

PONTIFICIA UNIVERSIDAD CATÓLICA DEL PERÚ
ESCUELA DE POSGRADO



PONTIFICIA
UNIVERSIDAD
CATÓLICA
DEL PERÚ

**“ANÁLISIS DE LA CONVERGENCIA DE MODELOS
SOBRE LAS COMPARACIONES ENTRE ISO/IEC
12207 Y EL MODELO CMMI-DEV – UNA REVISIÓN
SISTEMÁTICA DE LA LITERATURA”**

Artículo Publicable para optar el grado de Magister en In-
formática con Mención en Ingeniería de Software

AUTOR

JAVIER ALEJANDRO CRISOSTOMO ALMEYDA

ASESOR

MG. ABRAHAM DAVILA RAMON

JURADO

DR. JOSE ANTONIO POW SANG PORTILLO

MAG. LUIS ALBERTO FLORES GARCIA

LIMA – PERU

2016





Dedicatoria

A Dios

Por haberme permitido lograr mis objetivos, además de su infinito amor y bondad.

A mis padres Alejandro y Yolanda

Por haberme apoyado en todo momento, por su amor y palabras de ánimo para seguir perseverando en el logro de mis objetivos.

A mi esposa Flor, a mis hijos Gabriel y Camila

Quienes con su amor y comprensión me motivaron a concluir este artículo.

Análisis de la convergencia de modelos sobre las comparaciones entre ISO/IEC 12207 y el modelo CMMI-DEV – Una Revisión Sistemática de la Literatura

Javier Crisostomo, Abraham Dávila², Karim Melendez², Rossana Janampa², Luis Flores²

¹Escuela de Graduados, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú
javier.crisostomo@pucp.edu.pe

²Departamento de Ingeniería, Pontificia Universidad Católica del Perú, Lima, Perú
abraham.davila@pucp.edu.pe, kmelendez@pucp.edu.pe,
janampa.rdp@pucp.pe, luis.flores@pucp.edu.pe

Abstract. Las organizaciones cada vez más demandan una mejor y eficiente gestión de los procesos de desarrollo de software, pues han comprendido la importancia en proporcionar servicios de calidad alineados a sus objetivos operacionales y estratégicos. En el contexto de la Industria del Software se tienen a CMMI-DEV como el modelo más popular para la mejora de procesos y a la ISO/IEC 12207 como el estándar para la definición de los procesos en el ciclo de vida del software los cuales son comparados para analizar su cobertura y las ventajas de uno respecto del otro. En este estudio se busca analizar los resultados de las comparaciones (parciales o completas) de las distintas versiones para determinar si estos modelos van evolucionando de manera convergente o no en los procesos técnicos relacionados a la producción de software. Para el estudio se realizó una revisión sistemática de la literatura en las principales bases de datos indexadas relacionadas con el tema de estudio. Este estudio ha identificado 9 artículos directamente relacionados a la comparación entre ISO/IEC 12207 y CMMI, en los cuales la técnica más empleada en la comparación de estos modelos es el mapping.

Keywords: Armonización de Modelos, ISO/IEC 12207, CMM, CMMI, CMMI-DEV

1 Introducción

Las organizaciones cada vez demandan una mejor y eficiente gestión de las funciones de Tecnología de la Información (TI) como: desarrollo, seguridad, etc. con el objetivo de brindar productos de alta calidad tanto para clientes internos como externos. [1] . Para lograrlo, deben implementar procesos alineados a sus objetivos operacionales y estratégicos usando propuestas como modelos, estándares o marcos de trabajo (framework) que faciliten su gestión y aseguren los niveles de calidad requeridos [2]

Según [2], una buena aproximación a la diversidad de normas, modelos y marcos de referencia existentes es realizada por Gartner Group, y se muestra en la Figura 1. En esta Figura se presentan las principales propuestas existentes agrupadas de acuerdo al ámbito de aplicación y al tipo de uso.

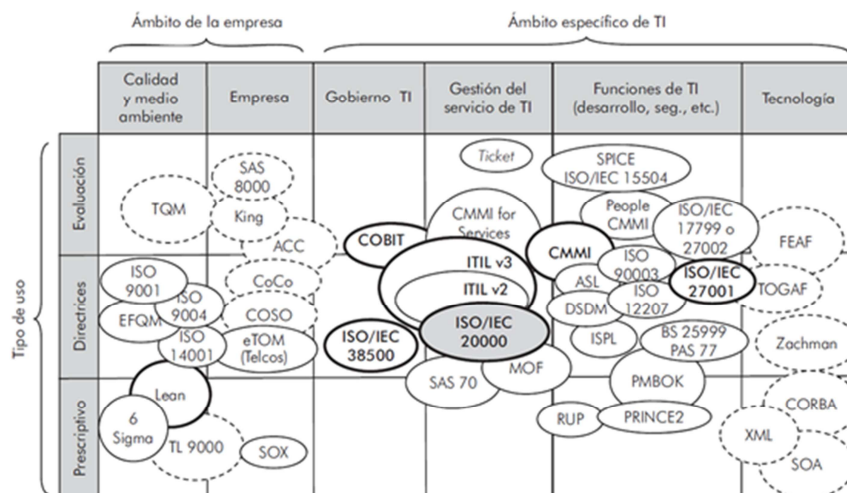


Fig. 1. Mapa de los estándares y marcos de trabajo relacionados a TI. [2]

Como se observa en la Figura 1 y según [3] existen una amplia variedad de modelos, estándares de la industria y metodologías de calidad que pueden ser tomadas como referencia para la mejora de procesos institucionales, por ejemplo:

1. Modelos para la mejora del manejo de la calidad: ISO 9001
2. Modelos para el manejo de la calidad de software: CMMI, ISO/IEC 12207, y la ISO/IEC 90003,
3. Modelos para el gobierno TI: ITIL, PMBOK y COBIT etc.

En los últimos años, según [3], se ha incrementado la integración de diferentes modelos y las organizaciones han notado que sus negocios y procesos técnicos se pueden alinear con más de un modelo. En esta situación, las organizaciones se enfrentan al problema de coordinar la implantación de múltiples modelos de tal manera que cada modelo logre los beneficios esperados, y al mismo tiempo que los costos y esfuerzos de implantación sean mínimos considerando siempre la perspectiva de la calidad del producto.

Como respuesta a este problema, surge la armonización de modelos de calidad del software. De acuerdo a [4] la armonización de modelos de calidad del software puede

ser definido como la eliminación de las diferencias e inconsistencias en las actividades, entradas, salidas o responsables entre los procesos que comparten el mismo objetivo con el fin de uniformizarlos o hacerlos compatibles entre sí:

Dentro del proceso de revisión previa se han encontrado algunos trabajos dedicados al estudio de métodos o técnicas útiles para la tarea de armonizar diferentes modelos de procesos.

Entre los cuales se puede citar los siguientes:

- En [5] para la armonización de múltiples estándares y modelos se propone un método basado en ontologías la cual se aplica en la armonización de COBIT 4.1, Basel II, VAL IT, RISK IT, ISO/IEC 27002, ITIL etc.
- En [3] se propone un marco de trabajo llamado HFramework ideado para dar soporte a la armonización de múltiples modelos.

Ya en el contexto de la Industria del Software se tienen a CMMI-DEV como el modelo más popular para la mejora de procesos y a la ISO/IEC 12207 como el estándar para la definición de los procesos en el ciclo de vida del software. Por esta razón existen trabajos de investigación que muestran interés en la armonización de ambos, por ejemplo se puede citar los siguientes trabajos:

- En [6] se realiza una comparación entre las áreas de proceso de CMMI-DEV v1.2 y los procesos descritos en la ISO/IEC 12207:2008. Y basado en estos resultados se investiga sobre la relación entre CMMI-DEV y la ISO/IEC 15504-7 para identificar el grado de cobertura de los niveles de madurez de CMMI-DEV respecto a la ISO/IEC 15504-7.
- En [7] se presenta la armonización, a través de un mapeo, de las prácticas de adquisición de software de la ISO/IEC 12007:2008 y CMMI-ACQ.

1.1 Identificar la necesidad de la realización

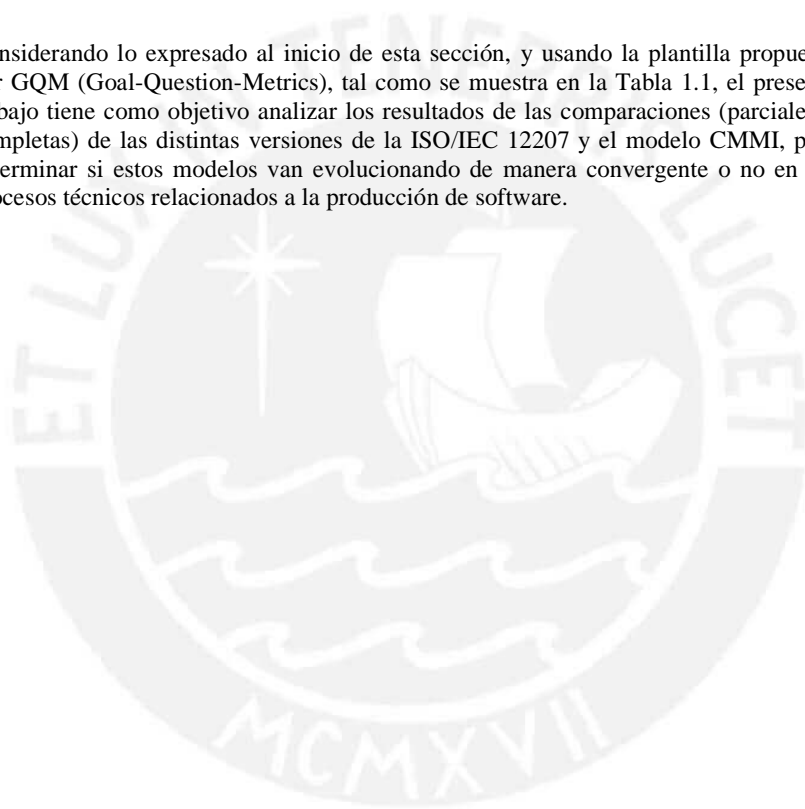
Analizar la evolución de la comparación entre ISO/IEC 12207 y el modelo CMMI-DEV será una contribución para quienes deseen conocer el grado de similitud/convergencia que presentan estos dos modelos a lo largo de sus diferentes ediciones y/o versiones. Este conocimiento puede ser usado como punto de partida para realizar la implementación de un modelo de calidad teniendo como base el otro, con el fin de minimizar costos y esfuerzos de implementación.

En una revisión preliminar del estado del arte se encontraron las siguientes comparaciones entre el estándar ISO/IEC 12207 y el modelo CMMI. [6] realiza una comparación entre las actividades y tareas de ISO/IEC 12207:2008 y las prácticas específicas de CMMI-DEV v1.2 usando como método de comparación el "mapeo". Como se puede observar, en la actualidad la versión de CMMI-DEV usada en la comparación ya se encuentra desactualizada. El estudio de [8] realiza una comparación entre la ISO/IEC 12207 y CMMI usando un "mapeo" pero de las prácticas de adquisición de software. [9], presenta varios ejemplos de comparación entre los modelos CMMI v1.2 y los estándares de la familia ISO, como la ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504 etc., usando la técnica de "mapeo".

Tabla 1. Elaboración del objetivo de la investigación mediante GQM

Campo	Valor
Objetivo	Comparación entre la ISO/IEC 12207 y CMMI-DEV
Propósito	Análisis de la evolución de los resultados de las comparaciones
Foco	Armonización de modelos
Involucrados	Industria de Desarrollo de Software
Contexto	Ninguno para este caso

Considerando lo expresado al inicio de esta sección, y usando la plantilla propuesta por GQM (Goal-Question-Metrics), tal como se muestra en la Tabla 1.1, el presente trabajo tiene como objetivo analizar los resultados de las comparaciones (parciales o completas) de las distintas versiones de la ISO/IEC 12207 y el modelo CMMI, para determinar si estos modelos van evolucionando de manera convergente o no en los procesos técnicos relacionados a la producción de software.



2 Marco de referencia conceptual

En esta sección se presentan las propuestas (modelos, estándares y marcos de trabajo) relacionados al desarrollo de software más utilizados en la actualidad en el contexto de la industria de software.

2.1 ISO/IEC 12207 : 2008

ISO/IEC 12207:2008 es un estándar internacional de la ingeniería de software que define los procesos, actividades y tareas que son asociadas con el proceso de ciclo de vida de software desde su concepción hasta su retiro [10]. El estándar tiene el objetivo principal de proporcionar una estructura común para que fabricantes, compradores, proveedores, administradores y técnico involucrados en el desarrollo de software usen un lenguaje común [10].

De acuerdo a [10], la norma ISO/IEC 12207:2008 define siete procesos para el ciclo de vida del software agrupados en procesos del contexto del sistema y los específicos del sistema; Los procesos definidos son los siguientes:

- Procesos del contexto del Sistema
 - Procesos de Acuerdo
 - Procesos Organizacionales del Proyecto
 - Procesos de Proyecto
 - Procesos Técnicos
- Procesos Específicos del Software
 - Procesos de implementación del Software
 - Procesos del Soporte del Software
 - Proceso de reutilización del Software

2.2 CMMI® for Development (CMMI-DEV) v1.3

Según [11], los modelos CMMI (Capability Maturity Model Integration) son una colección de mejores prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos. Estos modelos son desarrollados por equipos conformados por profesionales de la industria, gobierno y Carnegie Mellon® Software Engineering Institute (SEI).

De acuerdo a [11], CMMI-DEV v1.3 es un modelo CMMI que consta de mejores prácticas que se aplican a productos y servicios. Estas mejores prácticas tratan las actividades de desarrollo y de mantenimiento que cubren el ciclo de vida del producto desde la concepción a la entrega y el mantenimiento [12].

Según [12] un Área de Proceso es un conjunto de prácticas relacionadas a un área que se ejecutan de manera colectiva para alcanzar un objetivo considerado importante para lograr una mejora significativa en esa área. CMMI-DEV v1.3 contiene 22 áreas de proceso, que incluyen la gestión de proyectos, la gestión de procesos, el desarrollo de software y procesos de soporte para el desarrollo y mantenimiento de software. Todas las áreas de proceso tienen una misma estructura la cual se muestra en la Figura 2.2.

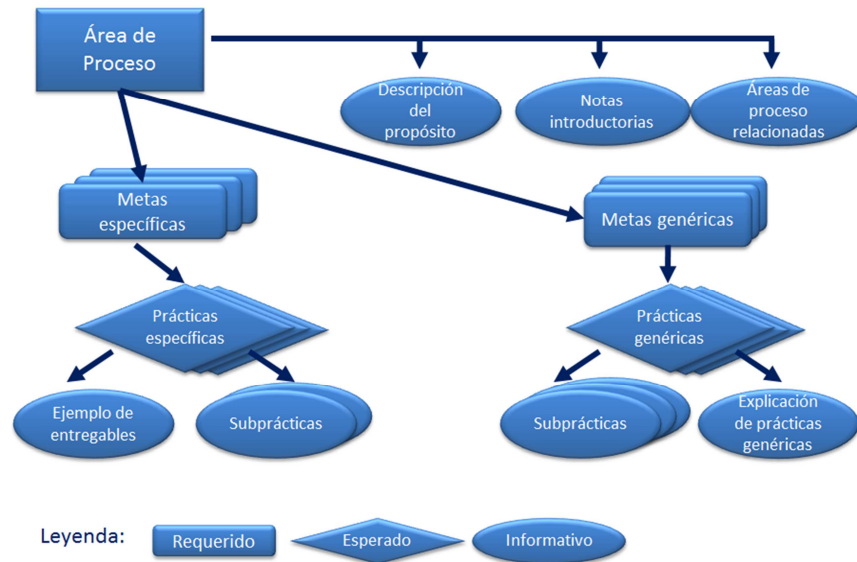


Fig. 2. Componentes del modelo CMMI. Basado en [11].

3 Definición de la RSL

La Revisión Sistemática de la Literatura (RSL) según [13] y [14] es una técnica que tiene como objetivo identificar, evaluar críticamente y sintetizar los estudios relevantes sobre un tema o pregunta de investigación. Una de las principales motivaciones para la realización de una RSL es obtener nuevos hallazgos y proponer ideas innovadoras para investigaciones posteriores [15]. En el presente trabajo se desarrollará el proceso propuesto por [13] para la realización de una RSL, la cual involucra una serie de actividades iterativas y agrupadas en tres fases: planificar la RSL, realizar la RSL y Reportar la RSL.

3.1 Formular las preguntas de investigación

Las preguntas de investigación fueron formuladas teniendo como base el objetivo de investigación propuesto en el punto anterior. En la Tabla 2 se muestran las preguntas y la motivación para cada caso.

Tabla 2. Preguntas de investigación y motivación

ID	Pregunta	Motivación
PI-1	¿Existen trabajos de investigación relacionados a la comparación entre ISO/IEC 12207 y CMMI-DEV?	Determinar si existen trabajos realizados sobre el tema principal de esta investigación.
PI-2	¿Cuáles han sido los métodos o técnicas empleados en la comparación de la ISO/IEC 12207 y CMMI-DEV?	Conocer sobre las consideraciones y criterios de la comparación de modelos seguidos por los investigadores en la realización de la comparación de modelos.
PI-3	¿Cuáles han sido los elementos usados en la comparación entre la ISO/IEC 12207 y CMMI DEV?	Conocer el grado de detalle empleado en la comparación de los modelos.
PI-4	¿Cuáles son los criterios de comparación adoptados para la comparación entre ISO/IEC 12207 y CMMI?	Establecer el grado de similitud o diferencia entre los criterios de comparación empleado por los autores.
PI-5	¿Cuál ha sido el grado de cobertura obtenido de la comparación de la ISO/IEC 12207 y CMMI DEV?	Conocer el porcentaje de similitud/diferencias que presentan estos modelos.
PI-6	¿Cómo han ido evolucionando los resultados de las comparaciones entre la ISO/IEC 12207 y CMMI DEV? evolución de los resultados de las comparaciones	Analizar y determinar el grado de convergencia o similitud entre la ISO/IEC 12207 y en sus diferentes versiones.

En el presente trabajo se incluye las siguientes preguntas de bibliometría que brindan información acerca del número de publicaciones a través de los años, el impacto conseguido y la distribución demográfica de las publicaciones encontradas.

Tabla 3. Preguntas de bibliometría

ID	Pregunta	Motivación
PB-1	¿Cuál ha sido la evolución cronológica de las publicaciones sobre el tema de investigación?	Determinar la cantidad de publicaciones sobre el tema de investigación a lo largo de los años.
PB-2	¿De qué países provienen las publicaciones sobre este tema?	Lograr determinar la distribución de las publicaciones a nivel mundial con el fin de identificar los países que más aportan en este campo de investigación.
PB-3	¿Cuáles son las fuentes de datos que presentan mayor cantidad de estudios relacionados al tema de investigación?	Determinar la cantidad de artículos publicados en las fuentes de datos de mayor relevancia.
PB-4	¿Cuál es el impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad académica?	Determinar el impacto de las publicaciones a través del número de citas obtenidas en trabajos posteriores.

3.2 Definición de la búsqueda

Cadena de búsqueda.

Para elaborar la cadena de búsqueda se optó por usar PICO [Santos] en un proceso iterativo dónde se hicieron algunos ajustes según los resultados y las BD consultadas a manera de comprobación inicial. A continuación se presenta la aplicación de PICO:

Población: Modelos de procesos a ser comprados

- Entidad: Modelos
- Término principal: ISO/IEC 12207
 - Términos alternos: ISO 12207
 - Justificante: Se seleccionan estos términos por ser considerados sinónimos a los términos principales.

Intervención: Comparación con modelos de madurez CMMI.

- Entidad: Modelos de Madurez CMMI
- Término principal: CMMI-DEV
 - Términos alternos: CMM-SW, CMM, CMMI, Modelos de Madurez.
 - Justificante: La selección obedece al tema principal de los trabajos de investigación a buscar.

Comparación: No aplica para este estudio

Resultado: Artículos relacionados a la comparación, estudios o medidas de cobertura de modelos de procesos de mejora.

- Entidad: Estudios comparativos, Mapeos sistemáticos, Armonización de modelos, artículos y trabajos de investigación.

- Término principal: Cobertura, Correspondencia, Benchmarking, Mapeo, Armonización, Análisis, Estudio, Medida
 - Justificante: Son los tipos de trabajos que servirán de apoyo al tema de investigación del presente trabajo.

Tipo de diseño:

En la RSL no ha sido tomado en cuenta considerando que se buscan experiencias en general para obtener los factores en los casos que sea posible y que ya está cubierto en las secciones previas

Idiomas considerados en la definición de la cadena de búsqueda

La cadena de búsqueda de la RSL se desarrolló en inglés pues es el idioma más usado en las bases de datos digitales consideradas. Si bien es cierto se han encontrado estudios en idioma español, estos finalmente fueron traducidos al idioma inglés para su indexación en las principales bases de datos digitales.

Cadena de búsqueda originada por PICO

A partir de la Tabla 4 se puede definir la cadena de búsqueda mediante PICO:

Tabla 4. Términos en inglés y conectores lógicos a ser usados en la búsqueda

Concepto	Términos en inglés
Población	"ISO/IEC 12207" or "ISO 12207" OR "12207"
Intervención	"CMMI-DEV" or "CMM-SW" or "CMM" or "CMMI" or "MATURITY MODEL"
Comparación	No Aplica
Resultado	"COMPAR*" or "MAPP*" or "HARMONIZA*" or "COVER*" or "CORRESPONDEN*" or "BENCHMARK*" or "HOMOGENIZA*" or "INTEGRA*" or "ANALIS*" or "STUD*" or "MEASU*"
Estrategia de Búsqueda	Población and Intervención and Resultado

Tipo de búsqueda (automática, semi-automática, manual)

Para el presente estudio se aplicó una búsqueda semiautomática en las bases de datos digitales seleccionadas tanto por su prestigio en el ámbito académico como por la calidad de sus artículos indexados. Para realizar esta búsqueda se usaron las cadenas de búsquedas originadas por PICO.

Criterios de selección de estudios.

Los estudios obtenidos como resultado de la búsqueda fueron evaluados para determinar si eran relevantes o no para este estudio. Los estudios seleccionados fueron obtenidos luego de aplicar los siguientes criterios de inclusión y exclusión:

Criterios de Inclusión

Los criterios de inclusión considerados son:

- CI.1. Se aceptará artículos que pertenecen a Librerías Digitales indexadas.
- CI.2. Se aceptará artículos publicados en idioma inglés.
- CI.3. Se aceptará artículos elaborados por organizaciones de alto prestigio en la temática como por ejemplo el Software Engineering Institute (SEI) o el CMMI Institute.
- CI.4. Se aceptará artículos que presenten una comparación parcial o completa entre ISO/IEC 12007 y CMMI en cualquiera de sus versiones.
- CI.5. Se aceptará artículos que realicen una comparación entre ISO/IEC 12207 y CMMI basados en un método o técnica de armonización de modelos de procesos.

Criterios de Exclusión

Los criterios de exclusión considerados son:

- CE.1. Se excluyen artículos duplicados.
- CE.2. Se excluyen artículos que no describan el procedimiento realizado en la comparación de la ISO/IEC 12207 y CMMI.
- CE.3. Se excluyen artículos que son resúmenes de otros artículos.
- CE.4. Se excluyen artículos cuyo tema principal no sea la comparación, evaluación o mapeo entre la ISO/IEC 12207 y CMMI en cualquiera de sus versiones.
- CE.5. Se excluyen artículos que no muestren los resultados de la comparación entre la ISO/IEC 12207 y CMMI usando una escala cuantitativa.

Fuentes de datos

En los estudios de [16] y [14] se indica las siguientes fuentes de datos como las fuentes más relevantes en el dominio de la ingeniería de software: IEE Explore, ACM Digital Library, Google Scholar, Citeseer Library, INSPEC, ScienceDirect, EI Compendex, Scopus.

Tomando como referencia lo anterior y la cantidad de estudios obtenidos en una primera exploración, se seleccionaron las siguientes fuentes de datos:

- Scopus (<http://www.scopus.com>)
- Elsevier Science Direct (<http://www.sciencedirect.com>)
- IEEE Xplore (<http://ieeexplore.ieee.org>)

- ACM Digital Library (www.acm.org)
- Google Scholar (<http://scholar.google.com>)
- Web of Science (<http://www.webofknowledge.com>)
- Wiley Online Library (<http://onlinelibrary.wiley.com>)
- ProQuest (<http://www.proquest.com>)

Adicionalmente se consideró la siguiente biblioteca especializada en el modelo CMMI y cuyas memorias no están indexadas:

- Software Engineering Institute – SEI (<http://resources.sei.cmu.edu/library/>)
La biblioteca digital del SEI publica diferentes trabajos de investigación relacionados a la comparación de los modelos CMMI y otros modelos de calidad.

Procedimiento para selección de estudios.

Para la selección de estudios se ha considerado un proceso con las siguientes etapas:

- Primera etapa.- Se consideraron los artículos obtenidos como resultados de la búsqueda en las fuentes seleccionadas.
- Segunda etapa.- En esta etapa se leyeron los títulos de los estudios encontrados en cada fuente de datos y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión definidos. Los artículos seleccionados en esta etapa fueron consolidados en una única lista para su uso en las siguientes etapas de selección de estudios.
- Tercera etapa.- De la lista consolidada obtenida de la etapa anterior se realizó una lectura de los títulos de los estudios encontrados y se excluyeron los artículos duplicados.
- Cuarta etapa.- Para esta etapa se leyeron los resúmenes de cada artículo y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión definidos anteriormente. En esta etapa se mantuvieron los artículos que causaban dudas para una revisión posterior.
- Quinta etapa.- Se realizó una lectura preliminar del contenido de los artículos obtenidos de la etapa previa. Se excluyeron aquellos que no estaban orientados a las preguntas de investigación definidas.

Esquema de evaluación de la calidad de estudios.

Para realizar la evaluación de la calidad de estudios de los resultados obtenidos de la etapa 4 de la sección 3.3.3, se planteó un esquema de evaluación basado en un cuestionario con siete criterios de calidad los cuales se encuentran detallados en la Tabla 5. Para la puntuación de cada criterio se estableció el valor de 1: en caso de tener una respuesta afirmativa y 0: en caso de una respuesta negativa. En consecuencia, cada estudio puede tener una calificación entre 0 y 7.

Tabla 5. Criterios para la evaluación de la calidad de los estudios

Ítem	Criterio de calidad del estudio
CQ1	¿El estudio incluye al menos una definición del proceso de comparación/armonización empleado?
CQ2	¿El artículo presenta una comparación entre el estándar ISO/IEC 12207 y alguna versión de CMMI usando un método de comparación/armonización definido?
CQ3	¿Hay una descripción adecuada del método o técnica de comparación empleado en el estudio?
CQ4	¿El estudio describe los elementos del estándar o modelo que fueron empleados en la comparación?
CQ5	¿El estudio presenta una comparación bidireccional entre la ISO/IEC 12207 y alguna versión de CMMI?
CQ6	¿Hay una declaración clara de los resultados obtenidos en el estudio?
CQ7	¿El estudio proporciona una métrica del grado de similitud/diferencias entre la ISO/IEC 12207 y CMM en alguna de sus versiones?

Estrategia para la extracción de los datos.

Para la extracción de los datos, por cada estudio seleccionado, se realizó una lectura completa con el objeto de extraer los siguientes datos que consideramos relevantes:

Tabla 6. Lista de datos considerados para la extracción de datos.

Datos	Detalle	Relevancia
Título	Título del artículo encontrado	General
Autor(es)	Nombre de los autores	General
Año	Año de Publicación	PB-1
Fuente	Fuente de procedencia del artículo	PB-2
Citas	Numero de citas obtenidas en trabajos relacionados al tema del artículo	PB-3
Objetivo	Objetivo que se pretende conseguir en el artículo	PI-1
Descripción	Breve descripción del contenido del artículo	PI-1

Datos	Detalle	Relevancia
Estándar o modelos de referencia	Modelos y Versiones de modelos comparados	PI-2
Nombre del Método de Comparación	Nombre de la técnica/método de comparación desarrollado en el artículo	PI-2
Descripción del Modelo de Comparación	Breve descripción del método de comparación	PI-2
Elementos Comparados	Descripción de los elementos usados para el desarrollo de los estándares o modelos de referencia comparados	PI-3
Resultados	Resultados y grados de cobertura obtenidos de la comparación de modelos	PI-4, PI-5

Estos datos serán almacenados usando hojas de cálculo con el fin de llevar un control adecuado de toda la información pertinente a este estudio.

Estrategia para la síntesis de los datos.

Según [15], la síntesis de datos es una de las tareas más importantes dentro de una revisión sistemática de la literatura y a la que menos atención se le presta. Por esta razón presenta una lista de métodos de síntesis disponibles para ser usados de manera rigurosa en una revisión sistemática de la literatura.

Para el presente trabajo y para responder las preguntas de investigación propuestas se realizó una síntesis narrativa basada en la guía para el desarrollo de una síntesis narrativa propuesta por [17] considerándose los siguientes elementos del proceso propuesto:

- Desarrollar una síntesis preliminar de los resultados encontrados
Para este elemento se usaron las siguientes técnicas que han sido descritas por [17] y [18]:
 1. Tabulación: Para este fin se usaron los datos obtenidos en la etapa de extracción de datos, se tabularán los datos para mostrar los datos relevantes que son de interés para el presente estudio.
 2. Descripción Textual: Usado con el fin de brindar información rápida sobre los estudios encontrados y sus principales características de interés para el presente trabajo.
 3. Agrupamiento: Usado para organizar los estudios encontrados de acuerdo a las técnicas de comparación de modelos encontrados, versiones de modelos usados y nivel de comparación.
- Explorar las relaciones dentro y entre los estudios

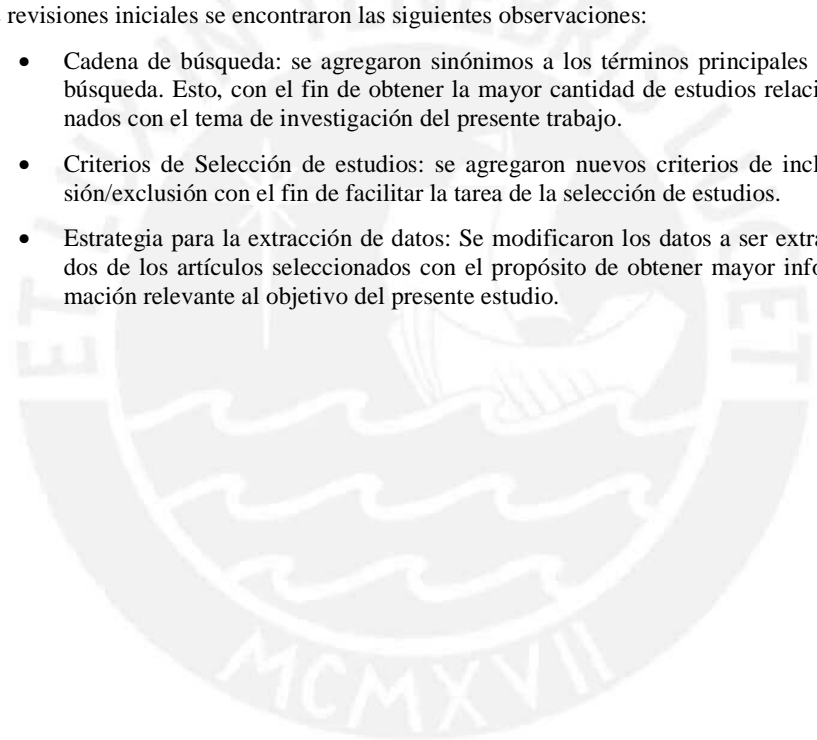
A partir de la síntesis preliminar obtenida en el paso anterior se procedió a explorar las relaciones dentro y entre los estudios empleando las técnicas descritas por [17] y [18]:

1. Representación visual de relación entre las características de los estudios y sus resultados: se utilizó para la representación gráfica de los datos cuantitativos sobre la implementación de comparaciones entre CMMI-DEV y la ISO/IEC 12207.

3.3 Validar el protocolo de la revisión

El protocolo de la RSL fue revisado en primer lugar por la investigadora Karin Meléndez y revisado por un investigador experimentado Abraham Dávila. Producto de las revisiones iniciales se encontraron las siguientes observaciones:

- Cadena de búsqueda: se agregaron sinónimos a los términos principales de búsqueda. Esto, con el fin de obtener la mayor cantidad de estudios relacionados con el tema de investigación del presente trabajo.
- Criterios de Selección de estudios: se agregaron nuevos criterios de inclusión/exclusión con el fin de facilitar la tarea de la selección de estudios.
- Estrategia para la extracción de datos: Se modificaron los datos a ser extraídos de los artículos seleccionados con el propósito de obtener mayor información relevante al objetivo del presente estudio.



4 Resultados y análisis

4.1 Obtener resultados de la búsqueda

A partir de la combinación de términos de la tabla PICO se aplicaron las cadenas de búsqueda en las bases de datos seleccionadas. En cada una de ellas se aplicó la siguiente cadena de búsqueda:

Cadena de búsqueda empleada			
ALL (("ISO/IEC 12207" OR "ISO 12207" OR "12207") AND ("CMMI-DEV" OR "CMM-SW" OR "CMM" OR "CMMI" OR "MATURITY MODEL") AND ("COMPAR*" OR "MAPP*" OR "HARMONIZA*" OR "COVER*" OR "CORRESPONDEN*" OR "BENCHMARK*" OR "HOMOGENIZA*" OR "INTEGRA*" OR "ANALIS*" OR "STUD*" OR "MEASU*"))			
Fuente de Datos:	Scopus	Fecha de Búsqueda	2015-Octubre
Resultados Obtenidos		255	

Cadena de búsqueda empleada			
("ISO/IEC 12207" OR "ISO 12207" OR "12207") AND ("CMMI-DEV" OR "CMM-SW" OR "CMM" OR "CMMI" OR "MATURITY MODEL") AND ("COMPAR*" OR "MAPP*" OR "HARMONIZA*" OR "COVER*" OR "CORRESPONDEN*" OR "BENCHMARK*" OR "HOMOGENIZA*" OR "INTEGRA*" OR "ANALIS*" OR "STUD*" OR "MEASU*")			
Option : Expert Search			
Refined by:			
Content Type: Journals and Books			
All Years			
Fuente de Datos:	ScienceDirect	Fecha de Búsqueda	2015-Octubre
Resultados Obtenidos		98	

Cadena de búsqueda empleada			
("ISO/IEC 12207" OR "ISO 12207" OR "12207") AND ("CMMI-DEV" OR "CMM-SW" OR "CMM" OR "CMMI" OR "MATURITY MODEL") AND ("COMPAR*" OR "MAPP*" OR "HARMONIZA*" OR "COVER*" OR "CORRESPONDEN*" OR "BENCHMARK*" OR "HOMOGENIZA*" OR "INTEGRA*" OR "ANALIS*" OR "STUD*" OR "MEASU*")			

OR "STUD*" OR "MEASU*")			
Fuente de Datos:	ACM Digital Library	Fecha de Búsqueda	2015-Octubre
Resultados Obtenidos		193	

Cadena de búsqueda empleada			
("ISO/IEC 12207" OR "ISO 12207" OR "12207") AND ("CMMI-DEV" OR "CMM-SW" OR "CMM" OR "CMMI" OR "MATURITY MODEL") AND ("COMPAR*" OR "MAPP*" OR "HARMONIZA*" OR "COVER*" OR "CORRESPONDEN*" OR "BENCHMARK*" OR "HOMOGENIZA*" OR "INTEGRA*" OR "ANALIS*" OR "STUD*" OR "MEASU*")			
Fuente de Datos:	Wiley Online Library	Fecha de Búsqueda	2015-Octubre
Resultados Obtenidos		152	

Cadena de búsqueda empleada			
("ISO/IEC 12207" OR "ISO 12207" OR "12207") AND ("CMMI-DEV" OR "CMM-SW" OR "CMM" OR "CMMI" OR "MATURITY MODEL") AND ("COMPAR*" OR "MAPP*" OR "HARMONIZA*" OR "COVER*" OR "CORRESPONDEN*" OR "BENCHMARK*" OR "HOMOGENIZA*" OR "INTEGRA*" OR "ANALIS*" OR "STUD*" OR "MEASU*")			
Fuente de Datos:	EBSCOhost	Fecha de Búsqueda	2015-Octubre
Resultados Obtenidos		5	

Cadena de búsqueda empleada			
TS=(ISO/IEC 12207 OR ISO 12207 OR 12207) AND TS=(CMMI-DEV OR CMM-SW OR CMM OR CMMI OR MATURITY MODEL) AND TS=(COMPAR* OR MAPP* OR HARMONIZA* OR COVER* OR CORRESPONDEN* OR BENCHMARK* OR HOMOGENIZA* OR INTEGRA* OR ANALIS* OR STUD* OR MEASU*)			
Fuente de Datos:	WebOfScience	Fecha de Búsqueda	2015-Octubre
Resultados Obtenidos		19	

Cadena de búsqueda empleada			
("ISO/IEC 12207" OR "ISO 12207" OR 12207) AND (CMMI-DEV OR CMM-SW OR CMM OR CMMI OR "MATURITY MODEL") AND (COMPAR* OR MAPP* OR HARMONIZA* OR COVER* OR CORRESPONDEN* OR BENCHMARK* OR HOMOGENIZ* OR INTEGRA* OR ANALIS* OR STUD* OR MEASU*)			
Fuente de Datos:	ProQuest	Fecha de Búsqueda	2015-Octubre
Resultados Obtenidos		126	

Tabla 7. Resultados obtenidos en la aplicación de las cadenas de búsqueda.

Fuente de Datos	Fecha de Búsqueda	Resultados Obtenidos
Scopus	2015-Octubre	255
ScienceDirect	2015-Octubre	98
ACM Digital Library	2015-Octubre	193
Wiley Online Library	2015-Octubre	152
EBSCOhost	2015-Octubre	5
WebOfScience	2015-Octubre	19
ProQuest	2015-Octubre	126

Respecto a la cadena de búsqueda aplicada podemos comentar lo siguiente:

- Con el objetivo de mejorar la cantidad de artículos obtenidos se usaron comodines en los términos usados para poder incluir sus variaciones semánticas.

4.2 Seleccionar los estudios primarios

Para la selección de estudios primarios, los resultados obtenidos en la sección anterior fueron consolidados usando una hoja electrónica para facilitar la aplicación del procedimiento descrito en la Sección 3.2.3. La aplicación del procedimiento se detalla a continuación:

- Primera etapa.- En esta etapa se consideraron todos los resultados obtenidos de las fuentes de datos seleccionadas sin omitir ningún resultado.
- Segunda etapa.- Se revisaron los títulos de los estudios incluidos en la lista obtenida en la etapa anterior y se aplicaron los criterios de inclusión y exclusión definidos.
- Tercera etapa.- La lista de estudios fue ordenada por título, lo que permitió filtrar los estudios duplicados.

- Cuarta etapa.- Para esta etapa se revisaron los resúmenes de cada estudio y fueron excluidos aquellos que no eran relevantes de acuerdo a los criterios de inclusión y exclusión definidos anteriormente.
- Quinta etapa.- Se realizó una lectura preliminar del contenido de los artículos obtenidos de la etapa previa. Se excluyeron aquellos que no estaban orientados a las preguntas de investigación definidas.

La cantidad de estudios excluidos por etapa luego de aplicar los criterios de inclusión y exclusión se muestran en la Tabla 8.

Tabla 8. Estudios primarios seleccionados por etapas.

Fuente de Datos	1era Etapa	2da Etapa	3da Etapa	4ta Etapa	5ta Etapa	Estudios Seleccionados
	Estudios Obtenidos	Estudios no relacionados excluidos	Estudios Duplicados excluidos	Excluidos después de revisar de resumen	Excluidos después de Revisar Contenido	
Scopus	255	236	4	4	0	11
ScienceDirect	97	95	0	0	2	0
ACM Digital Library	193	181	6	0	2	4
Wiley Library	152	150	0	0	0	2
EBSCOhost	5	2	2	0	0	1
WebOfScience	19	11	6	0	1	1
ProQuest	126	125	1	0	0	0
Total de Estudios Seleccionados						19

4.3 Evaluar la calidad de los estudios

Para evaluar la calidad de cada artículo obtenido como resultado de la ejecución de la cadena de búsqueda, se aplicaron los criterios de evaluación de calidad de estudios definido en 4.2

A continuación se muestran los resultados de la evaluación de calidad de los estudios primarios obtenidos:

Tabla 9. Evaluación de la calidad de estudios primarios.

Descripción	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5	CQ6	CQ7	Puntaje Total
Comparing ISO/IEC 12207 and CMMI-DEV: Towards a mapping of ISO/IEC 15504-7	1	1	1	1	1	1	1	7
Harmonizing improvement technologies: A comparison between CMMI-ACQ and ISO/IEC 12207:2008	1	1	1	1	1	1	1	7

Descripción	CQ1	CQ2	CQ3	CQ4	CQ5	CQ6	CQ7	Puntaje Total
Harmonizing ISO/IEC 15504 and CMMI	1	0	1	0	0	1	0	3
Harmonizing maturity levels from CMMI-DEV and ISO/IEC 15504	1	0	1	0	0	1	0	3
Leveraging your CMM efforts for IEEE/EIA 12207.	1	1	1	1	1	1	1	7
Mapping software acquisition practices from ISO 12207 and CMMI	1	1	1	1	0	1	0	5
Process Improvement with CMMI v1.2 and ISO Standards, 1 edition	1	0	1	1	0	1	0	4
Definition of a Hybrid Measurement Process for the Models ISO/IEC 15504-ISO/IEC 12207: 2008 and CMMI Dev 1.3 in SMEs	1	1	1	1	1	1	0	6

4.4 Extraer los datos relevantes

De acuerdo a [13] una forma de registrar la información relevante obtenida de los estudios primarios es mediante el uso de formularios de extracción de datos. Así mismo, la información obtenida de cada estudio debe estar dirigida a responder cada una de las preguntas de investigación y bibliométricas definidas en la Sección 3.1.

Para extraer los datos relevantes que ayuden a responder las preguntas de investigación, se usó el formulario definido en la Sección 3.2.5. A continuación se muestran los datos extraídos por cada artículo incluido en la RSL:

Dato	Detalle	Relevancia
Título	Leveraging your CMM efforts for IEEE/EIA 12207	General
Autor(es)	JoAn Ferguson; Sarah Sheard	General
Año	1998	PB-1
País	USA	PB-2
Fuente	EBSCO host	PB-3
Citas	25	PB-4
Objetivo	Realiza la comparación entre CMM (SW-CMM) v.1.1 y IEEE/EIA 12207 con el objetivo de servir como una guía para cumplir los requisitos para implementar IEE/EIA 12207 usando CMM.	PI-1
Descripción	Brindar una guía que permita a través de una implementación de CMM cumplir con los requisitos exigidos por el estándar ISO/IEC 12207. Para lograr esto los autores realizan una comparación para conocer las similitudes y diferencias entre ambos modelos. Se realiza un mapeo directo de los elementos de la 12207 hacia los elementos de CMM. Este mapeo se realizó en diferentes niveles de detalle.	PI-1

Dato	Detalle	Relevancia
Estándar o modelos de referencia	CMM (SW-CMM) v.1.1 IEEE/EIA 12207	PI-2
Nombre del Método de Comparación [Estrategia de Armonización de Modelos]	Mapping	PI-2
Elementos Comparados	CMM (SW-CMM) v.1.1: Áreas de procesos principales KPA) IEEE/EIA 12207: Procesos	PI-3
Criterios Adoptados en la Comparación	El criterio empleado por [19] es realizar un mapeo entre los requisitos para implementar IEEE/EIA 12207 que son cubiertos por las Principales Área de Proceso (KPM) de CMM (SW-CMM) v.1.1.	PI-4
Nivel de Comparación	Alto Nivel	PI-5
Resultados	Se determinaron los procesos de IEEE/EIA que no son cubiertos por las principales áreas de proceso (KPA) de CMM. Así como los KPA que sirven de soporte para el cumplimiento de la IEEE/EIA 12207.	PI-5, PI-6

Dato	Detalle	Relevancia
Título	Harmonizing ISO/IEC 15504 and CMMI	General
Autor(es)	T. Rout, A. Tuffley	General
Año	2007	PB-1
País	AUSTRALIA	PB-2
Fuente	WILEY	PB-3
Citas	43	PB-4
Objetivo	Analizar la relación entre CMMI y el Modelo de Evaluación de Procesos ISO/IEC 15504-2 y el Modelo de Referencia de Procesos descrito en ISO/IEC 12207 AMD 1/2.	PI-1
Descripción	Se realiza un mapeo completo para establecer el grado de cobertura entre CMMI, ISO/IEC 15504-2 y ISO/IEC 12207 Amd 1/2. Para tal fin el proceso se realiza a bajo nivel usando las Prácticas Genéricas de CMMI y los procesos de ISO/IEC 12207 Amd 1/2.	PI-1
Estándar o modelos de referencia	ISO/IEC 15504-2 ISO/IEC 12207 Amd 1/2 CMMI	PI-2
Nombre del Método de Comparación [Estrategia de Armonización de Modelos]	Mapping	PI-2
Elementos Comparados	CMMI : Practicas Genéricas (GP) ISO/IEC 12207 Amd 1/2: Áreas de Proceso	PI-3

Dato	Detalle	Relevancia
Criterios Adoptados en la Comparación	El criterio empleado por [20] es realizar una comparación a bajo nivel usando las Prácticas Genéricas de CMMI y los procesos de ISO/IEC 12207 Amd 1/2 como modelo de procesos de referencia para ISO/IEC 15504-2.	PI-4
Nivel de Comparación	Bajo Nivel	PI-5
Resultados	No indica numéricamente el grado general de cobertura como resultado de la comparación. Brinda una lista de los procesos de ISO 12207 Amd 1/2 que no son cubiertos por las Practicas Especificas (SP) de CMMI. Así como, los procesos de ISO 12207 que no son completamente o explícitamente cubiertos por las Áreas de Proceso (PA) de CMMI.	PI-5, PI-6

Dato	Detalle	Relevancia									
Título	Process Improvement with CMMI v1.2 and ISO Standards, 1 edition	General									
Autor(es)	B. Mutafelija, H. Stromberg	General									
Año	2008	PB-1									
País	USA	PB-2									
Fuente	ACM	PB-3									
Citas	33	PB-4									
Objetivo	Realizar un mapeo entre CMMI v1.2 y los diferentes estándares ISO.	PI-1									
Descripción	Realiza una comparación bidireccional entre ISO 12207:2008 y CMMI v1.2 para detectar similitudes y diferencias entre ambos modelos y conocer el potencial de cada modelo para apoyar un proceso de mejora.	PI-1									
Estándar o modelos de referencia	ISO 12207:2008 CMMI V1.2	PI-2									
Nombre del Método de Comparación [Estrategia de Armonización de Modelos]	Mapping	PI-2									
Elementos Comparados	ISO/IEC 12207:2008: Actividades y tareas CMMI v1.2: Practicas Genéricas (GP) y Especificas (SP) por Área de Proceso (PA).	PI-3									
Criterios Adoptados en la Comparación	Los autores [9] para caracterizar el nivel de relación entre los elementos de ISO/IEC 12207 y CMMI usan un factor de confianza basado en una escala numérica, cuyos valores se muestran a continuación: <table border="1" data-bbox="565 1480 1161 1707"> <thead> <tr> <th>Nivel de Confianza del Mapeo</th> <th>Descripción</th> <th>Comentario</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>0</td> <td>Sin Mapeo</td> <td></td> </tr> <tr> <td>30</td> <td>Débil</td> <td>La sentencia en el estándar ISO no corresponde claramente con alguna práctica CMMI.</td> </tr> </tbody> </table>	Nivel de Confianza del Mapeo	Descripción	Comentario	0	Sin Mapeo		30	Débil	La sentencia en el estándar ISO no corresponde claramente con alguna práctica CMMI.	PI-4
Nivel de Confianza del Mapeo	Descripción	Comentario									
0	Sin Mapeo										
30	Débil	La sentencia en el estándar ISO no corresponde claramente con alguna práctica CMMI.									

Dato	Detalle		Relevancia
	60	Medio	La correspondencia no es completa, pero con alguna interpretación CMMI puede satisfacer el requerimiento ISO.
	100	Fuerte	Existe una fuerte relación entre el requerimiento ISO y la práctica CMMI.
Nivel de Comparación	Bajo Nivel		PI-5
Resultados	No indica numéricamente el grado general de cobertura como resultado de la comparación. Usando una escala numérica muestra el grado de cobertura existente entre las Practicas Especificas de (SP), Practicas Genéricas (GP) de CMMI v1.2 y las actividades y tareas descritos en el estándar ISO/IEC 12207:2008.		PI-5, PI-6

Dato	Detalle	Relevancia
Título	Comparing ISO/IEC 12207 and CMMI-DEV: Towards a mapping of ISO/IEC 15504-7	General
Autor(es)	Maria Teresa Baldassarre, Piattini, Mario, Francisco J. Pino, and Giuseppe Visaggio	General
Año	2009	PB-1
País	ESPAÑA	PB-2
Fuente	SCOPUS	PB-3
Citas	12	PB-4
Objetivo	Identificar el grado de cobertura de los niveles de madurez CMMI-DEV en relación con la norma ISO/IEC 15504-7.	PI-1
Descripción	Realiza una comparación entre las áreas de proceso de CMMI-DEV y los procesos descritos en la norma ISO/IEC 12207:2008. Basado en estos resultados se investiga la relación entre CMMI-DEV y los modelos ISO/IEC 15504-7.	PI-1
Estándar o modelos de referencia	CMMI-DEV v1.2 ISO/IEC 12207:2008 ISO/IEC 15504-7	PI-2
Nombre del Método de Comparación [Estrategia de Armonización de Modelos]	Mapping	PI-2
Elementos Comparados	ISO/IEC 12207:2008: Actividades y tareas CMMI-DEV v1.2: Practicas especificas	PI-3
Criterios Adoptados en la Comparación	Para determinar el grado de relación entre los procesos de ISO/IEC 12207:2008 y las áreas de proceso de CMMI se define una escala discreta en términos de porcentaje. La escala empleada es la siguiente:	PI-4

Dato	Detalle	Relevancia
	<p>S: Fuertemente relacionada (86% a 100%)</p> <p>L: Largamente relacionada (51% a 85%)</p> <p>P: Parcialmente relacionada (16% a 50%)</p> <p>W: Débilmente relacionada (1% a 15%)</p> <p>No relacionada (0%)</p> <p>Los valores numéricos son obtenidos de la división del número de prácticas específicas (a partir de un área de proceso de CMMI) que están relacionados a las actividades (a partir de un proceso de ISO/IEC 12207:2008) entre el número de prácticas específicas definidas en un Área de Proceso).</p>	
Nivel de Comparación	Bajo Nivel	PI-5
Resultados	No indica numéricamente el grado general de cobertura como resultado de la comparación. Usando una escala numérica muestra el grado de cobertura existente entre las Practicas Especificas de (SP) de CMMI y las actividades y tareas descritos en el estándar ISO/IEC 12207.	PI-5, PI-6

Dato	Detalle	Relevancia
Título	Harmonizing improvement technologies: A comparison between CMMI-ACQ and ISO/IEC 12207:2008	General
Autor(es)	Francisco J. Pino; Maria Teresa Baldassarre; Mario Piattini; Giuseppe Visaggio; Danilo Caivano	General
Año	2009	PB-1
País	ESPAÑA	PB-2
Fuente	SCOPUS	PB-3
Citas	5	PB-4
Objetivo	Realizar una comparación entre el estándar ISO/IEC 12207:2008 y el modelo CMMI-ACQ v1.2:2007.	PI-1
Descripción	Este estudio ofrece información acerca de cuan relacionadas están las practicas descritas en ambos modelos. Además considerando que la comparación es una estrategia específica para la armonización de modelos, define un proceso sistemático para este propósito teniendo en cuenta ayudar a las organizaciones interesadas en introducir o mejorar sus prácticas para la adquisición de productos y servicios usando estos dos modelos.	PI-1
Estándar o modelos de referencia	ISO/IEC 12207:2008 CMMI-ACQ v1.2:2007	PI-2
Nombre del Método de Comparación [Estrategia de Armonización de Modelos]	Mapping	PI-2

Dato	Detalle	Relevancia
Elementos Comparados	ISO/IEC 12207:2008: Actividades y tareas CMMI-ACQ v1.2:2007: Practicas especificas	PI-3
Criterios Adoptados en la Comparación	Para determinar el grado de relación entre los procesos de ISO/IEC 12207:2008 y las áreas de proceso de CMMI se define una escala discreta en términos de porcentaje. La escala empleada es la siguiente: S: Fuertemente relacionada (86% a 100%) L: Largamente relacionada (51% a 85%) P: Parcialmente relacionada (16% a 50%) W: Débilmente relacionada (1% a 15%) No relacionada (0%) Los valores numéricos son obtenidos de la división del número de prácticas específicas (a partir de un área de proceso de CMMI) que están relacionados a las actividades (a partir de un proceso de ISO/IEC 12207:2008) entre el número de prácticas específicas definidas en un Área de Proceso).	PI-4
Nivel de Comparación	Bajo Nivel	PI-5
Resultados	Grado General de Relación: 72% (28/39) 39: Total de Practicas Especificas de CMMI-ACQ 28: Practicas Especificas relacionadas a una o más tareas o actividades de ISO 12207	PI-5, PI-6

Dato	Detalle	Relevancia
Título	Mapping software acquisition practices from ISO 12207 and CMMI	General
Autor(es)	Pino, Francisco J., Maria Teresa Baldassarre, Mario Piattini, Giuseppe Visaggio, and Danilo Caivano	General
Año	2010	PB-1
País	ESPAÑA	PB-2
Fuente	SCOPUS	PB-3
Citas	5	PB-4
Objetivo	El objetivo de este estudio es ofrecer información sobre como las practicas descritas en ambos modelos están relacionadas. Como objetivo adicional, trata de mostrar que el mapping es una estrategia específica para la armonización de modelos.	PI-1
Descripción	Realiza la comparación entre CMMI-ACQ y el estándar ISO 12207:2008 se realiza a nivel de rendimiento de procesos, es decir la comparación no involucra metas y prácticas genéricas relacionadas. Para la realización de este mapping de una forma sistemática los autores desarrollaron un proceso para este propósito.	PI-1
Estándar o modelos de referencia	ISO/IEC 12207:2008 CMMI-ACQ v1.2:2007	PI-2

Dato	Detalle	Relevancia
Nombre del Método de Comparación [Estrategia de Armonización de Modelos]	Mapping	PI-2
Elementos Comparados	ISO/IEC 12207:2008: Actividades y tareas CMMI-ACQ v1.2:2007: Practicas especificas	PI-3
Criterios Adoptados en la Comparación	Para determinar el grado de relación entre los procesos de ISO/IEC 12207:2008 y las áreas de proceso de CMMI se define una escala discreta en términos de porcentaje. La escala empleada es la siguiente: S: Fuertemente relacionada (86% a 100%) L: Largamente relacionada (51% a 85%) P: Parcialmente relacionada (16% a 50%) W: Débilmente relacionada (1% a 15%) No relacionada (0%) Los valores numéricos son obtenidos de la división del número de prácticas específicas (a partir de un área de proceso de CMMI) que están relacionados a las actividades (a partir de un proceso de ISO/IEC 12207:2008) entre el número de prácticas específicas definidas en un Área de Proceso).	PI-4
Nivel de Comparación	Bajo Nivel	PI-5
Resultados	Grado General de Relación: 72% (28/39) 39: Total de Practicas Especificas de CMMI-ACQ 28: Practicas Especificas relacionadas a una o más tareas o actividades de ISO 12207	PI-5, PI-6

Dato	Detalle	Relevancia
Título	Harmonizing maturity levels from CMMI-DEV and ISO/IEC 15504	General
Autor(es)	Pino, Francisco J., María Teresa Baldassarre, Mario Piattini, and Giuseppe Visaggio	General
Año	2010	PB-1
País	ESPAÑA	PB-2
Fuente	WILEY	PB-3
Citas	32	PB-4
Objetivo	El presente estudio desarrolla una armonización entre los modelos ISO/IEC 15504-7 con el objetivo de obtener información de cuan relacionadas están los niveles de madurez descritos en estos dos modelos.	PI-1
Descripción	EL proceso de comparación se realiza en dos etapas, primero se realiza un mapeo entre los procesos de ISO 12207:2008 y las áreas de proceso de CMMI-DEV, y en una segunda etapa se mapean los procesos de ISO 12207:2008 y ISO 15504-5.	PI-1
Estándar o modelos de referencia	ISO/IEC 15504-5 ISO/IEC 12207:2008	PI-2

Dato	Detalle	Relevancia
	CMMI-DEV V1.2	
Nombre del Método de Comparación [Estrategia de Armonización de Modelos]	Mapping	PI-2
Elementos Comparados	ISO/IEC 12207:2008: Actividades y tareas CMMI-DEV v1.2: Practicas específicas	PI-3
Criterios Adoptados en la Comparación	Para determinar el grado de relación entre los procesos de ISO/IEC 12207:2008 y las áreas de proceso de CMMI se define una escala discreta en términos de porcentaje. La escala empleada es la siguiente: S: Fuertemente relacionada (86% a 100%) L: Largamente relacionada (51% a 85%) P: Parcialmente relacionada (16% a 50%) W: Débilmente relacionada (1% a 15%) No relacionada (0%) Los valores numéricos son obtenidos de la división del número de prácticas específicas (a partir de un área de proceso de CMMI) que están relacionados a las actividades (a partir de un proceso de ISO/IEC 12207:2008) entre el número de prácticas específicas definidas en un Área de Proceso).	PI-4
Nivel de Comparación	Bajo Nivel	PI-5
Resultados	No indica numéricamente el grado general de cobertura como resultado de la comparación. Usando una escala numérica muestra el grado de cobertura existente entre las Practicas Especificas de (SP) de CMMI y las actividades y tareas descritos en el estándar ISO/IEC 12207.	PI-5, PI-6

Dato	Detalle	Relevancia
Título	Definition of a Hybrid Measurement Process for the Models ISO/IEC 15504-ISO/IEC 12207: 2008 and CMMI Dev 1.3 in SMEs	General
Autor(es)	Julio Cesar Ruiz, Zurisadai Benjamin Osorio, Jezreel Mejia, Mirna Munoz, Ana Maria Chavez, Beatriz Alejandra Olivares	General
Año	2011	PB-1
País	MEXICO	PB-2
Fuente	ACM	PB-3
Citas	5	PB-4
Objetivo	EL objetivo de este estudio es describir una propuesta de un proceso de medición híbrida para ISO/IEC 15504-ISO/IEC 12207:2008 y CMMI DEV 1.3.	PI-1
Descripción	Este estudio verifica la compatibilidad de los procesos de medida de los modelos CMMI DEV 1.3 y el estándar ISO/IEC 12207:2008 realizando una trazabilidad entre ambos modelos.	PI-1

Dato	Detalle	Relevancia
Estándar o modelos de referencia	ISO/IEC 15504 ISO/IEC 12207:2008 CMMI Dev 1.3	PI-2
Nombre del Método de Comparación [Estrategia de Armonización de Modelos]	Trazabilidad	PI-2
Elementos Comparados	ISO/IEC 12207:2008: Resultados CMMI DEV 1.3: Práctica Específica	PI-3
Criterios Adoptados en la Comparación	El criterio utilizado por [21] es analizar la similaridad entre las descripciones de cada resultado esperado del “Measurement Process” de ISO/IEC 12207:2008 y de cada práctica específica del proceso de “Measurement and Analysis” de CMMI Dev v1.3.	PI-4
Nivel de Comparación	Alto Nivel	PI-5
Resultados	No indica numéricamente el grado de cobertura como resultado de la comparación. Este estudio muestra los resultados de la trazabilidad entre el modelo CMMI y el estándar ISO/IEC 12207:2008.	PI-5, PI-6

4.5 Análisis bibliométricos

A continuación se presenta el cálculo de los indicadores bibliométricos de los estudios seleccionados para la RSL como su evolución cronológica, las fuentes de datos donde fueron publicados, su impacto a nivel académico y su país de procedencia.

PB-1. ¿Cuál ha sido la evolución cronológica de las publicaciones sobre el tema de investigación?

De los resultados obtenidos y considerados en la RSL se puede apreciar que la publicación de la nueva versión del estándar ISO/IEC 12207 en el año 2008 motiva cinco (05) nuevos estudios relacionados a su comparación con CMMI. En cambio la publicación de la versión v1.3 de CMMI en el año 2010 solo motivo un trabajo de investigación.

Tabla 10. Frecuencia por año de estudios publicados

Año	Porcentaje (%)	Frecuencia
1998	13%	1
2007	13%	1
2008	13%	1
2009	25%	2
2010	25%	2
2011	13%	1

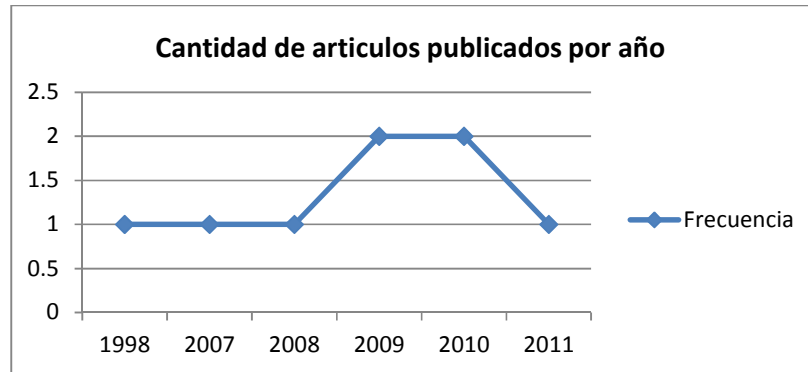


Fig. 3. Evolución de los estudios en el tiempo

PB-2. ¿Cuáles son las fuentes de datos que presentan mayor cantidad de estudios relacionados al tema de investigación?

Para los resultados obtenidos se observa que la mayor cantidad de artículos publicados relacionados a la comparación entre el estándar ISO/IEC 12207 y CMMI se da en Scopus, tal como se muestra en la siguiente figura:

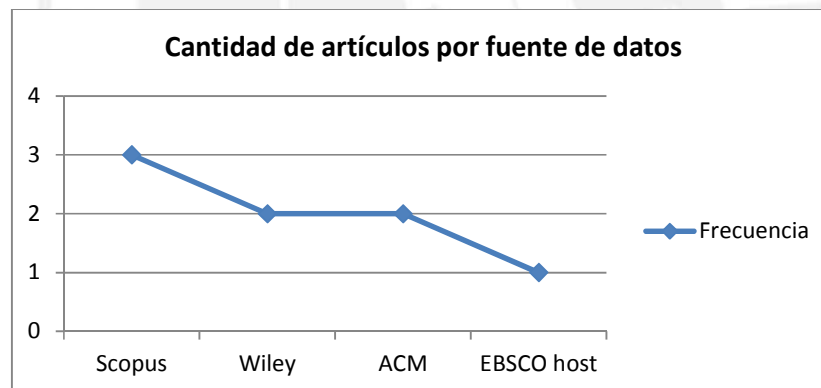


Fig. 4. Cantidad de publicaciones por fuente de datos

PB-3. ¿Cuál es el impacto o visibilidad de las publicaciones dentro de la comunidad académica?

Para medir el impacto o la visibilidad de las publicaciones en la comunidad académica usaremos la cantidad de citas obtenidas por los artículos incluidos. De los resultados se observa que el trabajo de [20] es el que cuenta con mayor número de citas, seguido del libro [9]:

Tabla 11. Cantidad de citas por publicación

Título	Tipo	Citas
Harmonizing ISO/IEC 15504 and CMMI	Artículo	43
Process Improvement with CMMI v1.2 and ISO Standards, 1 edition	Libro	33
Harmonizing maturity levels from CMMI-DEV and ISO/IEC 15504	Artículo	32
Leveraging your CMM efforts for IEEE/EIA 12207	Artículo	25
Comparing ISO/IEC 12207 and CMMI-DEV: Towards a mapping of ISO/IEC 15504-7	Artículo	12
Harmonizing improvement technologies: A comparison between CMMI-ACQ and ISO/IEC 12207:2008	Artículo	5
Mapping software acquisition practices from ISO 12207 and CMMI	Artículo	5
Definition of a Hybrid Measurement Process for the Models ISO/IEC 15504-ISO/IEC 12207: 2008 and CMMI Dev 1.3 in SMEs	Artículo	5

PB-4 ¿De qué países provienen las publicaciones sobre este tema?

En cuanto al país de origen de los trabajos de investigación, la mayor cantidad de ellos proviene de España, seguida de USA.

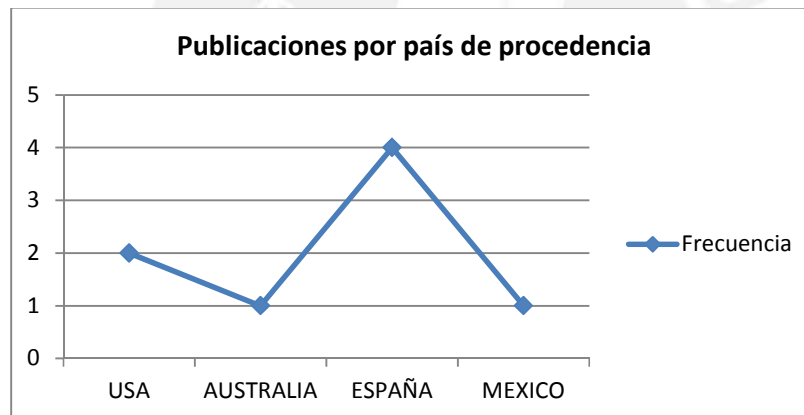


Fig. 5. Distribución de estudios por país de procedencia

4.6 Sintetizar los datos extraídos

PI-1. ¿Existen trabajos de investigación relacionados a la comparación entre ISO/IEC 12207 y CMMI-DEV?

De acuerdo a los resultados obtenidos se ha encontrado estudios relacionados con la comparación entre ISO/IEC 12207 y CMMI en sus diferentes versiones. Los siguientes estudios realizan una comparación entre ambos modelos como objetivo principal de su investigación:

1. [19] realiza la comparación entre CMM (SW-CMM) v.1.1 y IEEE/EIA 12207 con el objetivo de servir como una guía para cumplir los requisitos para implementar IEE/EIA 12207 usando CMM.
2. [9] realiza una comparación bidireccional entre ISO 12207:2008 y CMMI v1.2 para detectar similitudes y diferencias entre ambos modelos y conocer el potencial de cada modelo para apoyar un proceso de mejora.
3. [6] realiza una comparación entre las áreas de proceso de CMMI-DEV y los procesos descritos en la norma ISO/IEC 12207:2008. Basado en estos resultados se investiga la relación entre CMMI-DEV y los modelos ISO/IEC 15504-7, con el objetivo de identificar el grado de cobertura de los niveles de madurez CMMI-DEV en relación con la norma ISO/IEC 15504-7.
4. [22] proporciona información acerca de cuan relacionadas están las practicas descritas en ambos modelos. Con el objetivo de ayudar a las organizaciones interesadas en introducir o mejorar sus prácticas de adquisición de productos y servicios usando estos dos modelos.
5. [8] ofrece información sobre como las prácticas descritas en ambos modelos están relacionadas.
6. [21] verifica la compatibilidad de los procesos de medida de los modelos CMMI DEV 1.3 y el estándar ISO/IEC 12207:2008 realizando una trazabilidad entre ambos modelos.

De acuerdo a [22] los trabajos relacionados con el estándar ISO/IEC 15504-2:2004 involucran a ISO/IEC 12207:2007 porque este es el modelo de procesos de referencia (PRM) sugerido por ISO/IEC 15504. Teniendo en cuenta esto, se incluyeron los siguientes estudios que presentan una comparación entre ISO/IEC 12207 y CMMI como un paso intermedio en su objetivo de comparar el modelo CMMI y el estándar ISO/IEC 15504:

1. [20] analiza la relación entre CMMI y el Modelo de Evaluación de Procesos ISO/IEC 15504-2 y el Modelo de Referencia de Procesos descrito en ISO/IEC 12207 AMD 1/2.
2. [23] desarrolla una comparación entre los modelos ISO/IEC 15504-7 con el objetivo de obtener información del grado de cobertura de los niveles de madurez descritos en ambos modelos. Esta comparación se realiza en dos etapas, primero se realiza un mapeo entre los procesos de ISO 12207:2008 y las áreas de proceso de CMMI-DEV, y en una segunda etapa se mapean los procesos de ISO 12207:08 y ISO 15504-5.

PI-2. ¿Cuáles han sido las versiones y métodos o técnicas empleados en la comparación de la ISO/IEC 12207 y CMMI-DEV?

La técnica más empleada en la comparación de los modelos ISO/IEC 12207 y CMMI es el mapping tal como se detalla en los trabajos de [19], [20], [9], [6], [23], [22], [8]. La técnica empleada en el trabajo de [21] es el de trazabilidad.

Las versiones de ISO/IEC 12207 y CMMI empleadas en las comparaciones han sido diversas, tal como se muestra en el siguiente cuadro:

Tabla 12. Versiones de los estándares empleado en la comparación de ISO 12207 y CMMI

Estudio	Estándar(es) Empleado(s)
Leveraging Your CMM Efforts for IEEE/EIA 12207	CMM (SW-CMM) v.1.1 IEEE/EIA 12207
Harmonizing ISO/IEC 15504 and CMMI	CMMI v 1.1 ISO/IEC 15504-2 (2002) ISO/IEC 12207 Amd 1 / 2 (2007)
Process Improvement with CMMI® v1.2 and ISO Standards	ISO 12207:2008 CMMI v1.2
Comparing ISO/IEC 12207 and CMMI-DEV: towards a mapping of ISO/IEC 15504-7	CMMI-DEV v 1.2 ISO/IEC 12207 (2008) ISO/IEC 15504-2 (2003)
Harmonizing Maturity Levels From CMMI-DEV and ISO/IEC 15504	ISO/IEC 15504-5 (2006) ISO/IEC 15504-7 (2008)
Harmonizing Improvement Technologies: A Comparison Between CMMI-ACQ and ISO/IEC 12207:2008	ISO/IEC 12207:2008 CMMI-ACQ v1.2:2007
Mapping Software Acquisition Practices from ISO 12207 and CMMI	ISO/IEC 12207:2008 CMMI-ACQ v1.2:2007
Mapping Software Acquisition Practices from ISO 12207 and CMMI	ISO/IEC 15504 ISO/IEC 12207:2008 CMMI DEV 1.3
Definition of a Hybrid Measurement Process for the Models ISO/IEC 15504-ISO/IEC 12207: 2008 and CMMI Dev 1.3 in SMEs	

Adicionalmente, [6], [23], [22], [8] para asegurar la confiabilidad de los resultados obtenidos en las comparaciones realizadas definen un procedimiento y una guía para realizar el mapping paso a paso. Este proceso define dos roles:

1. Ejecutantes
2. Revisores

Además de 5 actividades:

1. Análisis de los modelos a comparar
2. Diseño de la comparación
3. Ejecución de la comparación
4. Presentación de los resultados de la comparación.
5. Análisis de los resultados de la comparación.

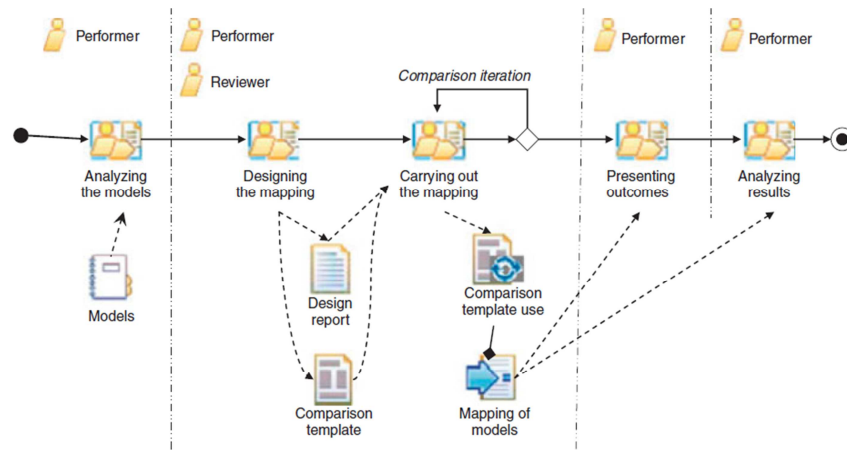


Fig. 6. Diagrama de Actividades desarrollado para el proceso de mapping empleado (Tomado de [23])

PI-3. ¿Cuáles han sido los elementos usados en la comparación entre la ISO/IEC 12207 y CMMI DEV?

Los elementos usados en la comparación de ISO/IEC 12207 y CMMI han sido diversos dependiendo del criterio y objetivo del investigador. La comparación realizada por [19] usa como elementos de comparación las Áreas de procesos principales (KPA) de CMM (SW-CMM) v.1.1 y los procesos de IEEE/EIA 12207. Mientras que [20] emplea las Prácticas Genéricas (GP) de CMMI y las Áreas de Proceso de ISO/IEC 12207 Amd 1/2. Dado el nivel de detalle que pretende obtener en su comparación, [9] usa las Actividades y tareas de ISO/IEC 12207:2008 y las Prácticas Genéricas (GP) y Específicas (SP) por Área de Proceso (PA) de CMMI v1.2.

Las comparaciones a bajo nivel realizadas por [6], [22], [23], [8] y [23] usan las Actividades y tareas de ISO/IEC 12207:2008 y las Prácticas específicas de CMMI-ACQ v1.2:2007. El trabajo de [21] realiza la trazabilidad entre los resultados esperados de “Measurement Process” de ISO/IEC 12207:2008 y las Prácticas Específicas del Área de Proceso de “Measurement and Analysis” de CMMI DEV 1.3.

PI-4. ¿Cuáles son los criterios de comparación adoptados para la comparación entre ISO/IEC 12207 y CMMI?

El criterio empleado por [19] es realizar un mapeo entre los requisitos para implementar IEEE/EIA 12207 que son cubiertos por las Principales Áreas de Proceso (KPM) de CMM (SW-CMM) v.1.1.

El criterio empleado por [20] es realizar una comparación a bajo nivel usando las Prácticas Genéricas de CMMI y los procesos de ISO/IEC 12207 Amd 1/2 como modelo de procesos de referencia para ISO/IEC 15504-2.

Los autores [9] para caracterizar el nivel de relación entre los elementos de ISO/IEC 12207 y CMMI usan un factor de confianza basado en una escala numérica, cuyos valores se muestran a continuación:

Tabla 13. Criterio de comparación de ISO/IEC 12207 y CMMI usado por [9]

Nivel de Confianza del Mapeo	Descripción	Comentario
0	Sin Mapeo	
30	Débil	La sentencia en el estándar ISO no corresponde claramente con alguna práctica CMMI.
60	Medio	La correspondencia no es completa, pero con alguna interpretación CMMI puede satisfacer el requerimiento ISO.
100	Fuerte	Existe una fuerte relación entre el requerimiento ISO y la práctica CMMI.

Los trabajos realizados por [6], [23], [22], [8] para determinar el grado de relación entre los procesos de ISO/IEC 12207:2008 y las áreas de proceso de CMMI definen una escala discreta en términos de porcentaje. La escala empleada es la siguiente:

- S: Fuertemente relacionada (86% a 100%)
- L: Largamente relacionada (51% a 85%)
- P: Parcialmente relacionada (16% a 50%)
- W: Débilmente relacionada (1% a 15%)
- No relacionada (0%)

Los valores numéricos son obtenidos de la división del número de prácticas específicas (a partir de un área de proceso de CMMI) que están relacionados a las actividades (a partir de un proceso de ISO/IEC 12207:2008) entre el número de prácticas específicas definidas en un Área de Proceso).

El criterio utilizado por [21] es analizar la similaridad entre las descripciones de cada resultado esperado del “Measurement Process” de ISO/IEC 12207:2008 y de cada práctica específica del proceso de “Measurement and Analysis” de CMMI Dev v1.3.

PI-5. ¿Cuál ha sido el grado de cobertura obtenido de la comparación de la ISO/IEC 12207 y CMMI en sus diferentes versiones?

Dado el objetivo de su investigación, [19] no indica numéricamente el grado de cobertura entre ambos modelos. Pero como resultado de su comparación a alto nivel encuentra que los procesos de Suministro, Operación y Mantenimiento no tienen ninguna relación con alguna Área de Proceso Principal (KPA) de CMM ya que los modelos comparados difieren en su alcance. Es decir ISO/IEC 12207 cubre 15 de 18 Áreas de Proceso Principal (KPA) de CMM es decir 83%. Pero brinda una lista detallada de los requerimientos de IEEE/EIA 12207 que no son cubiertos por CMM. A bajo nivel,

solo muestra una lista con los requerimientos de IEE/EIA 12207 que no son cubiertos por los elementos de CMM.

[20] No indica numéricamente el grado de cobertura como resultado de la comparación. Pero determina que las Prácticas Específicas de CMMI están direccionadas en casi todos los procesos de ISO 12207 AMD 1 / 2. Para los procesos que no estén direccionados determina el siguiente grado de cobertura:

Tabla 14. Cobertura entre ISO/IEC 12207 y CMMI según [20]

Procesos ISO 12207 No cubiertos por CMMI	Procesos ISO 12207 No cubiertos por Process Dimensión of CMMI (De forma completa o explicita)	Procesos ISO 12207 Cubiertos de Forma Débil por CMMI
F.1.4 – Operation F.2.9 – Usability F.2.10 – Product Evaluation F.3.1.2 - Organization Management F.3.7 – Domain Engineering	F.1.1.3 Supplier Monitoring F.1.1.4 Customer acceptance F.1.2 Supply F.1.5 Maintenance F.3.1.1 Organizational alignment F.3.1.6 – Measurement F.3.4.1 - Human Resource Management F.3.4.3 - Knowledge Management F.3.5 - Asset Management F.3.6 - Reuse Program Management	F.2.1 Documentation Process F.3.2 Infrastructure Process

En el otro sentido de la comparación, las siguientes Practicas Específicas de CMMI están fuera del alcance de ISO/IEC 12207 1 / 2:

- Decision Analysis
- Resolution Process

El nivel de cobertura entre los procesos de ISO/IEC 12207:2008 y las áreas de proceso de CMMI-DEV v.1.2 según [6], [23] es:

Tabla 15. Cobertura entre ISO/IEC 12207 y CMMI-Dev v1.2

Nivel de Cobertura	Áreas de Proceso de CMMI-DEV v1.2
Fuerte	CM, MA, PMC, PPQA, REQM, SAM, OT, RSKM, VER, CAR
Largamente	PP, PI, RD, TS, VAL;
Parcial	DAR, IPM+IPPD, OPD+IPPD, OPF, QPM;
Débil	OID and OPP

En cuanto al nivel de cobertura entre los procesos de ISO/IEC 12207:2008 y las dieciséis Áreas de Proceso de CMMI-ACQ (la cual es parte del framework CMMI), [22], [8] obtienen el siguiente nivel de cobertura:

Tabla 16. Cobertura entre ISO 12207 y CMMI-ACQ v1.2

Nivel de Cobertura	Áreas de Proceso de CMMI-ACQ v1.2
Fuerte	Configuration Management, Measurement and Analysis, Project Monitoring and Control, Process and Product Quality Assurance, Requirements Management, Organizational Training, Risk Management, and Causal Analysis and Resolution
Largamente	Project Planning
Parcial	Decision Analysis and Resolution, Integrated Project Management, Organizational Process Definition, Organizational Process Focus and Quantitative Project Management
Débil	Organizational Innovation and Deployment, and Organizational Process Performance

Según [21], existe una fuerte cobertura entre el “Measurement Process” de ISO/IEC 12207:2008 y el Área de Proceso de “Measurement and Analysis” de CMMI Dev v1.3 lo cual concuerda con el resultado obtenido por [6], [23].

PI-6. ¿Cómo han ido evolucionando los resultados de las comparaciones entre la ISO/IEC 12207 y CMMI DEV?

Para mostrar la evolución de los resultados de las comparaciones entre la ISO/IEC 12207 y CMMI DEV usamos los resultados de la comparación a alto nivel de los diferentes estudios incluidos para la presente RSL. Para esto determinamos el número de procesos de ISO/IEC 12207 que no son cubiertos en forma alguna por algún Área de Proceso de CMMI, los datos recopilados fueron tabulados en la siguiente tabla:

Tabla 17. Cobertura a alto nivel entre los procesos de ISO 12207 y las Áreas de Proceso de CMMI

	IEEE/EIA 12207	ISO/IEC 12207 Amd 1 / 2	ISO 12207:2008
Procesos No Cubiertos	3	5	6
Procesos Cubiertos	14	35	37
Total Procesos	17	40	43
% Cobertura de CMMI	82%	88%	86%
	CMM (SW-CMM) v.1.1	CMMI v 1.1	CMMI-DEV v 1.2

Usando los datos de la tabla anterior mostramos gráficamente la convergencia entre ambos modelos en la Figura 7.

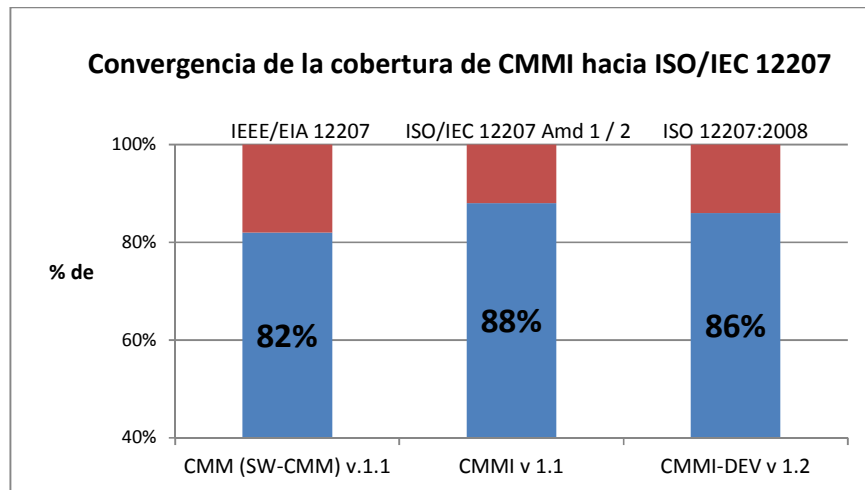


Fig. 7. Convergencia entre los procesos de ISO 12207 y las Áreas de Proceso de CMMI

4.7 Validar el informe de la revisión.

La validación de esta RSL estuvo a cargo de los miembros del equipo de ProCal-ProSer en las fechas señaladas en el Apéndice quienes revisaron la RSL durante sus diferentes etapas. El esquema aplicado fue el de primera revisión mediante un revisor par (Abraham Dávila y Karim Meléndez) y en la segunda revisión se recurrió a un revisor experto (Luis Flores)

5 Conclusiones y Trabajo Futuro

Si bien es cierto existen muchos estudios relacionados a la comparación de dos modelos o estándares a lo largo de los años, se han encontrado pocos estudios relacionados a la comparación entre CMMI e ISO/IEC 12207. En los estudios encontrados se ha encontrado que el mapping es la técnica más empleada en la armonización de los modelos CMMI y del estándar ISO/IEC 12207 pero el grado de similitud o diferencia obtenida va a depender del nivel de detalle de los elementos usados en la comparación. No se encontraron comparaciones detalladas que hayan empleado las últimas versiones del estándar ISO/IEC 12207 y del modelo CMMI.

A partir de los estudios obtenidos no se puede precisar el nivel de convergencia de los modelos CMMI y del estándar ISO/IEC 12207 a lo largo de sus diferentes versiones debido a lo siguiente:

- No usan una escala común de comparación de las similitudes o diferencias entre ambos modelos que permitan reducir la subjetividad en la comparación.
- Los elementos de comparación y el nivel de detalle de las comparaciones de ambos modelos son diferentes.

Como trabajo futuro se propone realizar la comparación del estándar ISO/IEC 12207:2008 y CMMI-DEV 1.3 siguiendo el procedimiento propuesto por [6], [7], [8]. Esto, con el fin de contar con un mapeo que use las últimas versiones de los estándares y brinde datos adicionales que faciliten el análisis de la convergencia entre ambos modelos.

Reconocimientos. Este trabajo ha sido realizado dentro del proyecto ProCal-ProSer financiado por Innóvate Perú bajo el Contrato 210-FINCYT-IA-2013 y parcialmente soportado por el Departamento de Ingeniería y el Grupo de Investigación y Desarrollo de Ingeniería de Software (GIDIS) de la Pontificia Universidad Católica del Perú.



Referencias

1. T. Lucio-Nieto, R. Colomo-Palacios, P. Soto-Acosta, S. Popa and A. Amescua-Seco, "Implementing an IT service information management framework: The case of COTEMAR," *International Journal of Information Management*, pp. 589-594, 2012.
2. L. Morán, A. Pérez, J. Trujillo, D. Bathiely and M. J. González-Simancas, ISO/IEC 20000. Guía completa de aplicación para la gestión de los servicios de tecnologías de la información, España: Asociación Española de Normalización y Certificación, 2009.
3. C. Pardo, F. J. Pino, F. García, M. T. Baldassarre and M. Piattini, "From Chaos to the Systematic Harmonization of Multiple Reference Models: A Harmonization Framework Applied in Two Case Studies.," *J. Syst. Softw.* 86, 1, pp. 125-143, 2013.
4. H. L. Romero, R. M. Dijkman, P. W. P. J. Grefen and V. A. Weele, "A Literature Review in Process Harmonization: A Conceptual Framework," 2012.
5. C. Pardo, F. J. Pino, F. García, M. Piattini and M. T. Baldassarre, "An ontology for the harmonization of multiple standards and models," *Comput. Stand. Interfaces*, pp. 48-59, 2012.
6. M. T. Baldassarre, M. Piattini, F. J. Pino and G. Visaggio, "Comparing ISO/IEC 12207 and CMMI-DEV: towards a mapping of ISO/IEC 15504-7," *In Proceedings of the Seventh ICSE conference on Software quality (WOSQ'09), Bernard Wong (Ed.). IEEE Computer Society, Washington, DC, USA*, pp. 59-64, 2009.
7. F. J. Pino, M. Baldassarre, M. Piattini, G. Visaggio and D. A. Caivano, "Mapping Software Acquisition Practices from ISO 12207 and CMMI," 2010.
8. F. J. Pino, D. Caivano, M. T. Baldassarre, M. Piattini and G. Visaggio, "Mapping Software Acquisition Practices from ISO 12207 and CMMI," *Communications in Computer and Information Science, Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering*, pp. 234-247, 2010.
9. B. Mutafelija and H. Stromberg, "Process Improvement with CMMI® v1.2 and ISO Standards," USA, Auerbach Publications, 2009, pp. 181-194, 321-357.
10. ISO, ISO/IEC 12207:2008 Systems and Software Engineering - Software Life Cycle Processes, www.iso.org, 2008.
11. CMMI Product Team, CMMI for Development, Version 1.3 (CMU/SEI-2010-TR-033), Pittsburgh, Pennsylvania: Software Engineering Institute, Carnegie Mellon University, 2010.
12. M. B. Chrissis, M. Konrad and S. Shrum, CMMI®, Guía para la Integración de Procesos y la Mejora de Productos, Pearson Educación, 2009.
13. B. Kitchenham and S. Charters, "Guidelines for performing Systematic Literature Reviews in Software Engineering," *Staffordshire: EBSE Technical Report EBSE-2007-01*, 2007.
14. Z. Stapić, E. G. López, A. G. Cabot, L. d. M. Ortega and V. Strahonja, "Performing Systematic Literature Review in Software Engineering," *Central European Conference on Information and Intelligent Systems*, pp. 441-447, 2012.
15. M. G. Piattini Velthuis, M. F. Bocco and J. A. Cruz-Lemus, "Métodos de Investigación en Ingeniería del Software," Ra-Ma Editorial, 2014, pp. 199-246.

16. P. Brereton, B. A. Kitchenham, D. Budgen, M. Turner and M. Khalil, "Lessons from Applying the Systematic Literature Review Process within the Software Engineering Domain," *Journal of Systems and Software*, Vol.80 Issue 4, pp. 571-583, 2007.
17. J. Popay, A. S. Helen Roberts, L. A. Mark Petticrew, N. B. Mark Rodgers and S. D. Katrina Roen, "Guidance on the Conduct of Narrative Synthesis in Systematic Reviews: A Product from the ESRC Methods Programme Version 1," 2006.
18. M. Rodgers, A. Sowden, M. Petticrew, A. Lisa, H. Roberts, N. Britten and J. Popay, "Testing methodological guidance on the conduct of narrative synthesis in systematic reviews: Effectiveness of interventions to promote smoke alarm ownership and function," pp. 49-73, 2009.
19. J. Ferguson and S. Sheard, "Leveraging Your CMM Efforts for IEEE/EIA 12207," 1998.
20. T. P. Rout and A. Tuffley, "Harmonizing ISO/IEC 15504 and CMMI," *Software Process: Improvement and Practice*, pp. 361-371, 2007.
21. J. C. Ruiz, Z. B. Osorio, J. Mejia, M. Munoz, A. M. Chavez and B. A. Olivares, "Definition of a Hybrid Measurement Process for the Models ISO/IEC 15504-ISO/IEC 12207: 2008 and CMMI Dev 1.3 in SMEs," in *CERMA '11: Proceedings of the 2011 IEEE Electronics, Robotics and Automotive Mechanics Conference*, 2011.
22. F. J. Pino, M. T. Baldassarre, M. Piattini, G. Visaggio and D. Caivano, "Harmonizing Improvement Technologies: A Comparison Between CMMI-ACQ and ISO/IEC 12207:2008," *4th International Conference on Evaluation of Novel Approaches to Software Engineering*, pp. 177-188, 2009.
23. F. J. Pino, G. Visaggio, M. T. Baldassarre and M. Piattini, "Harmonizing Maturity Levels From CMMI-DEV and ISO/IEC 15504," *Journal of Software Maintenance and Evolution: Research and Practice*, 2009.

