para un nivel de aceptabilidad satisfactorio. Adicionalmente, si se tiene presente, que al momento de diseñar la evaluación se le especificó una ponderación igual (0,33) para cada subconcepto inmediato inferior del foco de la evaluación y que el operador definido fue C⁻³⁶ (Tabla 3-21) se concluye que la importante diferencia obtenida en la Calidad de las Capacidades Proceso y la diferencia menor obtenida en la Calidad de las Capacidades del Marco Conceptual se contrarrestó por la diferencia negativa obtenida en la Calidad de las Capacidades de la Metodología.

³⁶ Recordar que el operador C- modela una relación de cuasi-conjunción débil, lo que significa que un valor cero en alguno de los conceptos de entrada no producirá un cero en la salida, aunque si castigará a la misma.

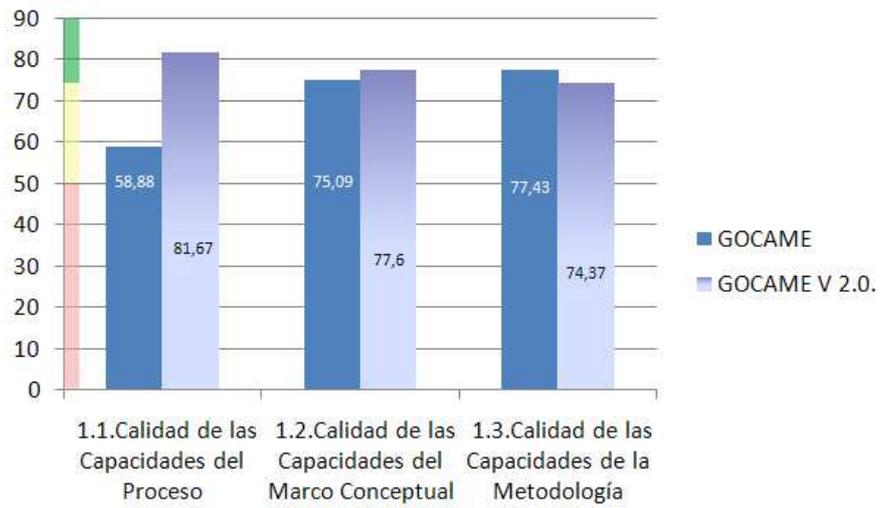


Figura 7-2. Nivel de satisfacción de los tres subconceptos de la Calidad de las Capacidades para GOCAME Y GOCAME Versión 2.0.

En el siguiente capítulo se presentan las conclusiones de la tesis, teniendo en cuenta consideraciones extras que surgen del análisis realizado y exponiendo líneas futuras de investigación afines a la temática documentada en este trabajo.



Conclusiones y Trabajos Futuros

En este último capítulo se presentan las conclusiones del trabajo realizado, partiendo de la necesidad de información que motivó el desarrollo de la tesis (sección 8.1.), luego las contribuciones realizadas en el área (sección 8.2.), y finalmente, exponiendo las líneas futuras de investigación afines a la temática presentada (sección 8.3.).

8.1. Necesidad de Información

Las organizaciones de software requieren estrategias de M&E que las asistan en la evaluación y mejora continua de sus actividades, recursos y productos. Para implementar sistemáticamente programas y proyectos de M&E, la organización debería establecer un conjunto de actividades y métodos para especificar, recolectar, almacenar y usar los valores de métricas e indicadores. Adicionalmente, con el propósito de robustecer el proceso de análisis y toma de decisión es necesario que aseguren, mediante la estricta especificación de métricas e indicadores, que dichos valores serán repetibles y comparables entre proyectos de la organización. Para lograr proyectos o programas con estas características las organizaciones necesitan contar con estrategias de M&E que integren tres capacidades o pilares, a saber: (i) un marco conceptual flexible y terminológicamente consistente; (ii) un proceso definido formalmente; y, (iii) un conjunto de métodos y herramientas que permitan la realización y automatización de las actividades. Por otro lado, en el grupo de investigación GIDIS_WEB (donde participo como integrante) se detectó la necesidad de robustecer la estrategia GOCAME de M&E teniendo en cuenta las calidades de sus capacidades respecto a estos tres pilares.

A partir de estas necesidades se realizó una revisión bibliográfica de la cual se pudo conocer que si bien existen numerosas propuestas publicadas en el área de M&E, muchas de ellas tienen como objetivo evaluar productos software desde el foco de su calidad interna, calidad externa o calidad en uso, y en menor medida, tratan de la evaluación de los recursos (métodos o herramientas) usados en el desarrollo de software. Además, no se encontraron trabajos que consideren la necesidad de una estrategia que integre las tres capacidades mencionadas anteriormente. Como así también, no se hallaron publicaciones relacionadas que traten con la evaluación de calidad de estrategias integradas de M&E a partir de un modelo de conceptos que evalúe la calidad de las capacidades nombradas en el párrafo anterior.

Adicionalmente, si se considera que la evaluación tiene como objetivo satisfacer una necesidad de información con un propósito específico ("comprender", "mejorar", "predecir", entre otros) para las distintas categorías de entidad tales como "productos", "sistemas", "recursos", entre otros; y que para cada una de estas categorías de entidad se puede identificar subcategorías como lo son "Herramienta",

“Estrategia”, “Equipo de software”, etc., y a su vez, dentro de la subcategoría “Estrategia” se puede encontrar otras categorías tales como “Estrategia de Testing” o “Estrategia de M&E” se decidió aplicar un proceso de mejora a partir de la evaluación de estrategias integradas de M&E existentes que permitiera mejorar la calidad de las capacidades de GOCAME. En este sentido, el trabajo presentado en la tesis está enmarcado dentro del área de aseguramiento de la calidad, particularmente en M&E y específicamente en la mejora de estrategias integradas de M&E a partir de la medición y evaluación de la calidad de sus capacidades para cada uno de los tres pilares: 1) Proceso; 2) Marco Conceptual; y 3) Métodos y Herramientas.

Para lograr el objetivo final de esta investigación, esto es, mejorar la calidad de las capacidades de GOCAME, se planteó un esquema de investigación (recordar la Figura 1-15) que propone un proceso de mejora a partir de un proyecto de M&E guiado por la estrategia GOCAME. Este proceso se dividió en tres etapas, cada una de las cuales posee un objetivo particular y sus propias contribuciones. Los objetivos planteados en cada una de las etapas son los siguientes:

1. Comprender y comparar el estado actual de la calidad de las capacidades de estrategias integradas de M&E para recomendar acciones de mejora;
2. Mejorar la estrategia GOCAME a partir de la implementación de los cambios recomendados; y,
3. Reevaluar la nueva versión de GOCAME y analizar cuantitativamente la ganancia de la mejora alcanzada.

Es digno de mencionar, que en esta instancia se ejecutó un ciclo del proceso para evolucionar GOCAME. Esto es, tomando como base el estudio comparativo realizado en el 2010 que permitió comprender el estado actual de la estrategia GOCAME y compararla con recursos similares con el fin de generar recomendaciones de cambio, es que a partir de ese momento se planificaron e implementaron las acciones de mejora (recordar la etapa II de la Figura 1-15). Luego se reevaluó la nueva versión de GOCAME para analizar la ganancia de las mejoras (recordar la etapa III de la Figura 1-15). Cabe resaltar sin embargo, que este proceso puede ser iterado en las etapas II y III generando un ciclo de mejora continua.

A continuación, se presentan las contribuciones particulares de cada una de las etapas del proceso de investigación planteado, para finalizar en la última sección con los trabajos futuros.

8.2. Contribuciones Realizadas

El trabajo realizado logró alcanzar el objetivo final planteado al inicio de la tesis, esto es: “Mejorar la estrategia integrada de M&E GOCAME fortaleciendo la calidad de sus capacidades para sus tres pilares: especificación del proceso, especificación del marco conceptual y metodología”. A continuación, se presentan las contribuciones de este trabajo (subrayadas y en cursiva), teniendo en cuenta las tres etapas del esquema (Figura 1-15) seguido para alcanzar el objetivo propuesto, a saber:

• *ETAPA I: Evaluación de estrategias integradas de M&E* (ver Figura 8-1).

Si se desea mejorar un recurso (o cualquier otro ente) primeramente se debe comprender el estado actual del mismo, y si fuera necesario, compararlo con recursos similares. De la comparación surgirán fortalezas de los otros recursos, que junto con los aspectos más débiles del recurso objetivo a mejorar, serán la materia prima para las recomendaciones de cambio. En el año 2010, se contaba con la estrategia integrada de M&E GOCAME y con el fin de fortalecer sus pilares se decidió realizar un estudio comparativo que permitiera, por un lado, conocer su estado actual y por el otro, compararla con otras estrategias integradas existentes. Se comenzó con un relevamiento bibliográfico donde:

1) no se encontraron hasta ese momento (es decir, al inicio de este trabajo de investigación en el año 2010) trabajos relacionados que consideren explícitamente los principios de una estrategia que integre las capacidades de: especificación del proceso, especificación del marco conceptual y especificación de métodos/herramientas. Por lo tanto, la primera contribución del trabajo fue la definición del concepto “Estrategia Integrada de M&E” y la fundamentación de por qué es importante la integración simultánea de las tres capacidades (sección 2.1.).

2) no se encontraron hasta ese momento trabajos relacionados que evaluaran estrategias de M&E como un ente de tipo recurso teniendo en cuenta la calidad de las capacidades. Consecuentemente, el estudio comparativo a realizar es un aporte desde esta perspectiva. El diseño e implementación del mismo, llevada a cabo en el año 2010, fue documentado en el capítulo 3.

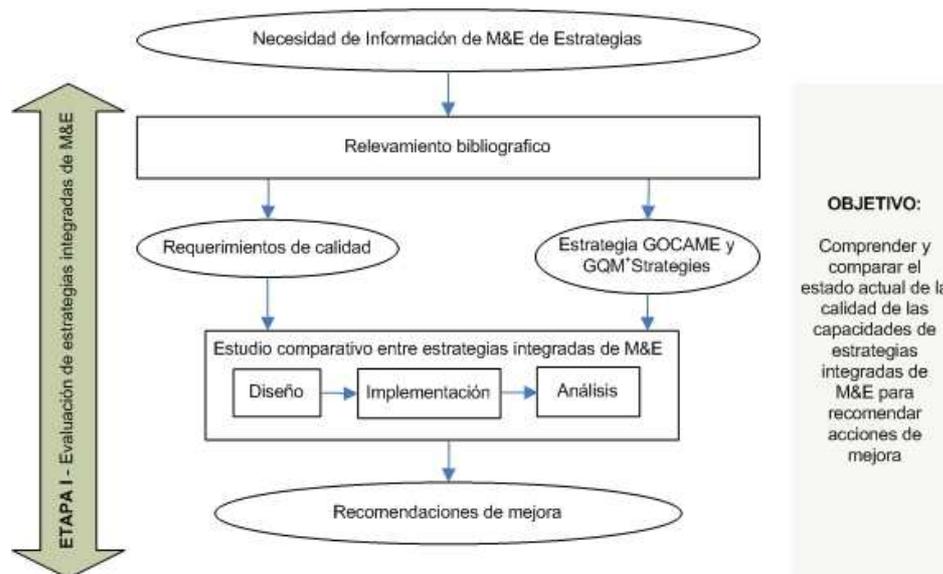


Figura 8-1. Esquema del panorama de investigación utilizado en la primera etapa de la tesis.

Como consecuencia de la revisión bibliográfica y de los criterios de preselección establecidos al principio de la sección 2.2. se incluyó a GQM*Strategies como estrategia integrada a comparar con GOCAME. Por otra parte, esta revisión permitió la confección de la Tabla 2-3 donde se presentaron los distintos enfoques y/o estrategias de M&E encontrados teniendo en cuenta los tres pilares estudiados. Las dos estrategias evaluadas fueron descritas detalladamente en la sección 2.3.

Una vez seleccionadas dichas entidades concretas, se procedió primero al diseño del estudio comparativo, que incluye el diseño de los requerimientos no funcionales y el diseño de métricas e indicadores. Como los modelos de calidad encontrados en la revisión bibliográfica (documentados en la sección 3.1.1.) no se consideraron adecuados para representar el foco de la necesidad de información, esto es la Calidad de las Capacidades de una estrategia integrada, fue necesario confeccionar y consensuar un modelo propio de calidad (documentado en la Tabla 3-3). Para lo cual se seleccionaron características, subcaracterísticas y atributos adecuados para la valoración de la calidad presente en cada uno de los pilares para luego relacionarlos de manera que cumplan con la necesidad de información planteada. Como así también fue necesaria la especificación completa de métricas e indicadores (documentados en el Anexo A en su parte 2 y 3). Posteriormente, se recolectaron los datos y se realizó la evaluación para concluir con una lista de fortalezas y debilidades de ambas estrategias evaluadas (ilustradas en las secciones 4.2. y 4.3.) de las cuales surgió el listado de las recomendaciones de cambio (documentadas en las tablas 4-1, 4-2 y 4-3). De este modo se concluyó con la primera etapa desarrollada entre los años 2010 y 2011.

• **ETAPA II: Planificación y ejecución de las acciones de mejora** (ver Figura 8-2).

Una vez que se contó con el listado de recomendaciones de cambio se prosiguió con la confección del Plan de Mejoras (sección 5.2.). Para esto, primero se tuvieron que detectar las debilidades, y con ellas las áreas de mejora (sección 5.2.1.) y el objetivo a satisfacer con el cambio (sección 5.2.3.). Por cada debilidad se analizaron las causas que la originaban (sección 5.2.2.), para finalmente enumerar las acciones de cambio necesarias para llevar a cabo la mejora (sección 5.2.4.). Todas estas actividades resultaron fáciles de ejecutar porque el cambio a realizar está fundamentado en el diseño del estudio comparativo y sus resultados. Por ejemplo, la discriminación de las debilidades fue automática ya que se tomó como base el criterio de decisión especificado en el diseño de la evaluación, como así también, las causas de las debilidades fueron analizadas partiendo de los valores medidos y de la especificación de los procedimientos de medición de las métricas utilizadas. Por último, se priorizaron las recomendaciones de cambio (sección 5.2.4.1.) teniendo en cuenta la urgencia, dificultad, tiempo e impacto del cambio. Como producto final se obtuvo un diagrama Gantt con la precedencia en la ejecución de las tareas para cada recomendación de cambio y tiempos estimados (sección 5.2.5.). Cabe aclarar que, el objetivo de esta fase no fue documentar rigurosamente la planificación de un proyecto de cambio –por las razones presentadas en el capítulo 5-, sino más bien ilustrar cómo la planificación de acciones de mejora en el marco de un proyecto de M&E puede beneficiarse con la definición explícita de: 1) criterios de decisión que permiten la identificación de debilidades y fortalezas; 2) métricas y valores medidos que ayudan a detectar las causas que originan debilidades; 3) valores de indicadores que asisten en la formulación de los objetivos de la mejora; y, 4) recomendaciones que contribuyen en la definición de acciones de mejora y la priorización de las mismas.

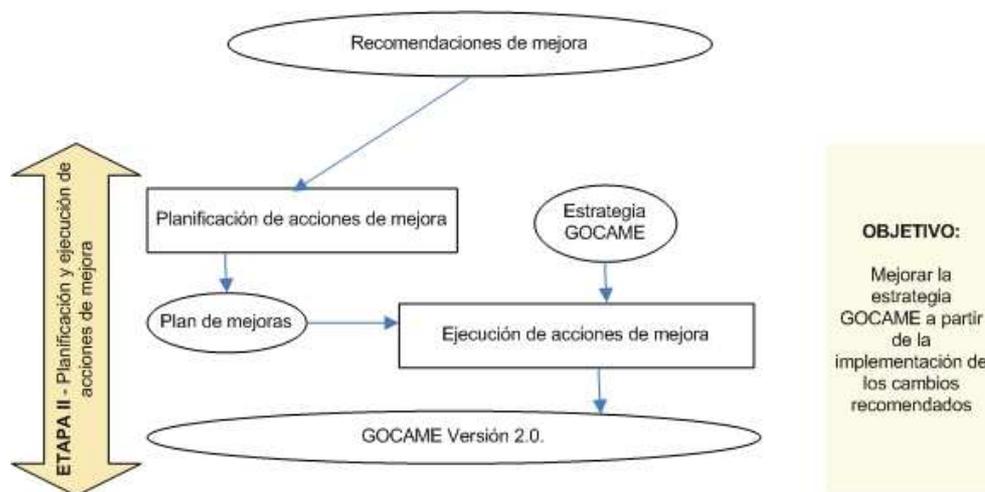


Figura 8-2. Esquema del panorama de investigación utilizado en la segunda etapa de la tesis.

Luego, se comenzó a ejecutar las distintas acciones de mejora para evolucionar GOCAME a GOCAME Versión 2.0. Los cambios fueron focalizados en dos de las tres capacidades, a saber:

- En el pilar de la Capacidad del Proceso se concentraron la mayoría de los cambios a raíz de que era el que poseía el valor de indicador más bajo, cayendo en el umbral marginal. Para su mejora se reestructuró el proceso, se definió cada una de las actividades y tareas por medio de una plantilla y se modeló el proceso formalmente desde el punto de vista funcional, informacional, organizacional y de comportamiento (sección 6.1.1.). Prestando especial atención a la vista organizacional que estaba ausente, para lo cual primero se tuvo que definir roles y asignarlos a tareas.
- En el pilar de la Capacidad del Marco Conceptual los cambios se concentraron en favor de mejorar el valor del atributo 1.2.2.1.Completitud de la Base Conceptual. Para su mejora se analizaron los términos que estaban definidos en estándares de M&E y se construyó la

ontología de proceso. Esta ontología de dominio genérico -esto es que puede reusarse en dominios específicos, fue relacionada por medio de estereotipos a la ontología específica de M&E agregando semántica a sus términos (sección 6.1.3.).

De este modo se concluyó con la segunda etapa desarrollada entre los años 2012 y 2013.

• **ETAPA III: Evaluación de las mejoras** (ver Figura 8-3).

Una vez ejecutadas las acciones de cambio sobre los distintos aspectos de la estrategia se obtuvo la Versión 2.0. de GOCAME. Partiendo del diseño del estudio comparativo realizado en el año 2010 se reevaluó GOCAME Versión 2.0. pero ahora con el propósito de comprender y analizar el impacto de los cambios producidos. Los resultados obtenidos en el año 2010 (evaluación de GOCAME) y los resultados obtenidos en el año 2014 (evaluación de GOCAME Versión 2.0.) son consistentes y comparables como consecuencia de haber utilizado la misma especificación de métricas e indicadores y haber seguido rigurosamente las actividades de implementación de la medición y evaluación especificadas en la estrategia que guió el estudio. Una vez obtenidos los resultados de ambos proyectos de M&E se realizó el análisis comparativo de los valores de los indicadores lo cual permitió conocer de manera cuantitativa el impacto de los cambios producidos. Completando de este modo el ciclo de mejora de GOCAME que estuvo fundamentado en la evaluación cuantitativa de la calidad de sus tres capacidades. De este modo se concluyó con la última etapa desarrollada durante el año 2014.

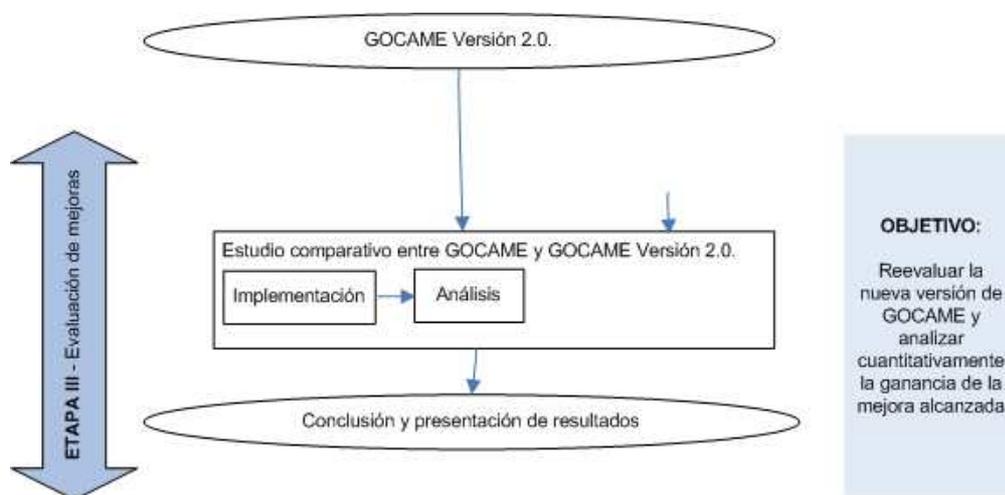


Figura 8-3. Esquema del panorama de investigación utilizado en la tercera etapa de la tesis.

Por lo tanto, se puede concluir que se logró el objetivo formulado al inicio de la investigación consiguiendo una mejora en la Calidad de las Capacidades para GOCAME. Al finalizar el trabajo, luego de la reevaluación y su análisis, se conoció que el impacto de los cambios realizados en GOCAME fue positivo, aumentando el valor final de la Calidad Global de sus Capacidades en casi ocho puntos. En especial, el pilar de Calidad de la Capacidad del Proceso sobre el cual se priorizó el trabajo –debido a que era el pilar que se encontraba en un valor marginal–, mejoró en casi 23 puntos. Se consiguió de esta manera guiar los cambios realizados en un recurso, a partir de la medición y evaluación de la calidad de sus capacidades, y posteriormente, conocer el impacto de dichos cambios. En el caso particular presentado en esta tesis, el ciclo de mejora se ejecutó una única vez. Pero de ser requerido, se podría seguir iterando entre las etapas II y III, y de este modo, plantear un ciclo de mejora continua del recurso.

Finalmente, las contribuciones aquí documentadas están respaldadas por las publicaciones de orden nacional e internacional listadas en la sección 1.3.

8.3. Trabajos Futuros

El análisis bibliográfico y el estudio comparativo realizado para desarrollar el presente trabajo permitieron encontrar varias líneas de investigación en las que se puede avanzar, si se quiere seguir robusteciendo la estrategia GOCAME en cuanto a su alcance. A continuación se presentan algunas de estas líneas, a saber:

- Ampliar el alcance de GOCAME para que permita enlazar los objetivos de medición a nivel de proyecto (nivel operativo) a los objetivos de alto nivel de la organización (táctico) y de negocios (estratégico). Si bien esta característica no fue evaluada en el estudio comparativo, si fue observada al momento de analizar GQM⁺Strategy. Enlazar y alinear objetivos de diferentes niveles permite que los resultados obtenidos en M&E contribuyan a las decisiones de alto nivel. En esta dirección se pretende que GOCAME provea mecanismos para dar soporte a la especificación integrada y enlazada de necesidades de información proveniente de distintos niveles de una organización. Para lograr este propósito se deberá por un lado, extender el marco conceptual C-INCAMI para que contemple múltiples instancias de necesidades de información de distintos niveles organizacionales y permita tener en cuenta diferentes focos. Y por otro lado, adaptar el proceso de M&E para especificar las actividades que se planifican y ejecutan en los distintos niveles organizacionales (principalmente en la etapa de definición de requerimientos no funcionales) para satisfacer las distintas necesidades de información. Esta estrategia se denominará GOCAME Multinivel.
- Incluir explícitamente en GOCAME actividades de cambio y mejora continua. Teniendo en cuenta que por lo general la M&E se realiza con el propósito de mejorar la calidad de un producto, recurso, servicio, etc. (en este trabajo particularmente se ejemplificó la mejora de un recurso) sería importante extender el proceso de M&E de GOCAME con el objetivo de incluir ciclos de mejora y reevaluación luego de las actividades de análisis y recomendación. Para lograr este propósito se deberá, por un lado, extender el proceso de GOCAME para que incluya actividades de planificación y ejecución de cambios; por otro lado, desarrollar una base conceptual (ontología) de evolución y cambio; y finalmente, proveer la especificación de métodos y herramientas para desarrollar estas tareas de cambio. Cabe destacar que esta línea de I+D se ha comenzado recientemente a trabajar, cuya estrategia se denominará GOCAMEC.
- Especificar un conjunto de patrones de diseño de estrategias que ayude al líder de aseguramiento de calidad a elegir, para una necesidad de información particular de su proyecto de medición, evaluación y/o cambio, la estrategia más adecuada. De este modo es posible tomar las actividades genéricas especificadas en el patrón de la estrategia seleccionada e instanciarlas para el caso particular. Como el lector pudo observar, GOCAME es una estrategia de M&E genérica debido a que sirve para evaluar diferentes vistas³⁷, pudiendo instanciarse las actividades de su proceso para una vista particular (como por ejemplo, la calidad de las capacidades de un recurso). En este sentido, se puede pensar en un “Cátalogo de Patrones de Diseño de Estrategias” que a partir de un problema concreto de medición, evaluación y/o cambio se seleccione la mejor solución (esto es, la estrategia a instanciar). Por ejemplo, para el estudio presentado en esta tesis potencialmente se debería instanciar la estrategia GOCAMEC, o en cambio, si se desea realizar un estudio donde enlace objetivos a distintos niveles de la organización se debe potencialmente instanciar la estrategia GOCAME Multinivel.

³⁷ Una categoría de entidad y un foco forman una vista.

Bibliografía

- Abran A., Buglione L., Sellami S.** (2004). *Software Measurement Body of Knowledge Software Measurement Body of Knowledge – Initial Validation using Vincenti’s Classification of Engineering Knowledge types*. 14th International Workshop on Software Measurement and Metrik Kongress (IWSM 2004 / MetriKon 2004 Software Metrik Kongress). Konigs Wusterhausen. Germany. Shaker Verlag. pp. 255-270.
- Abran A., Sellami A., Suryan W.** (2003). *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.
- Acuña S., Juristo N., Merona A., Mon, A.** (2005). *A Software Process Model Handbook for Incorporating People’s Capabilities*. Springer. ISBN: 978-0-387-25489-0.
- Acuña S., De Antonio A., Ferré X., López M., Maté L.** (2001-1). *The Software Process: Modeling, Evaluation and Improvement*. Handbook of Software Engineering and Knowledge Engineering. Vol. 1. World Scientific Publishing Company. pp. 193-237.
- Acuña S., Ferré X.** (2001). *Software Process Modelling*. Orlando. Florida. USA. ISBN: 980-07-7541-2. pp. 1-6.
- Aitchison J., Gilchrist A., Bawden D.** (1997). *Thesaurus construction and use: a practical manual*. Aslib. London.
- ANECA** (2008). *Plan de Mejora – Herramienta de Trabajo*. Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación.
- ANSI/NISO Z39.19:2005.** (2005). *Guidelines for the construction, format and management of monolingual controlled vocabularies*. 4^{ta} ed. Bethesda. National Information Standards Organization. ISBN: 978-1-880124-65-9. 184 p. Disponible: http://www.niso.org/apps/group_public/download.php/12591/z39-19-2005r2010.pdf. Accedido: 13/08/2014.
- Ansoff H. I.** (1980). *Strategic issue management*. Strategic Management Journal. Vol. 1. Issue: 2. John Wiley & Sons, Ltd. pp 131–148.
- Antony J., Foutris F., Banuelas R., Thomas A.** (2004). *Using Six Sigma*. Manufacturing Engineer. Vol. 83. Issue: 1. Print ISSN: 0956-9944. pp. 10-12.
- Antony J., Banuelas Coronado R.** (2002). *Design for Six Sigma*. Manufacturing Engineer. Vol. 81. Issue: 1. Print ISSN: 0956-9944. pp. 24-26.
- Baffini M., Rivera M.B., Olsina L.** (2006). *Sistema Colaborativo de Revisión de Métricas*. 3th Engineering Workshop of Software Engineering and Data Bases (XII CACIC). San Luis. Argentina.
- Basili V. R., Lindvall M., Regardie M., Seaman C., Heidrich J., Jurgen M., Rombach D., Trendowicz A.** (2010). *Linking Software Development and Business Strategy through Measurement*. IEEE Computer. Vol. 43. Issue: 4. pp. 57–65.
- Basili V., Heidrich J., Lindvall M., Münch J., Seaman C., Regardie M., Trendowicz A.** (2009). *Determining the impact of business strategies using principles from goal-oriented measurement*. Internationale Tagung Wirtschaftsinformatik 2009. Austria. pp 1–10.

- Basili V., Heidrich J., Lindval M., Münch J., Regardie M., Rombach D., Seaman C., Trendowicz A.** (2007-1). *Bridging the Gap between Business Strategy and Software Development*. In Proceedings of the International Conference Information Systems. Association for Information Systems Electronic Library. Montreal.
- Basili V. R., Heidrich J., Lindvall M., Münch J., Regardie M., Rombach H. D., Seaman C. B., Trendowicz A.** (2007). *GQM strategies®: A comprehensive methodology for aligning business strategies with software*. Software Metrik Kongress (MetriKon 2007). Kaiserslautern. Germany. pp. 253-266.
- Basili V. R., Caldiera G., Rombach H. D.** (1994). *Goal Question Metric Paradigm*. In Encyclopedia of Software Engineering. Vol. 1. Marciniak (Ed.). John Wiley & Sons. pp. 528–532.
- Becker P.** (2014) *Visión de Proceso para Estrategias Integradas de Medición y Evaluación de la Calidad*. Tesis de Doctorado en Ciencias Informáticas. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Informatica. La Plata.
- Becker P., Lew P., Olsina L.** (2012) *Specifying Process Views for a Measurement, Evaluation and Improvement Strategy*. En Advances in Software Engineering Journal. Academic Editor: Osamu Mizuno. Hindawi Publishing Corporation. Vol. 2012. 27 pp. DOI:10.1155/2012/949746.
- Becker P., Papa M. F., Olsina L.** (2014). *Process Conceptual Base for Enriching a Measurement and Evaluation Ontology*. En CD de la XVII Conferencia Iberoamericano en Software Engineering (CIBSE'014). Pucon. Chile. ISBN: 978-956-236-247-4. pp. 53-66.
- Becker P., Papa M., Olsina L.** (2013). *Enhancing the Conceptual Framework Capability for a Measurement and Evaluation Strategy*. ICWE 2013 Workshops. LNCS 8295. Sheng, Kjeldskov (Eds.) Springer International Publishing Switzerland. pp. 104-116.
- Becker P., Olsina L.** (2010-1). *Towards Support Processes for Web Projects*. Chapter in Springer book: Current Trends in Web Engineering. Daniel, Facca (Eds). pp. 102-113.
- Becker P., Molina H., Olsina L.** (2010). *Measurement and evaluation as a quality driver*. Ingénierie des Systèmes d'Information. Vol. 15. Issue: 6. pp.33-62.
- Becker P.** (2009) *Modelado de Proceso para el Marco de Medición y Evaluación C-INCAMI*. Tesis de Ingeniería en Sistemas. Universidad Nacional de La Pampa (UNLPam). Facultad de Ingeniería. General Pico.
- Becker U., Hamann D., Verlage M.** (1997). *Descriptive Modeling of Software Processes*. In Proceedings of the 3rd Conference on Software Process Improvement. 15 p.
- Bendraou R., Jézéquel J., Gervais M., Blanc X.** (2010). *A Comparison of Six UML-Based Languages for Software Process Modeling*. IEEE Transactions on Software Engineering. Vol. 36. Issue: 5. pp. 662-675.
- Bendraou R., Combemale B., Crégut X., Gervais M. P.** (2007). *Definition of an Executable SPEM 2.0*. 14th Asia-Pacific Software Engineering Conference. Aichi: IEEE Computer Society. pp. 390-397
- Benjamins V. R., Gomez Perez A.** (1996). *Knowledge-System Technology: Ontologies and Problem-Solving Methods*. Disponible: <http://www.swi.psy.uva.nl/usr/richard/pdf/kais.pdf>. Accedido: 13/08/2014
- Borst W. N.** (1997). *Construction of Engineering Ontologies*. PhD thesis. University of Twente. Enschede.
- Briand L. C., Morasca S., Basili V. R.** (2002). *An operational process for goal-driven definition of measures*. IEEE Transactions on Software Engineering. Vol. 28. Issue: 12. IEEE Press Piscataway. NJ. USA. pp. 1106-1125.

- Briand L. C., Differding C. M., Rombach H. D.** (1996). *Practical guidelines for measurement based process improvement*. ISERN Report 96-05.
- Bröckers A., Differding C., Hoisl B., Kollnischko F., Lott C. M., Münch J., et al.** (1995). *A graphical representation schema for the software process modeling language MVP-L (TR 270/95)*. Germany. Kaiserslautern: Department of Computer Science. Universität Kaiserslautern.
- Card D., Maclver R.** (2003). *Applying PSM to Enterprise Measurement*. Informe técnico. Software Productivity Consortium.
- Card D. N.** (2000). *A Practical Framework for Software Measurement and Analysis*. Informe técnico. Auerbach Software Management Strategies.
- CMMI Product Team.** (2010). *CMMI for Development Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033)*. Pittsburgh: PA: Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University.
- Conradi R., Fernstrom C., Fuggeta A., Snowdon B.** (1992). *Towards a Reference Framework for Process Concepts*. In Proceedings of the Second European Workshop on Software Process Technology. Trondheim. LNCS 635. Derniame (Ed.). Springer-Verlag. Print ISBN: 978-3-540-55928-3. pp 1-17.
- Corcho O., Fernández López M., Gómez Pérez A.** (2003). *Methodologies, tools and languages for building ontologies. Where is their meeting point?* Data & Knowledge Engineering. Vol. 46. Issue: 1. ISSN 0169-023X. pp. 41–64. Disponible: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169023X02001957>. Accedido: 13/08/2014.
- Curtis B., Kellner M., Over J.** (1992). *Process Modelling*. Communications of the ACM. Vol. 35. Issue: 9. pp. 75-90.
- Differding C., Hoisl B., Lott C. M.** (1996). *Technology Package for the Goal Question Metric Paradigm*. Internal Report 281/96. AG Software Engineering. Kaiserslautern.
- Dromey G.** (1996). *Cornering the Chimera [software quality]*. IEEE Software. Vol. 13. N: 1. pp. 33-43.
- Dujmovic J. J.** (1996). *A Method for Evaluation and Selection of Complex Hardware and Software Systems*. In Proceedings of the 22nd International Conference for the Resource Management and Performance Evaluation of Enterprise. pp. 368-378.
- Eclipse.** Eclipse Process Framework Project. Disponible: http://www.eclipse.org/epf/tool_component/tool_vision.php. Accedido: 13/08/2014.
- Eloranta L., Kallio E., Terho I.** (2006). *A Notation Evaluation of BPMN and UML Activity Diagrams*. Disponible: http://www.soberit.hut.fi/T-86/T-86.5161/2006/BPMN_vs_UML_final.pdf. Accedido: 13/05/2014.
- Esteban N., Olsina L.** (2003). *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) .
- Feiler P. H., Humphrey W. S.** (1993). *Software Process Development and Enactment: Concepts and Definitions*. International Conference of Software Process (ICSP). Berlin. Germany: IEEE Computer Society. pp. 28-40.
- Fenton N. E., Pfleeger S. L.** (1997). *Software metrics: a rigorous and practical approach*. PWS Publishing Company. 2nd Ed. Boston. ISBN: 0-53495425-1. 656 p.
- Fernández Hernández A.** (2007). *Organización de los contenidos en los sitios web: las taxonomías*. Acimed. Vol. 15. N: 5.

- Fig K., Mendling J., Strembeck M.** (2009). *Towards a Usability Assessment of Process Modeling Languages*. In Proceedings of the 8th Workshop Geschäftsprozessmanagement mit Ereignisgesteuerten Prozessketten (EPK 2009). Berlin, Germany: CEUR Workshop Proceedings. Vol. 554. pp. 118-136.
- Finkelstein A., Kramer J., Nuseibeh B.** (1994). *Software Process Modelling and Technology*. Research Studies Press.
- Florac W. A., Park R. E., Carleton A. D.** (1997). *Practical Software Measurement: Measuring for Process Management and Improvement*. Guidebook CMU/SEI-97-HB-003. Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University. Pittsburgh. PA 15213. Disponible: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/97hb003.cfm>. Accedido: 13/08/2014.
- Fuggeta A.** (2000). *Software Process: A Road Map*. Twenty-Second International Conference on Software Engineering (ICSE'2000). Limerick, Ireland: ACM Press. pp. 27-34.
- Fuggeta A., Lavazza L., Morasca S., Cinti S., Oldano G., Orazi E.** (1998). *Applying GQM in an industrial software factory*. ACM Transactions on Software Engineering and Methodology. Vol. 7. Issue 4. ACM New York, NY, USA. pp. 411-448.
- García F., Bertoa M. F., Calero C., Vallecillo A., Ruiz F., Piattini M., Genero M.** (2006-1). *Towards a consistent terminology for software measurement*. Information & Software Technology. Vol. 48. Issue: 8. pp. 631-644.
- García F., Piattini M., Ruiz F., Canfora G., Visaggio C.A.** (2006). *FMESP: framework for the modeling and evaluation of software processes*. Journal of Systems Architecture. Vol. 52. Issue: 11. pp. 627-639. Disponible: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1383762106000658>. Accedido: 13/08/2014.
- 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.** (2004). *An ontology for software measurement*. Computer Science Department. University of Castilla-La Mancha, Spain. Technical Report UCLM DIAB-04-02-2.
- Genero M., Torre D., Blasco B., Piattini M., Rodríguez M.** (2010). *CQA-Meth: una Metodología para la Evaluación de la Calidad de los Modelos Software*. Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE'10 - 39 JAIIO). pp. 309-322.
- Gibson D., Goldenson D., Kost K.** (2006). *Performance Results of CMMI-Based Process Improvement* (CMU/SEI-2006-TR-004). Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University. Disponible: <http://www.sei.cmu.edu/library/abstracts/reports/06tr004.cfm>. Accedido: 13/08/2014.
- Gil Leiva I.** (2008). *Manual de indización: teoría y práctica*. Gijón: Trea. 429 p. Disponible: <http://webs.um.es/isgil/Indice Manual indizacion Gil Leiva 2008.pdf>. Accedido: 13/08/2014.
- Goethert W., Siviý J.** (2004). *Applications of the Indicator Template for Measurement and Analysis*. Software Engineering Measurement and Analysis Initiative. Technical Note CMU/SEI-2004-TN-024.
- Goethert W., Fisher M.** (2003). *Deriving Enterprise-Based Measures Using the Balanced Scorecard and Goal-Driven Measurement Techniques*. Software Engineering Measurement and Analysis Initiative. CMU/SEI-2003-TN-024.
- Goethert W., Hayes W.** (2001). *Experiences in Implementing Measurement Programs*. Software Engineering Measurement and Analysis Initiative. Technical Note CMU/SEI-2001-TN-026.
- Goldenson D. R.** (2007). *Understanding CMMI Measurement Capabilities & Impact on Performance: Results from the 2007 SEI State of the Measurement Practice Survey*. Software Engineering Institute. CMMI Technology Conference.

- Gómez Pérez A., Fernández López M., Corcho M.** (2004). *Ontological engineering: with examples from the areas of knowledge management, e-commerce and semantic web*. Londres: Spriger Verlag. ISBN 978-1-85233-551-9. 403 p.
- Grady R. , Caswell D.** (1987). *Software Metrics: Establishing a Company-wide Program*. Prentice-Hall, Inc. ISBN: 0-13-821844-7. 288 p.
- Gresse C., Hoisl B., Wüst J.** (1995). *A process model for GQM-based measuremet*. Technical report STTIKL.
- Gruber T.** (1995). *Towards Principles for the Design of Ontologies used for Knowledge Sharing*. International Journal of Human-Computer Studies. Vol. 43. Issues: 5/6. pp. 907-928.
- Gruber T.** (1993). *A translation approach to portable ontology specifications*. Knowledge Acquisition. Vol. 5. pp. 199–220.
- Guba E. G., Lincoln Y. S.** (1989). *Fourth Generation Evaluation*. Sage Publications.
- Heidrich J., Munch J., Riddle W., Rombach D.** (2006). *People-oriented Capture, Display, and Use of Process Information*. New Trends in Software Process Modeling., Series in Software Engineering and Knowledge Engineering. Acuña (Ed.). Singapore: World Scientific Publishing Company. Vol. 18. pp. 121-179.
- Hongbo W.** (2008). *A Review of Six Sigma Approach: Methodology, Implementation and Future Research*. Wireless Communications, Networking and Mobile Computing (WiCOM '08).
- Humphrey W. S.** (1989). *Managing the Software Process*. New York: Addison-Wesley.
- IEEE Computer Society.** (1990). *IEEE Standard Glossary of Software Engineering Terminology*.
- IEEE.** (2004). *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge (SWEBOK) - 2004 Version*. Los Alamitos, CA: IEEE Computer Society.
- ISACA.** (2007). *Control Objectives for Information and related Technology (COBIT®)*. Disponible: www.isaca.org. Accedido: 13/08/2014.
- ISO 2788.** (1986). *Documentation -- Guidelines for the establishment and development of monolingual thesauri*.
- ISO/IEC 9126-4.** (2004). *ISO/IEC TR 9126-4:2004 -- Software engineering -- Product quality -- Part 4: Quality in use metrics*.
- ISO/IEC 9126-2.** (2003). *ISO/IEC TR 9126-2:2003 - Software engineering -- Product quality -- Part 2: External metrics*.
- ISO/IEC 9126-3.** (2003-1). *ISO/IEC TR 9126-3:2003 - Software engineering -- Product quality -- Part 3: Internal metrics*.
- ISO/IEC 9126-1.** (2001). *ISO 9126-1: Software Engineering Product Quality -- Part 1: Quality Model*.
- ISO/IEC 12207.** (2008). *Systems and software engineering -- Software life cycle processes*.
- ISO/IEC 14598-1.** (1999). *Information technology -- Software product evaluation -- Part 1: General overview*
- ISO/IEC 14598-5.** (2001). *Information technology -- Software product evaluation -- Part 5: Process for evaluators*.
- ISO/IEC 15939.** (2007). *Systems and software engineering -- Measurement process*.

- ISO/IEC 25000.** (2005). *Software Engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Guide to SquaRE.*
- ISO/IEC 25010.** (2011). *Systems and software engineering — Systems and software Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) — System and software quality models.*
- ISO/IEC 25012.** (2008). *Software engineering - Software product Quality Requirements and Evaluation (SQuaRE) - Data quality model.*
- Kan S. H.** (2002). *Metrics and Models in Software Quality Engineering.* 2nd Ed. Addison-Wesley Professional. ISBN 0-201-72915-6. 512 p.
- Kaplan R. S., Norton D. P.** (1996). *The Balanced Scorecard: Translating Strategy into Action.* Harvard Business School Press.
- Kasunic M.** (2006). *The State of Software Measurement Practice: Results of 2006 Survey (CMU/SEI-2006-TR-009).* Pittsburgh: Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University.
- Kitchenham B. A., Hughes R. T., Linkman S. G.** (2001). *Modeling Software Measurement Data.* IEEE Transactions on Software Engineering. Vol. 27 Issue: 9. pp. 788-804.
- Lafuente G. J.** (2000). *Automatizando métricas en la web.* Tesis de Licenciatura en Sistemas de Información. Universidad Nacional de Lujan (UNLu). Lujan.
- Lavazza L.** (2000). *Providing Automated Support for the GQM Measurement Process.* IEEE Software. Vol. 17. Issue: 3. pp. 56–62.
- Lew P., Olsina L.** (2001). *Instantiating Web Quality Models in a Purposeful Way.* LNCS 6757. Springer, Web Engineering. 11th International Conference on Web Engineering (ICWE2011). Auer, Díaz, Papadopoulos (Eds.). pp. 214-229.
- Lonchamp J.** (1993). *A Structured Conceptual and Terminological Framework for Software Process Engineering.* International Conference on the Software Process (ICSP). Berlin. Germany: IEEE Computer Society Press. pp. 41-53.
- Mandić V., Basili V., Harjumaa L., Oivo M., Markkula J.** (2010). *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.
- Mandić V., Harjumaa L., Markkula J., Oivo M.** (2010-1). *Early Empirical Assessment of the Practical Value of GQM⁺Strategies.* LNCS 6195. New Modeling Concepts for Today's Software Processes. Münch, Jürgen, Yang, Ye, Schäfer, Wilhelm (Eds.). Springer Berlin / Heidelberg. pp. 14-25.
- Martín M. A.** (2011). *Memoria Organizacional Basada en Ontologías y Casos para un Sistema de Recomendación en Aseguramiento de Calidad.* Tesis de Doctorado en Ciencias Informáticas. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Informatica. La Plata. Disponible: http://postgrado.info.unlp.edu.ar/Carreras/Doctorado/Tesis/Martin_Maria_de_los_Angeles.pdf Accedido: 13/08/2014.
- Martín M. A.** (2004). *Sistema de Catalogación de Métricas e Indicadores con Potencia de Web Semantica.* Tesis de Maestría en Ingeniería de Software. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Informatica. La Plata.
- McCall J., Richards P., Waters G.** (1977). *Factors in Software Quality.* Rome Air Development Center. RADC-TR-77-369.

- McGarry J., Card D., Jones C., Layman B., Clark E., Dean J., Hall F.** (2001). *Practical Software Measurement: Objective Information for Decision Makers*. Addison-Wesley Professional. ISBN: 978-0201715163. 304 p.
- Mintzberg H., Quinn J. B., Voyer J.** (1997). *El proceso estratégico: conceptos, contextos y casos*. México. Prentice Hall. ISBN: 0-13-556557-X. 641 p.
- Mintzberg H., Quinn J. B.** (1995). *Biblioteca de Planeación Estratégica*. Tomos I-IV. México. Prentice Hall.
- Molina H. D.** (2012). *Soporte organizacional de medición y evaluación orientada a objetivos y sensible al contexto*. Tesis de Doctorado en Ciencias Informáticas. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Informatica. La Plata. Disponible: <http://hdl.handle.net/10915/22458>. Accedido: 13/08/2014.
- Molina H. D., Olsina L.** (2008). *Assessing Web Applications Consistently: A Context Information Approach*. In Proceedings of the 8th International Congress on Web Engineering (ICWE08). pp. 224-230.
- Molina H. D.** (2005). *Soporte al proceso de medición para el aseguramiento de calidad en proyectos de software y web*. Tesis de Licenciatura en Sistemas de Información. Universidad Nacional de Lujan (UNLu). Lujan.
- Mora B., García F., Ruiz F., Piattini M., Boronat A., Gómez A., Carsí J. Á., Ramos I.** (2008). *Software generic measurement framework based on MDA*. IEEE Latin America Transactions. Vol. 6. Issue: 4. pp. 363-370.
- Moody D., Hillegersberg J.** (2008). *Evaluating the Visual Syntax of UML: An Analysis of the Cognitive Effectiveness of the UML Family of Diagrams*. LNCS 5452. Gašević, Lämmel, Wyk (Eds.). Berlin. Heidelberg: Springer-Verlag. pp 16-34.
- Niknafs A., Asadi M.** (2009). *Towards a Process Modeling Language for Method Engineering Support*. In Computer Science and Information Engineering, 2009 WRI World Congress. Vol. 7. Los Angeles. CA. Print ISBN: 978-0-7695-3507-4. pp.674-681.
- Nitto E. D., Lavazza L., Schiavoni M., Tracanella E., Trombetta M.** (2002). *Deriving Executable Process Descriptions from UML*. In Proceedings of the 24th International Conference on Software Engineering (ICSE '02). Orlando. Florida: ACM. pp. 155-165.
- Offen R. J., Jeffery R.** (1997). *Establishing software measurement programs*. Software. IEEE. Vol. 14. N: 2. pp. 45-53.
- OMG-SPEM** (2008). *Software & Systems Process Engineering Meta-Model Specification V 2.0*.
- OMG-UML** (2012). *The Unified Modeling Language (UML)*. Object Management Group. Disponible: <http://uml.org/>. Accedido: 13/08/2014.
- Olsina L., Covella G., Dieser A.** (2013). *Metrics and Indicators as Key Organizational Assets for ICT Security Assessment*. In book titled "Emerging Trends in ICT Security", chapter 2. Elsevier (Morgan Kaufmann). 1st Edition. Akhgar, Arabia (Eds.). ISBN: 9780124114746. pp. 25-44.
- Olsina L., Lew P., Dieser A., Rivera B.** (2012). *Updating Quality Models for Evaluating New Generation Web Applications*. In Journal of Web Engineering. Special issue: Quality in new generation Web applications. . Abrahão, Cachero, Cappiello, Matera (Eds.). Rinton Press. USA. Vol. 11. Issue: 3. pp. 209-246.
- Olsina L., Papa F., Becker P.** (2011). *Assessing Integrated Measurement and Evaluation Strategies: A Case Study*. In IEEE Xplore of 7th Central Eastern European Software Engineering Conference (CEE-SECR 2011). Moscow. Russia. ISSN: 978-1-4673-0844-1/11. pp. 1-10.

- Olsina L., Papa F., Molina H.** (2008). *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.
- Olsina L., Martín M.** (2004). *Ontology for Software Metrics and Indicators*. *Journal of Web Engineering*. Santiago de Chile. Rinton Press. US. Vol. 2. Issue: 4. pp. 262-281.
- Olsina L., Rossi G.** (2002). *Measuring Web Application Quality with WebQEM*. In *IEEE Multimedia Magazine*. Vol. 9. N: 4. pp. 20-29.
- Olsina L., Papa M. F., Souto M. E., Rossi G.** (2001). *Providing Automated Support for the Web Quality Evaluation Methodology*. In *Proceedings of the Fourth Workshop on Web Engineering*. 10th International WWW Conference. Hong Kong. pp 1-11.
- Olsina L.** (1999). *Web-site Quantitative Evaluation and Comparison: a Case Study on Museums*. International Conference on Software Engineering (ICSE '99). Workshop on Software Engineering for the Internet. Los Angeles. US.
- Olsina L.** (1998). *Functional View of the Hypermedia Process Model*. The Fifth International Workshop on Engineering Hypertext Functionality at International Conference on Software Engineering (ICSE'98). Kyoto. Japan. pp. 1-10.
- Olsina L.** (1997). *Applying the Flexible Process Model to build Hypermedia Products*. *Hypertext and Hypermedia: Tools, Products, Methods (HHTPM 97)*. Hermes (Ed.). Paris. Francia. pp. 211-221.
- Osterweil L.** (1987). *Software Processes are Software Too*. In *Proceedings of the 9th International Conference on Software Engineering*. Monterey. California. United States: IEEE Computer Society. pp. 2-13.
- Papa F.** (2012-1). *Toward the Improvement of an M&E Strategy from a Comparative Study*. In LNCS 7703, Springer: *Current Trends in Web Engineering*. ICWE Int'l Wkshps. M. Grossniklauss and M. Wimmer (Eds.). ISBN 978-3-642-35622-3. pp. 189-203.
- Papa F., Olsina L.** (2012). *Aspectos de Mejora de una Estrategia de Medición y Evaluación a partir de un Análisis Comparativo de Estrategias Integradas*. En CD de la XV Conferencia Iberoamericano en Software Engineering (CIBSE'012). Buenos Aires. Argentina. ISBN 978-987-1635-46-7. 15 p.
- Papa M. F.** (2012-2). *Aseguramiento de Calidad de Software: Estudio Comparativo de Estrategias de Medición y Evaluación*. Tesis de Maestría en Ingeniería de Software. Universidad Nacional de La Plata (UNLP). Facultad de Informática. La Plata. Disponible: <http://hdl.handle.net/10915/4217>. Accedido: 13/08/2014.
- Papa M. F., Olsina L.** (2011). *Análisis Comparativo de Estrategias de Medición y Evaluación*. Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE'11 - 40 JAIIO). Córdoba. ISSN 1850-2792. pp. 120-131.
- Papa M. F., Becker P., Olsina L.** (2010). *Estrategias de Medición y Evaluación: Diseño de un Estudio Comparativo*. Simposio Argentino de Ingeniería de Software (ASSE'10 - 39 JAIIO). Buenos Aires. pp. 309-322.
- Papa M. F.** (2005). *Diseño e implementación de la evaluación a partir del marco conceptual INCAMI*. Tesis de Licenciatura en Sistemas de Información. Universidad Nacional de Lujan (UNLu). Lujan.
- Paulik M., Weber C., Curtis B., Chrissis M.** (1995). *Capability Maturity Model: Guidelines for Improving the Software Process*. Carnegie-Mellon University. SEI.

- Paulk M., Curtis B., Chrissis M., Weber C.** (1993). *Capability Maturity Model for Software. Version 1.1.* (CMU/SEI-93-TR-24, ADA263403). Software Engineering Institute. Carnegie Mellon University. Pittsburgh.
- Pfleeger S. L.** (1998). *Software Engineering – Theory and Practice.* Prentice-Hall Publ.
- PMI.** (2009). *Guía de los fundamentos para la dirección de proyectos (Guía del PMBOK).* Cuarta Edición. Pennsylvania. USA: Project Management Institute, Inc.
- PNUD.** (2009). *Manual de Planificación, Seguimiento y Evaluación de los Resultados de Desarrollo.* Programa de las Naciones Unidas para el Desarrollo. Disponible: <http://www.undp.org/eo/handbook>. Accedido: 13/08/2014.
- Portela C., Vasconcelos A., Silva A., Sinimbu A., Silva E., Ronny M., et al.** (2012-1). *A comparative analysis between BPMN and SPEM modeling standards in the software processes context.* Journal of Software Engineering and Applications (JSEA). Vol. 5. N: 5. pp. 330-339.
- Portela C., Vasconcelos A., Silva A., Silva E., Gomes M., Ronny M., et al.** (2012). *xSPIDER_ML: Proposal of a Software Processes Enactment Language Compliant with SPEM 2.0.* Journal of Software Engineering and Applications. Vol. 5. N: 6. pp 375-384.
- Pressman R.** (2005). *Ingeniería del Software: Un Enfoque Práctico.* McGraw-Hill.
- PSM.** (2000). *Practical Software Measurement: A Foundation for Objective Project Management. V. 4.0b.* Disponible: www.psmc.com. Accedido: 13/08/2014.
- Pyzdek T.** (2003). *The Six Sigma Handbook: A Complete Guide for Green Belts, Black Belts and Managers at All Levels.* New York. NY. McGraw-Hill Professional.
- Reichel M., Ramey M. A. (Eds.)**. (1987). *Conceptual frameworks for bibliographic education: Theory to Practice.* Littleton Colorado: Libraries Unlimited Inc.
- Riesco D., Montejano G., Debnath N., Perez Cota M.** (2009). *Formalizing the Management Automation with Workflow of Software Development Process Based on the SPEM Activities View.* Sixth International Conference on Information Technology: New Generations (ITNG 2009). Las Vegas. Nevada. IEEE Computer Society. pp. 131-136.
- Rodríguez M., Genero M., Torre D., Blasco B., Piattini M.** (2010). *A Methodology for Continuous Quality Assessment of Software Artefacts.* 10th International Conference on Quality Software (QSIC 2010). pp. 254-261.
- Russel N., VanderAlst W., Hofstede A., Wohed P.** (2006). *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.
- Schneider k.** (2009). *Experience and Knowledge Management in Software Engineering.* Springer Berlin Heidelberg. Print ISBN: 978-3-540-95879-6. 235 p.
- Slype G.** (1991). *Los lenguajes de indización: concepción, construcción y utilización en los sistemas documentales.* Madrid. Salamanca: Fundación Germán Sánchez Ruipérez.
- Soler Monreal C., Gil Leiva I.** (2010). *Posibilidades y límites de los tesauros frente a otros sistemas de organización del conocimiento: folksonomías, taxonomías y ontologías.* Revista Interamericana de Bibliotecología. Vol. 3. N: 2. pp. 361-377.

- Solingen R. V., Berghout E.** (1999). *The Goal/Question/Metric Method: a practical guide for quality improvement of software development*. The McGraw-Hill Company. Maidenhead. England. ISBN: 007-709553-7.
- Solingen R. V., Berghout E.** (1997). *Improvement by goal-oriented measurement*. In Proceedings of the European Software Engineering Process Group conference (E-SEPG). Amsterdam. The Netherlands.
- Staab S., Studer R.** (2009). *Handbook on ontologies*. International Handbooks on Information Systems. Springer-Verlag Berlin Heidelberg. 2ª Edicion. ISBN 978-3-540-92673-3. 811 p.
- StarUML.** StarUML Project. Disponible: <http://staruml.sourceforge.net/en/>. Accedido: 05/02/2014.
- Studer R., Benjamins V. R., Fensel D.** (1998). *Knowledge engineering: principles and methods*. Data and Knowledge Engineering. Vol 25. Issue:1/2. pp. 161–197.
- Swartout W., Tate A.** (1999). *Guest editors' introduction: Ontologies*. IEEE Intelligent Systems. Vol. 14. Issue: 1. pp. 18–19.
- Torre D., Blasco B., Genero M., Piattini M.** (2009). *CQA-ENV: An Integrated Environment for the Continuous Quality Assessment of Software Artifacts*. In: SoMeT 2009. Prague: IOSPress.
- van der Aalst W. M. P., ter Hofstede A. H. M., Kiepuszewski B., Barros A. P.** (2003). *Workflow Patterns*. Distributed and Parallel Databases / ed. Netherlands Springer. Vol. 14. ISSN 0926-8782. pp. 5-51.
- W3C-OWL.** (2004). *OWL Web Ontology Language Overview*. W3C. Disponible: <http://www.w3.org/TR/owl-features/>. Accedida: 29/03/2014.
- Wei W., Hongwei D., Jin D., Changrui R.** (2006). *A Comparison of Business Process Modeling Methods*. IEEE International Conference on Service Operations and Logistics, and Informatics, 2006 (SOLI '06). pp. 1136-1141.
- White Stephen A.** (2004) *Process Modeling Notations and Workflow Patterns*. IBM Corporation. BPTrends.
- Zhedan P., Hyuncheol P., Jongmoon B., Hojin C.** (2007). *A Six Sigma Framework for Software Process Improvements and its Implementation*. Software Engineering Conference (APSEC 2007). pp. 446-453.
- Zuse H.** (1998). *A Framework of Software Measurement*. Gruyter Publ. ISBN: 3-11-015587-7. 788 p.

Anexo A

A.1: Requerimientos no Funcionales

A.1.1. 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
Entidad concreta:	GQM ² Strategies GOCAME
Foco:	Calidad de las Capacidades

A.1.2. 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>Estrategias de M&E documentadas en estándares</i>	que una estrategia esté documentada en un estándar internacional confiere prestigio y garantiza que su correcta aplicación trae beneficios que han sido comprobados
<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>	es de interés evaluar estrategias integradas de M&E que den soporte a nivel de proyecto.

A.1.3. 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. *Complejidad 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. *Complejidad 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*

A.1.4. Definición de Conceptos

A.1.4.1. 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.1.4.2. 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 Organizativa](#)

Definición: El grado en que la vista o modelado organizativo 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.1.4.3. 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.1.4.4. 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.1.5. Definición de Atributos

A.1.5.1. 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 descritas.

Objetivo: Conocer el grado de completitud 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: *Complejidad 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 subartefactos.

Comentario: Un artefacto puede ser de grano fino o grueso según la división de su estructura en subartefactos.

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: *Complejidad 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: *Complejidad 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.1.5.2. 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: *Completitud 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.1.5.3. 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: *Completitud 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.1.6. 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 descripta 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 descriptas formalmente.

Código: RA.1.1.1.4.b

Nombre: *Cantidad de Actividades Semiformalmente Descriptas*

Definición: Una actividad está semiformalmente descripta cuando el lenguaje utilizado para su especificación no es formal ni informal.

Objetivo: Averiguar en qué medida las actividades del proceso están descriptas 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 enunciados en el proceso bajo análisis son explícitamente descritos.

Código: RA.1.1.2.2.a

Nombre: *Cantidad de Artefactos Completamente Descritos*

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 descritos 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 informativa 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 informativa.

Comentario: Un artefacto se encuentra modelado desde un punto de vista informativo 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.

A.2: Especificación de métricas

A.2.1. 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.

A.2.2. Métricas que cuantifican atributos del árbol de requerimientos

Atributo: *Disponibilidad de la Descripción de las Actividades*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.1.1

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

Métricas Relacionadas:

Número Total de Actividades Enunciadas (TAE)

Número de Actividades Mínimamente Descriptas (#AMD)

Atributo: **Completitud de la Descripción de las Actividades**

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.1.2

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

Objetivo: Calcular el grado de completitud 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:

Si TAE = 0 → 0

GCDA = Si TAE > 0 →

$((\#ACD \times 0,55) + ((\#APD - \#ACD) \times 0,35) + ((\#AMD - \#APD) \times 0,1)) / (TAE \times 0,55) \times 100$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

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 subprocesos.

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

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

Métricas Relacionadas:

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

Métricas Relacionadas:

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 descriptos 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:

$$\text{GDDAr} = \begin{cases} \text{Si TarE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TarE} > 0 \rightarrow (\#ArMD / \text{TarE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

Número de Artefactos Mínimamente Descriptos (#ArMD)

Número Total de Artefactos Enunciados (TarE)

Atributo: *Compleitud de la Descripción de los Artefactos*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.2.2

Nombre: Grado de Compleitud de la Descripción de los Artefactos (GCDAr)

Objetivo: Calcular el grado de completitud 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:

$$\text{GCDAr} = \begin{cases} \text{Si TarE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TarE} > 0 \rightarrow ((\#ArCD \times 0,55 + (\#ArMD - \#ArCD) \times 0,45) / (\text{TarE} \times 0,55)) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

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 subartefactos.

Comentario: Un artefacto puede ser más o menos granular según la división de su estructura en subartefactos.

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:

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

Métricas Relacionadas:

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: *Compleitud de la Vista Informacional*

Métrica Indirecta:

Código: M.1.1.3.2.2

Nombre: Grado de Compleitud 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:

$$\text{GCVI} = \begin{cases} \text{Si TArE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si TArE} > 0 \rightarrow (\#ArVI / \text{TArE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

Número Total de Artefactos Enunciados (TArE)

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

Métricas Relacionadas:

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

Métricas Relacionadas:

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:

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

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

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.

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.

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 permitan 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 Completitud 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:

$$\text{GCBC} = \begin{cases} \text{Si no se dispone de una base conceptual} \rightarrow 0 \\ \text{Si no} \rightarrow \\ \text{Si } \# \text{ TTEE} = 0 \rightarrow 0 \\ \text{Si } \# \text{ TTEE} > 0 \rightarrow (\text{NCTDBCE} / \text{TTEE}) \times 100 \end{cases}$$

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

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:

$$\text{GREBC} = \begin{cases} \text{Ninguna} & \rightarrow \text{Si no hay una base conceptual.} \\ \text{Baja} & \rightarrow \text{Si la base conceptual está definida como un diccionario, glosario o una lista de términos definidos.} \\ \text{Media} & \rightarrow \text{Si la base conceptual está definida como una taxonomía.} \\ \text{Alta} & \rightarrow \text{Si la base conceptual está definida como una ontología.} \end{cases}$$

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:

Si existe la base conceptual y existe el marco conceptual →

Si #TBCT = 0 → 0

Si #TBCT > 0 → (NCTMCBCT / #TBCT) x100

Sino → 0.

GCMCTBC =

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

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:

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

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

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:

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

Escala Numérica:

Representación: Continua

Tipo de Valor: Real

Tipo de Escala: Absoluta

Unidad: Porcentaje

Métricas Relacionadas:

Nivel de Correspondencia entre Términos de la Metodología y la Base Conceptual Terminológica (NCTMBCT)

Número de Conceptos en la Base Conceptual Terminológica (#CBCT)

A.2.3. 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 descrita (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 descrita (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 descrito (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 descrito (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 (NCTMCBCT)

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 NCTMCBCT

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

A.3: Especificación de indicadores

A.3.1. 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

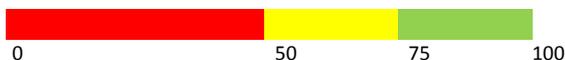
Acrónimo: %

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.

A.3.2. 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: *Compleitud de la Descripción de las Actividades*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Compleitud 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_DAR)

Autor: Fernanda Papa

Versión: 0.1

Peso: 0.20

Referencia:

Método de Cálculo:

Nombre: Determinación de NS_DAR

Especificación: Aplicar el modelo elemental relacionado.

Referencias:

Modelo Elemental:

Nombre: Modelo Elemental NS_DAR

Especificación: NS_DAR = GDAR

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: *Complejidad de la Vista Funcional*

Indicador Elemental:

Nombre: Nivel de Satisfacción de la Complejidad 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:

NS_GVF =	No Existe	→0%
	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:

NS_DVI =	No Disponible	→ 0%
	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%
	Baja	→30%
NS_REBC =	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

A.3.3 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	