

Tipo de artículo: Artículo original  
Temática: Ingeniería de software  
Recibido: 24/05/2023 | Aceptado: 29/09/2023

## Desarrollo de los requisitos según CMMI para la actividad productiva de la UCI

### Development of requirements according to the CMMI in the productive activity of the UCI

Yordanka Fuentes Castillo <sup>1\*</sup> <https://orcid.org/0000-0002-4926-5582>

Yaimí Trujillo Casañola <sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3138-011X>

Alionuska Velázquez Cintra <sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2127-8362>

<sup>1</sup> Facultad 1. Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. [yfcastillo@uci.cu](mailto:yfcastillo@uci.cu)

<sup>2</sup> Facultad 4. Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. [yaimi@uci.cu](mailto:yaimi@uci.cu)

<sup>3</sup> Dirección de Calidad. Universidad de las Ciencias Informáticas, Cuba, Carretera a San Antonio de los Baños, km 2½, Torrens, Boyeros, La Habana, Cuba. [avelazquez@uci.cu](mailto:avelazquez@uci.cu)

\*Autor para la correspondencia. ([yfcastillo@uci.cu](mailto:yfcastillo@uci.cu))

---

## RESUMEN

Los modelos de calidad establecen objetivos generales, prácticas y metas que sirven de guía a la organización y que, a su vez, ofrecen evidencias de que se tiene un proceso disciplinado y repetitivo. El modelo denominado CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV), proporciona un conjunto completo e integrado de guías para desarrollar productos y

servicios. CMMI-DEV describe buenas prácticas para cumplir con sus áreas de proceso en forma de componentes requeridos, esperados e informativos, pero no describe explícitamente cómo deben realizarse las actividades. Esto resulta en algunas ocasiones un obstáculo para las empresas que desean adoptar este modelo. El objetivo de esta investigación es describir cómo se cumplen las Metas específicas 1 y 2, del área de proceso Desarrollo de Requisitos, en la actividad productiva de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), entidad certificada con el nivel 2 del modelo. Para realizar la investigación se emplearon los métodos científicos Analítico – sintético, Sistémico, Modelación y Observación participante. Para complementar los componentes del proceso que no son determinados por CMMI-DEV, se utilizaron los elementos definidos en AUP en su variante para la UCI, metodología institucionalizada en la universidad para la certificación del nivel 2. Como resultado se obtuvieron la definición de los subprocesos Gestión de requisitos del cliente y del producto, los roles, productos de trabajo y herramientas asociadas para ejecutar el proceso de Requisitos en la actividad productiva de la UCI. Los subprocesos obtenidos fueron validados a través de un SCAMPI realizado a la UCI con vista a certificar el nivel 3.

**Palabras clave:** CMMI para Desarrollo; Desarrollo de Requisitos; requisitos del cliente; requisitos del producto; metas y prácticas específicas.

## ABSTRACT

The quality models establish general objectives, practices and goals that guide the organization and that, in turn, offer evidence that there is a disciplined and repetitive process. The model called CMMI for Development (CMMI-DEV), provides a complete and integrated set of guidelines for developing products and services. CMMI-DEV describes good practices for meeting your process areas in the form of required, expected, and informative components, but does not explicitly describe how the activities should be performed. This is sometimes an obstacle for companies that want to adopt this model. The objective of this research is to describe how Specific Goals 1 and 2, of the Requirements Development process area, are met in the productive activity of the University of Informatics Sciences (UCI), an entity certified with level 2 of the model. To carry out the research, the analytical-synthetic, systemic, modeling and participant observation scientific methods were used. To complement the components of the process that are not determined by CMMI-DEV, the elements defined in AUP were used in its variant for the UCI, a methodology institutionalized in the university for level 2 certification. As a result, the definition of the sub-processes was obtained. Management of customer and product requirements, roles, work products and associated tools to

execute the Requirements process in the productive activity of the UCI. The threads obtained were validated through a SCAMPI carried out at the UCI with a view to certifying level 3.

**Keywords:** CMMI for Development; Requirements Development; customer requirements; product requirements; specific goals and practices.

---

## Introducción

La producción de software es una actividad económica cada vez más relevante, capaz de crear empleos calificados y generar divisas (Olortegui y Llontop, 2020; Tigre y Marques, 2009). Como parte indisoluble del desarrollo científico tecnológico, el desarrollo de software representa un pilar fundamental en la industria empresarial y en la sociedad. Mientras mejores sean los softwares desarrollados, más beneficios económicos y sociales traen consigo. Por ello, un objetivo claro es la mejora de la calidad, que viene estrechamente ligada al proceso de desarrollo. Autores como De la Villa, Ruiz y Ramos (2004) y Humphrey (1989) aseveran que según el movimiento TQM<sup>i</sup> “La calidad de un sistema software se rige por la calidad del proceso usado para desarrollarlo”.

Según (Pressman y Maxim, 2019), un proceso de desarrollo de software se debe regir por guías, modelos, enfoques o normas de calidad. Por lo que se puede afirmar que una de las condiciones necesarias para garantizar un software de y con calidad, es asegurar la calidad desde su proceso de construcción, y, que una vía para lograrlo es realizar una correcta ingeniería de software, aplicando una selección adecuada de enfoques, modelos y metodologías.

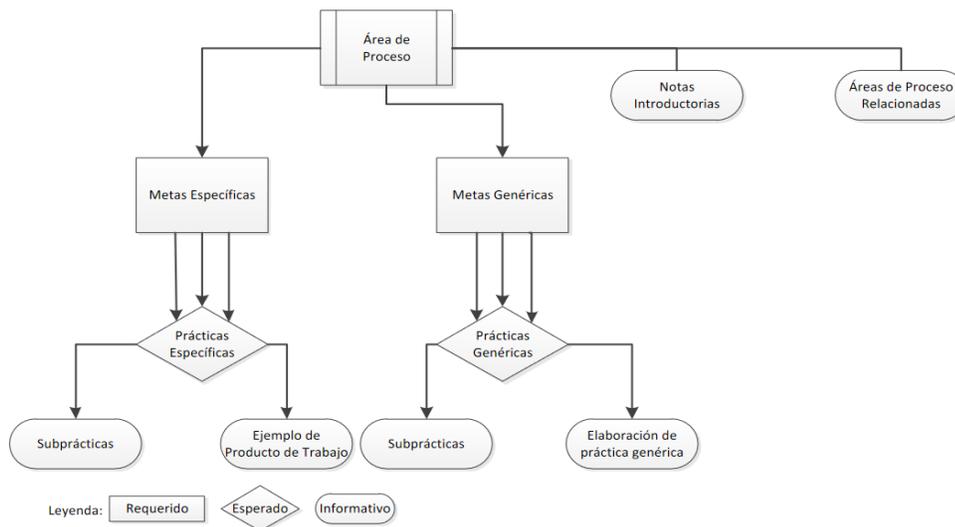
Otra vía para asegurar la calidad de los productos es mediante la mejora del proceso que les permita acreditar el cumplimiento de alguno de los modelos o estándares para la evaluación y mejora de procesos que en la actualidad están disponibles en el mercado (Garzás et al., 2013; Anacona et al., 2020). Al mejorar el PDS, se intenta optimizar y aumentar la calidad de un producto, proceso o servicio a través de la evolución de los procesos. Gracias a su implementación continuada, se puede mejorar de forma incremental la calidad y eficiencia de los procesos y actividades (Mencia, 2015).

Los modelos de calidad establecen objetivos generales, prácticas y metas que sirven de guía a la organización y que, a su vez, ofrecen evidencias de que se tiene un proceso disciplinado y repetitivo (Londoño, Anaya y Tabares, 2008). Según (Suarez y Leon, 2019), los más utilizados para la implementación de mejoras de procesos en pequeñas y medianas empresas (Pymes) en Latinoamérica son ISO/IEC 29110, MoProSoft, MPS.BR, Competisoft y CMMI, siendo esta última la más popular.

Los modelos CMMI® (Capability Maturity Model® Integration) son colecciones de buenas prácticas que ayudan a las organizaciones a mejorar sus procesos. Estos modelos son desarrollados por equipos de producto con miembros procedentes de la industria, del gobierno y del Software Engineering Institute (SEI). El modelo denominado CMMI para Desarrollo (CMMI-DEV), proporciona un conjunto completo e integrado de guías para desarrollar productos y servicios (CMMI, 2010). La Tabla 1 muestra los elementos que componen el modelo y un conjunto de componentes cuya finalidad es señalar requerimientos a ser cumplidos y guiar en el cumplimiento de los mismos ( Guevara Lora y Guerrero Vera, 2019; Pazmiño y Xavier, 2019). La relación entre estos elementos se muestra en la Fig. 1.

**Tabla 1 - Elementos y componentes del modelo CMMI-DEV.**

<b>Elementos</b>	<b>Descripción</b>
<b>Área de proceso (PA)</b>	Conjunto de prácticas vinculadas en un área, que, realizadas conjuntamente, satisface un conjunto de metas estimadas relevantes para alcanzar mejoras en dicha área.
<b>Notas introductorias</b>	Describe los conceptos principales cubiertos por el área de proceso.
<b>PA relacionadas</b>	Enumera las referencias a las áreas de procesos relacionadas y refleja las relaciones de alto nivel entre ellas.
<b>Meta genérica (GG)</b>	Especifica las características que se deben presentar para institucionalizar los procesos que implementan un PA.
<b>Meta específica (SG)</b>	Describe una característica única que debe ser implementado para satisfacer el área de proceso.
<b>Prácticas genéricas (GP)</b>	Descripción de una actividad que es considerada importante para alcanzar la meta genérica asociada.
<b>Prácticas específicas(SP)</b>	Describe las actividades que se esperan resulten en el logro de una meta genérica de un área de proceso.
<b>Componentes requeridos</b>	Elementos esenciales para la mejora de procesos en un área dada, a su vez son SGs y GGs cuya satisfacción se utilizará para evaluar un PA.
<b>Componentes esperados</b>	Describen actividades que son necesarias para lograr un componente requerido, orientando en la implementación de mejora y en la realización de evaluaciones.
<b>Componentes informativos</b>	Ayudan a los usuarios a entender los componentes requeridos y esperados, pudiendo ser ejemplos en un recuadro, explicaciones, notas, referencias, fuentes, títulos de metas, y prácticas. Este tipo de componente no se lo puede ignorar, debido a que proporciona la información necesaria para lograr una correcta comprensión de las metas y prácticas.



**Fig. 1 - Estructura del modelo CMMI.** Fuente: (Guevara Lora y Guerrero Vera, 2019)

CMMI-DEV define 5 niveles de madurez (en lo adelante niveles) por los que van pasando las empresas que se certifican con este modelo. Un nivel de madurez (en lo adelante nivel) es una plataforma evolutiva definida para la mejora de procesos de la organización. Cada nivel de madurez desarrolla un subconjunto importante de procesos de la organización, preparándola para pasar al siguiente nivel de madurez. Los niveles se miden mediante el logro de las metas específicas y genéricas asociadas con cada conjunto predefinido de áreas de procesos. Los cinco niveles, cada uno de ellos una base para la mejora de proceso en curso, se denominan por los números del 1 al 5 (1-Inicial, 2-Gestionado, 3-Definido, 4-Gestionado cuantitativamente y 5-En optimización). Para cada uno de estos niveles CMMI-DEV define un conjunto de áreas de proceso (Tirado, 2021; Bayona-Oré, 2020; CMMI, 2010).

Dentro del nivel 3 se definen 11 áreas de proceso, que se agrupan en las categorías Soporte, Gestión de proyecto, Gestión de proceso e Ingeniería. Dentro de la categoría de Ingeniería se ubica el área de proceso Desarrollo de requisito (RD) que tiene como propósito fundamental educir, analizar y establecer los requisitos de cliente, de producto y de componente de producto. Esta área de proceso describe tres tipos de requisitos: de cliente, de producto y de componente de producto. El desarrollo de los requisitos incluye las siguientes, metas y prácticas específicas:

**Tabla 2 - Metas y prácticas específicas del área de proceso Desarrollo de requisitos.**

Metas específicas y Prácticas específicas
SG 1 Desarrollar los requisitos de cliente

SP1.1 Educir las necesidades.	SP1.2 Trasformar las necesidades de las partes interesadas en requisitos de cliente
<b>SG 2</b> Desarrollar los requisitos del producto.	
SP2.1 Establecer los requisitos de producto y de componente de producto.	SP2.2 Asignar los requisitos de componente de producto. SP2.3 Identificar los requisitos de interfaz.
<b>SG 3</b> Analizar y validar los requisitos.	
3.1 Establecer los conceptos y los escenarios de operación. 3.2 Establecer una definición de la funcionalidad y de los atributos de calidad requeridos.	3.3 Analizar los requisitos. 3.4 Analizar los requisitos para conseguir un equilibrio. 3.5 Validar los requisitos

El modelo propone además subprácticas por cada práctica específica, ejemplos de productos de trabajos que son resultados de estas actividades, técnicas para identificar los requisitos y fuentes para obtenerlos. Sin embargo, aunque en algunas explicaciones asociadas a las prácticas hace mención de roles, de manera específica no se definen los roles y responsabilidades que deben tenerse en cuenta para la obtención de las necesidades del cliente y su posterior transformación en requisitos del cliente y el producto. CMMI-DEV describe buenas prácticas para cumplir con sus áreas de proceso en forma de componentes requeridos, esperados e informativos, pero no describe explícitamente cómo deben realizarse las actividades. Esto resulta en algunas ocasiones un obstáculo para las empresas que desean adoptar este modelo.

El presente artículo tiene como objetivo describir cómo se realizan estas actividades, que responden al cumplimiento de las SGs 1 Desarrollar los requisitos del cliente y 2 Desarrollar los requisitos de producto, en el proceso productivo de la Universidad de las Ciencias Informáticas (UCI), entidad que tiene certificado su actividad productiva con el nivel de madurez 2 de CMMI-DEV y fue sometida al SCAMPI con vista a la certificación del nivel 3.

## **Métodos o Metodología Computacional**

Para la realización de la presente investigación, se emplearon métodos científicos teóricos y empíricos. Dentro de los primeros el Analítico – sintético para realizar un análisis de los fundamentos teóricos existentes referentes al desarrollo de requisitos en el desarrollo de software y resumir los principales elementos que justifican la propuesta de solución. El Sistémico para organizar y estudiar toda la información encontrada sobre el proceso desarrollo de requisitos en los modelos y estándares existentes, a fin de encontrar procederes de cómo realizar el proceso. La Modelación: para representar gráficamente la estructura y las relaciones existentes entre los diferentes elementos que

conforman los procesos objetos de esta investigación. Dentro de los empíricos la Observación participante para conocer la realidad que se estudia mediante la percepción directa.

## Resultados y discusión

El proceso de Ingeniería de Requisitos de la actividad productiva de la UCI tiene como base las buenas prácticas que define el modelo CMMI-DEV en su versión 1.3. Para su ejecución fueron definidos subprocesos que dan cumplimiento a cada una de las SGs que son requeridas en el modelo para las áreas de proceso Administración de Requisitos (nivel 2) y Desarrollo de Requisitos (nivel 3). Para dar cumplimiento a las SGs objetos de este artículo se diseñaron los subprocesos Gestión de requisitos del cliente y Gestión de requisitos del producto. Para definir los subprocesos se estudiaron además de CMMI, los modelos MoProSoft (Darias Gonzalez, 2020; Oktaba et al., 2005), CompetiSoft (López et al., 2012; Piattini et al., 2008; CYTED, [sin fecha]), MPS.Br (SOFTEX, 2012) y MCDAI (NC, 2021), obteniéndose de estos buenas prácticas para realizar las actividades del proceso. Para complementar el resto de los componentes que no son establecidos por CMMI, se utilizaron los elementos definidos en AUP en su variante para la UCII, metodología institucionalizada en la universidad para la certificación del nivel 2.

Como resultado se obtuvieron la definición de los subprocesos, los roles, productos de trabajo y herramientas asociadas para ejecutar el proceso de Requisitos en la actividad productiva de la UCI. A continuación se listan los roles que intervienen en la ejecución de los subprocesos.

**Tabla 3 - Roles y responsabilidades para la ejecución de las actividades.**

Rol	Responsabilidades	
Analista	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar las fuentes de obtención de requisitos.</li> <li>✓ Determinar las técnicas de recopilación de información.</li> <li>✓ Determinar los proveedores válidos de requisito.</li> <li>✓ Capturar las necesidades de los clientes.</li> <li>✓ Transformar las necesidades del cliente en requisitos del cliente y del producto.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Diseñar los casos de pruebas.</li> <li>✓ Crear y actualizar las Matrices de Trazabilidad.</li> <li>✓ Elaborar el Manual de usuario.</li> <li>✓ Elaborar el Glosario de Términos.</li> <li>✓ Participar en las pruebas de aceptación con el cliente.</li> <li>✓ Obtener, documentar, validar y gestionar los requisitos.</li> </ul>
Arquitecto de información	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar la visión, misión y objetivos del producto, equilibrando las necesidades de la organización patrocinadora y la de su público.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar la organización y representación de los contenidos a través de: definición de la taxonomía, diseño del sistema de navegación y diseño del sistema de etiquetado para el sistema de</li> </ul>

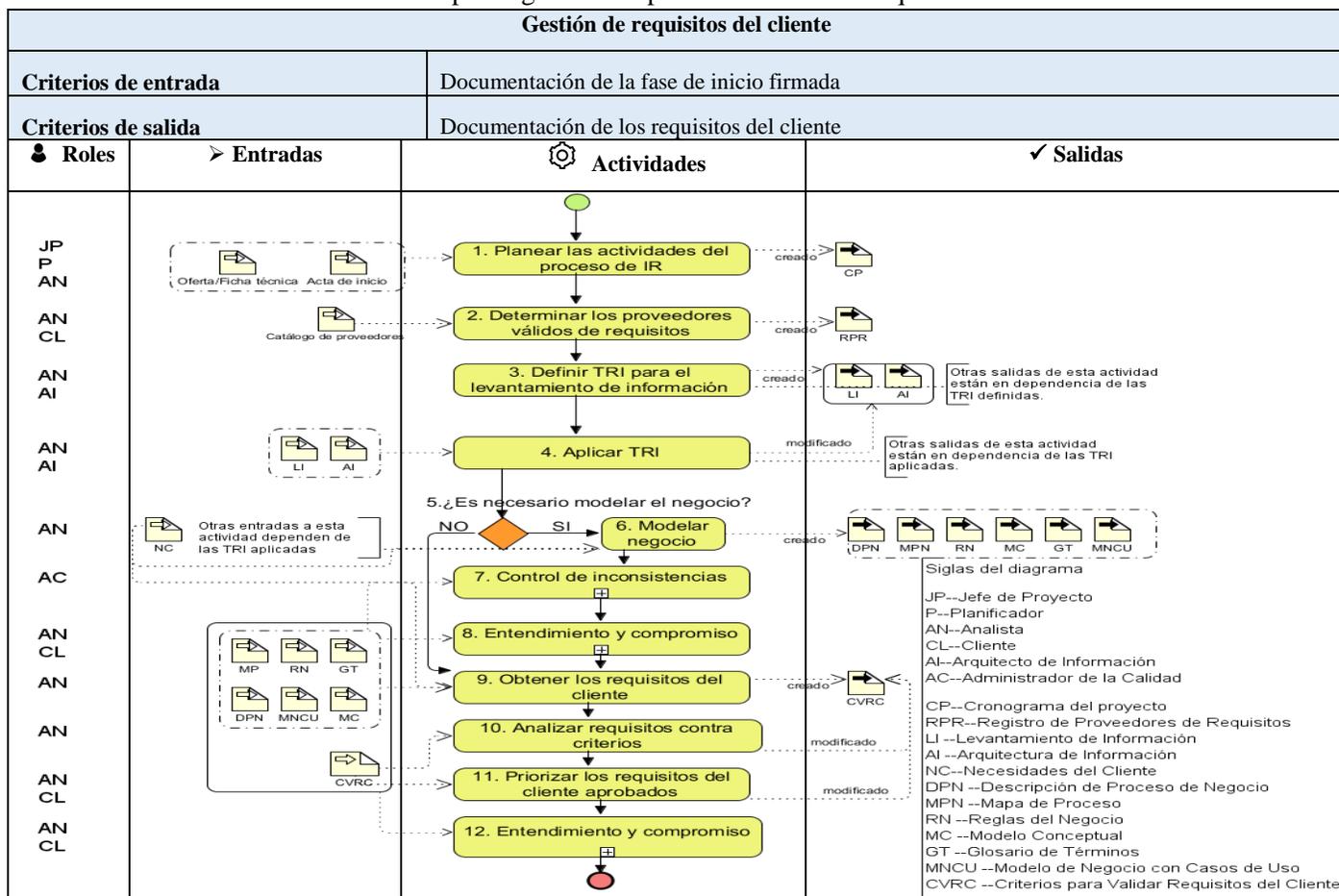
	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar auditoría de información identificando las entidades de recursos de información conociéndose como: servicios, fuentes, sistema, contenidos.</li> </ul>	navegación. <ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar el estudio de homólogos para conocer el estado del arte del producto que se quiere desarrollar.</li> </ul>
Arquitecto de software	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Definir todos los elementos bases de la arquitectura.</li> <li>✓ Identificar todos los posibles escenarios de despliegue de la aplicación.</li> <li>✓ Identificar componentes horizontales de la aplicación.</li> <li>✓ Determinar de conjunto con los diseñadores las interfaces de integración tanto internas como externas.</li> <li>✓ Elaborar el documento de arquitectura de software.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Definir las herramientas y otros componentes que permitan acelerar y mejorar el trabajo del proyecto.</li> <li>✓ Definir de conjunto con el jefe de proyecto el flujo de desarrollo basado en las herramientas identificadas.</li> <li>✓ Velar por el cumplimiento de los requisitos de hardware.</li> <li>✓ Responsable de la integración de los componentes del sistema.</li> </ul>
Administrador de la calidad	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Validar la calidad de los productos generados.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Registrar las revisiones de inconsistencia.</li> </ul>
Administrador de la configuración	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Identificar los elementos del proceso que forman parte de las líneas Base.</li> <li>✓ Analizar el impacto de una solicitud de cambio.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Gestionar las solicitudes de cambio en los requisitos.</li> <li>✓ Informar a los interesados acerca del estado de la Solicitud de cambio de mejora.</li> </ul>
Cliente	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proveer el catálogo de proveedores de requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar pruebas de aceptación.</li> </ul>
Desarrollador	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Implementar la solución</li> </ul>	
Experto (RTF y RCU)	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar la Revisión Técnica Formal (RTF) de requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Realizar la revisión de adherencia a proceso y producto (PPQA) al proceso de requisitos.</li> </ul>
Jefe de proyecto	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Participar en la fase de estudio preliminar.</li> <li>✓ Elaborar el Plan de desarrollo de software.</li> <li>✓ Elaborar el apta de aceptación del rol.</li> <li>✓ Aprobar la tecnología a usar en el desarrollo.</li> <li>✓ Administrar recursos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Monitorear la adherencia a procesos.</li> <li>✓ Participar en las revisiones de los entregables con el cliente.</li> <li>✓ Participar en las revisiones con la alta gerencia.</li> <li>✓ Participar en las pruebas de aceptación.</li> </ul>
Planificador	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Planificar las tareas del proceso.</li> </ul>	
Proveedor de requisitos	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Proveer necesidades a los miembros del proyecto.</li> <li>✓ Proveer la documentación necesaria identificada como fuente de obtención de requisitos.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>✓ Validar y aceptar la especificación de requisitos de software (canal de comunicación).</li> <li>✓ Participa en la definición de las prioridades, costo, tiempo y</li> </ul>

	✓ Participar en los encuentros coordinados por los miembros del proyecto.	alcance de los requisitos de software.  ✓ Realizar las pruebas de aceptación de la solución.
--	---	--

### Proceso Gestión de requisitos del cliente.

El proceso Gestión de requisitos del cliente tiene como objetivo transformar las necesidades del cliente en requisitos del cliente. A continuación se describe gráfica y textualmente como se ejecuta el proceso.

**Tabla 4 - Descripción gráfica del proceso Gestión de requisitos del cliente.**



**Tabla 5 - Descripción textual del proceso Gestión de requisitos del cliente.**

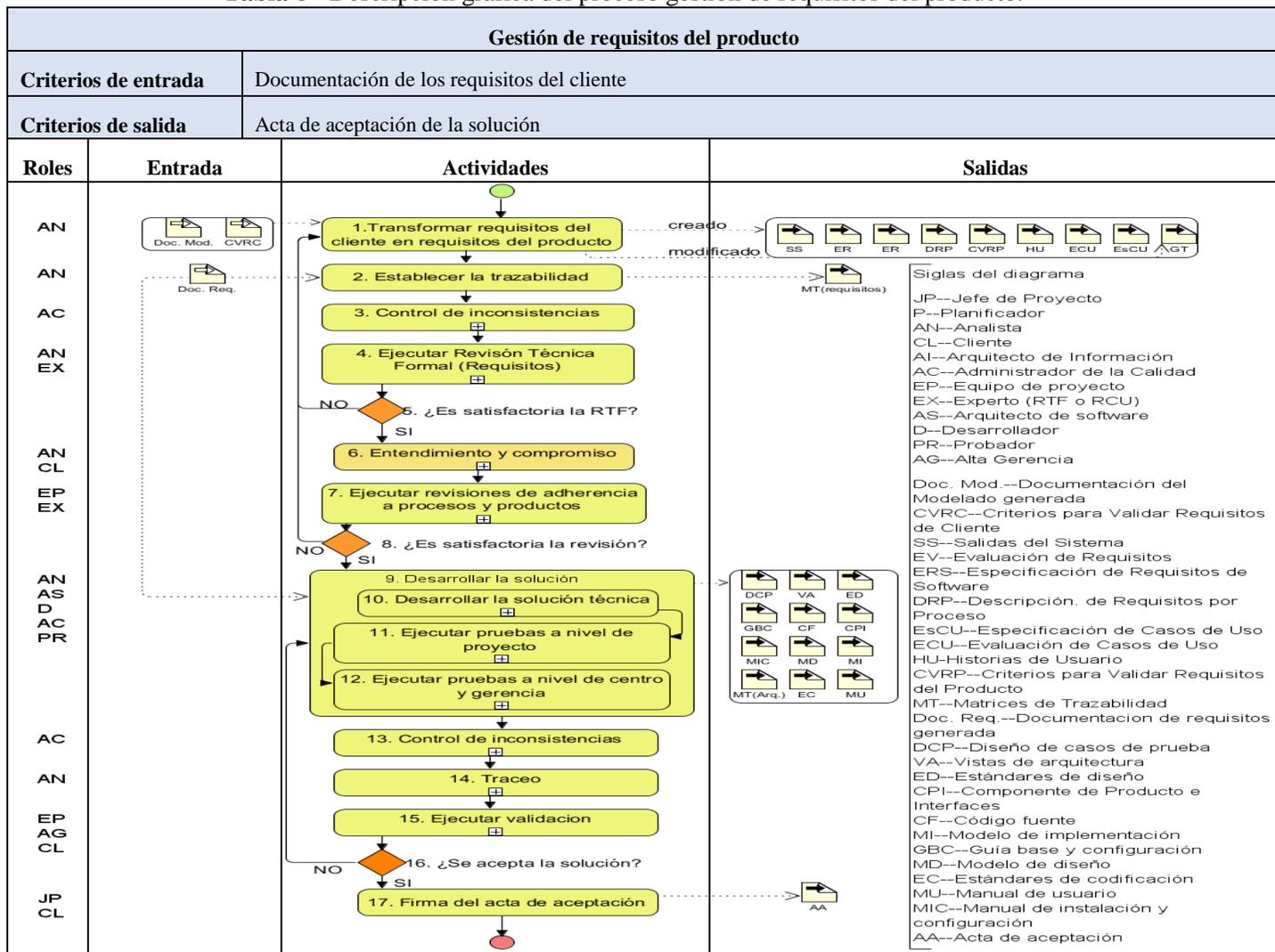
Gestión de requisitos del cliente	
<b>Criterios de Entrada</b>	Documentación de la fase de inicio firmada
<b>Criterios de Salida</b>	Documentación de los requisitos del cliente

No.	Descripción	Salidas
1	1.1 Actualizar las actividades concernientes a la Ingeniería de Requisitos en el Cronograma de proyecto. (JP, P, AN)	CP
2	2.1 El cliente puede proveer un catálogo de proveedores, o al menos identificar los posibles proveedores de requisitos. (Tener en cuenta que entre los proveedores se encuentre personal que pertenezca a departamentos o grupos importantes en la definición de requisitos, tales como: clientes, usuarios finales, grupos de sistemas, conocedores de las normativas o políticas de la entidad o del proceso a informatizar) También se tienen entre los proveedores miembros del equipo de proyecto en caso de que algunos requisitos salgan propuestos por estos miembros (CL). 2.2 Se evalúan los proveedores candidatos, aplicando para ello los criterios de evaluación definido en la plantilla (AN). 2.3 Se seleccionan los aprobados y se confecciona el listado de proveedores válidos en la pestaña correspondiente (en caso de que surja un proveedor que no conste entre los aprobados, se le debe realizar la evaluación y si queda aprobado entonces se le contemplará como un proveedor válido) (AN). 2.4 Se selecciona el proveedor responsable (canal de comunicación) y se identifica en la lista de proveedores válidos (se coloca en la primera fila y se colorea la fila de amarillo) (AN).	RPR
3	3.1 Tomando en consideración las características y particularidades del cliente y las técnicas definidas institucionalmente, se deben seleccionar la o las técnicas de recopilación de información más idóneas para identificar la necesidad de los clientes (AN). 3.2 Conformar la documentación necesaria para encuestar a las partes interesadas (clientes, usuarios finales, proveedores, desarrolladores, personal de pruebas, fabricantes, personal de soporte logístico) (ej. encuestas, cuestionarios, lista de chequeo) (AN, AI).	LI AI (opcional) Otros artefactos (según TRI definidas o aplicadas)
4	4.1 Aplicar las TRI definidas. En el caso de las TRI que usan como fuente de obtención de requisitos a los involucrados relevantes, hacer mayor énfasis en los proveedores que resultaron aceptados (AN, AS, AI).	
5	5.1 Si el proyecto necesita modelar negocio ir a la Actividad 6. 5.2 En caso que el proyecto no requiera modelar negocio ir a la Actividad 8	
6	6.1 Modelar el negocio (AN) 6.1.1 Para los proyectos que utilizarán el escenario 1 o 2 de AUPvUCI, deben obtener MNCU (solo en el 1), MC, RN y GT. 6.1.2 Para los proyectos que trabajan con Procesos deben obtener MC, MPAI (opcional), DPN, GT.	MPN, MC, MNCU, RN, GT, RPN, AI
7	7.1 Ejecutar el subproceso Control de inconsistencias (AC)	
8	8.1 Ejecutar el subproceso Entendimiento y compromiso. (AN, CL)	
9	9.1 Identificar los requisitos del cliente resultantes de las necesidades del cliente y la modelación (AN) 9.2 Identificar las restricciones para la verificación y la validación (AN)	CVRC
10	10.1 Validar requisitos del cliente identificados contra criterios para seleccionar los requisitos del cliente aprobados. (AN)	
11	11.1 Establecer la prioridad para los requisitos de los clientes aprobados. (AN)	
12	12.1 Ejecutar el subproceso Entendimiento y compromiso del área de proceso (AN, CL)	

## Proceso Gestión de requisitos del producto

El proceso Gestión de requisitos del producto tiene como objetivo transformar los requisitos del cliente en requisitos del producto y de componente de producto. A continuación se describe gráfica y textualmente como se ejecuta el proceso.

**Tabla 6 - Descripción gráfica del proceso gestión de requisitos del producto.**



**Tabla 7 - Descripción textual del proceso Gestión de requisitos del producto.**

Gestión de requisitos del producto		
<b>Criterios de Entrada</b>	Documentación de los requisitos del cliente	
<b>Criterios de Salida</b>	Acta de aceptación de la solución firmada	
<b>No.</b>	<b>Descripción</b>	<b>Salidas</b>

1	1.1 Partiendo de los requisitos priorizados del cliente, evaluarlos contra los criterios para validar requisitos del producto (AN). 1.2 Evaluar la complejidad y la prioridad de los requisitos aprobados contra los criterios de la plantilla de ER (AN). 1.3 Elaborar la ERS (AN). 1.4 Elaborar prototipos de interfaz de usuario (AN) 1.4 Encapsular los requisitos según el escenario del proyecto (AN). 1.4.1 Los proyectos que trabajan con CU, determinan la complejidad y la prioridad de los CU aplicando los criterios de la ECU (AN). 1.4.1.1 Elaborar la EsCU CU (AN). 1.4.1.2 Elaborar las SS (AN) 1.4.2 Para los proyectos que trabajan con Procesos, elaborar la DRP (AN). 1.4.2.1 Elaborar las SS (AN) 1.4.3 Para los proyectos que trabajan por HU, elaborar las HU (AN). 1.5 Actualizar el GT (AN).	SS EV ERS DRP EsCU ECU HU CVRP GT
2	2.1 Elaborar matrices de trazabilidad. Para más información consultar la guía de trazabilidad. (AN).	MT
3	Ejecutar subproceso Control de inconsistencias. (AC)	
4	Ejecutar Revisión Técnica Formal (Requisitos). (EX RTF)	
5	Si es satisfactoria la RTF ir a la Actividad 6 Si no es satisfactoria la RTF volver a la Actividad 1.	
6	Ejecutar el subproceso Entendimiento y compromiso (AN, CL)	
7	Ejecutar revisiones de adherencia a procesos y productos (EX RCU)	
8	Si es satisfactoria la revisión ir a la Actividad 9 8.2 Si no es satisfactoria la revisión regresar a la Actividad 1	
9	9.1 Elaborar los Diseños de Casos de Prueba (AN). 9.2 Definir los atributos de calidad y RNF (AN, AS). 9.2 Documentar el diseño (AN, AS). 9.3 Desarrollar documentación del producto o componente (AN, D). 9.4 Realizar trazabilidad. (AN, D, AS).	MT, DCP, VA, ED, CPI, MD, EC
10	10.1 Ejecutar proceso Desarrollar la solución técnica. (AN, AS, D)	MT, VA, ED, CPI, CF, MI, GBC, MD, EC, MU, MIC
11	11.1 Ejecutar pruebas a nivel de proyecto. (EP, AC, PR)	ERSW, DRP, EsCU, HU, DCP, MT, VA, ED, CPI, CF, MI, GBC, MD, EC, MU, MIC
12	12.1 Ejecutar pruebas a nivel de centro y alta gerencia. (EP, AC, PR)	
13	13.1 Ejecutar subproceso Control de inconsistencias. (AC)	
14	14.1 Ejecutar subproceso Traceo. (AN)	
15	15.1 Ejecutar actividad Validación del subproceso Ejecutar actividades de calidad del proceso PPQA-VER-VAL (EP, AG, CL).	

16	16.1 Si la solución es aceptada ir a la Actividad 17. 16.2 Si la solución no es aceptada regresar a la Actividad 9.	
17	17.1 Firma del acta de aceptación. (JP, CL)	AA

## Conclusiones

La implantación y ejecución de modelos, normas o estándares para guiar un proceso de desarrollo de software es una actividad compleja. Esto sumado al hecho de que, en algunos casos estas definen el que hacer, pero no como hacerlo, representan las causas que dieron motivo a esta investigación. Una vez finalizada, se arriba a las siguientes conclusiones.

1. El análisis realizado sobre las buenas prácticas para desarrollar los requisitos del cliente y del producto propuestas por CMMI-DEV en su Nivel 3, permitió identificar los elementos necesarios para desarrollar los requisitos, desde su obtención como necesidades hasta su implementación en la actividad productiva de la UCI.
2. El análisis de otros modelos permitió definir elementos que completan los componentes requeridos, esperados e informativos que estipula CMMI-DEV v1.3.
3. La investigación desarrollada sentó las bases que permitieron aplicar las buenas prácticas que define CMMI para cumplir con las SGs 1 y 2 del área de procesos Desarrollo de requisitos en los proyectos productivos de la UCI.

## Referencias

- ANACONA, A.F.P., PINO, F.J., BUITRON, S.L., RODRIGUEZ, M. y PIATTINI, M., 2020. Esquema de certificación por conformidad de requisitos del estándar ISO/IEC 29110 para la calidad de las empresas software. *2020 15th Iberian Conference on Information Systems and Technologies (CISTI)* [en línea]. Sevilla, Spain: IEEE, pp. 1-6. [Consulta: 24 noviembre 2020]. ISBN 978-989-54-6590-3. DOI 10.23919/CISTI49556.2020.9141029. Disponible en: <https://ieeexplore.ieee.org/document/9141029/>.
- BAYONA-ORÉ, S., 2020. CMMI and IDEAL in software process improvement.

- CASTAÑEDA, O.G., PÉREZ, N.L., MÉNDEZ, G.A. y ÁLVAREZ, R.M., 2022. *Rediseño del portal web “Fidel, Soldado de las Ideas”* [en línea]. Pregrado. La Habana: UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS. FACULTAD 1. Disponible en: [https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/10425/1/TD\\_9851.pdf](https://repositorio.uci.cu/jspui/bitstream/123456789/10425/1/TD_9851.pdf).
- CMMI, E. del P., 2010. *CMMI for Development v1.3* [en línea]. Carnegie Mellon University: Lulu.com. 2010-TRESC-TR 2010-033. ISBN 978-1-4467-5714-7. Disponible en: <https://cmminstitute.com/getattachment/4439387f-28aa-4f3a-8f2b-a0cc5b449e47/attachment.aspx>.
- CYTED, P.I. de C. y T. para el D., [sin fecha]. COMPETISOFT. *Competisoft, Mejora de Procesos para pequeñas empresas*. [en línea]. [Consulta: 23 febrero 2023]. Disponible en: <https://alarcos.esi.uclm.es/Competisoft/Framework/>.
- DARIAS GONZALEZ, H., 2020. *HERRAMIENTA PARA LA GESTIÓN DE LA BASE DE CONOCIMIENTO DE LA IMPLEMENTACIÓN DE LA NORMA NMX-I-059/02-NYCE-2016 MOPROSOFT NIVEL II* [en línea]. Maestría. Villahermosa, Tab. México: Tecnológico Nacional de México. [Consulta: 4 noviembre 2022]. Disponible en: <https://rinacional.tecnm.mx/jspui/handle/TecNM/1274>.
- DE LA VILLA, M., RUIZ, M. y RAMOS, I., 2004. *Modelos de evaluación y mejora de procesos: Análisis comparativo* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 23 abril 2019]. Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/228925424\\_Modelos\\_de\\_evaluacion\\_y\\_mejora\\_de\\_procesos\\_Analisis\\_comparativo](https://www.researchgate.net/publication/228925424_Modelos_de_evaluacion_y_mejora_de_procesos_Analisis_comparativo).
- GARZÁS, J., PINO, F.J., PIATTINI, M. y FERNÁNDEZ, C.M., 2013. A maturity model for the Spanish software industry based on ISO standards. *Computer Standards & Interfaces*, vol. 35, no. 6, pp. 616-628. ISSN 09205489. DOI 10.1016/j.csi.2013.04.002.
- GUEVARA LORA, A.V. y GUERRERO VERA, G.M., 2019. *Integración del modelo CMMI-DEV y el marco de trabajo SCRUM, en el proceso de desarrollo de software* [en línea]. bachelorThesis. Iberia, Ecuador: UNIVERSIDAD TÉCNICA DEL NORTE. [Consulta: 13 enero 2023]. Disponible en: <http://repositorio.utn.edu.ec/handle/123456789/9972>.
- HERNÁNDEZ PÉREZ, D., CASTILLO, Y.F., GARAY, S.G. y FAJARDO, I.V., 2021. *Estrategia de pruebas funcionales para el desarrollo de portales web con DRUPAL en CIDI* [en línea]. bachelorThesis. S.l.: UNIVERSIDAD DE LAS CIENCIAS INFORMÁTICAS. FACULTAD 1. [Consulta: 18 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/123456789/10362>.
- HUMPHREY, W.S., 1989. *Managing the Software Process*. S.l.: s.n.

- LONDOÑO, L.F., ANAYA, R. y TABARES, M.S., 2008. ANÁLISIS DE LA INGENIERÍA DE REQUISITOS ORIENTADA POR ASPECTOS SEGÚN LA INDUSTRIA DEL SOFTWARE. *Revista EIA*, pp. 10. ISSN 2463-0950.
- LÓPEZ, O., ESQUIVEL-VEGA, G., VALERIO, A.L., VÍQUEZ-ACUÑA, L., VÍQUEZ-ACUÑA, O. y UMAÑA, D., 2012. Mejora de procesos para fomentar la competitividad de la pequeña y mediana industria del software de Iberoamérica. En: Accepted: 2015-03-02T17:49:48Z [en línea], [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible en: <https://repositoriotec.tec.ac.cr/handle/2238/3358>.
- MANUFACTURING, L., 2020. *TQM (Total Quality Management): Gestión de la calidad total* [en línea]. S.l.: s.n. [Consulta: 3 octubre 2020]. Disponible en: <https://leanmanufacturing10.com/calidad-total-tqm>.
- MENCIA, C., 2015. Mejora continua en desarrollo de software. *JustDigital | Awesome Digital Products* [en línea]. [Consulta: 20 abril 2019]. Disponible en: <https://justdigital.agency/mejora-continua-en-desarrollo-de-software/>.
- NC, O.N. de N., 2021. *NC 1400-2:2021 Modelo de la Calidad para el Desarrollo de Aplicaciones Informáticas (MCDAI) – Parte 2- Requisitos*. octubre 2021. S.l.: s.n.
- OKTABA, H., ALQUICIRA, C., ANGÉLICA, E., RAMOS, S., MARTÍNEZ, A., QUINTANILLA, G., MARA, O., LÓPEZ, R., LOPEZ, F., MARÍA, Lira, RIVERA, E., MARÍA, López, OROZCO, J., YOLANDA, M., ORDÓÑEZ, F., ÁNGEL, M., VERSIÓN, F. y ÍNDICE, A., 2005. *Modelo de Procesos para la Industria de Software: MoProSoft*. S.l.: s.n.
- OLORTEGUI, A.A.J.A. y LLONTOP, A.S.C., 2020. *Análisis de los factores determinantes en las exportaciones peruanas de servicios de software hacia Latinoamérica en el periodo 2011-2018* [en línea]. Licenciatura en Negocios Internacionales. Lima: UNIVERSIDAD PERUANA DE CIENCIAS APLICADAS. [Consulta: 8 noviembre 2020]. Disponible en: <https://repositorioacademico.upc.edu.pe/handle/10757/651620>.
- PAZMIÑO, G. y XAVIER, R., 2019. Mapeo entre los grupos de áreas de proceso para “Ingeniería y Aseguramiento del éxito del Producto” del modelo CMMI-DEV v.1.3 con la norma ISO 90003:2014. [en línea], [Consulta: 15 abril 2021]. Disponible en: <http://bibdigital.epn.edu.ec/handle/15000/20445>.
- PIATTINI, M., OKTABA, H., PINO, F., OROZCO, M. y ALQUIRICIA, claudia, 2008. *COMPETISOFT: Mejora de Procesos Software para Pequeñas y Medianas Empresas y Proyectos*. S.l.: s.n. ISBN 978-84-7897-901-1.
- PRESSMAN, R.S. y MAXIM, B., 2019. *Software Engineering: A Practitioner’s Approach 9th Edition*. S.l.: s.n. ISBN 978-1-259-87297-6.

- RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, M. y RODRÍGUEZ, I.E., 2022. *Portal web para la empresa FARMACUBA* [en línea]. bachelorThesis. La Habana: Universidad de las Ciencias Informáticas. Facultad 1. [Consulta: 23 febrero 2023]. Disponible en: <https://repositorio.uci.cu/jspui/handle/123456789/10424>.
- SOFTEX, S., 2012. *MPS.BR - Mejora de Proceso del Software Brasileño. Guía General MPS de Software* [en línea]. diciembre 2012. S.l.: s.n. [Consulta: 14 noviembre 2022]. Disponible en: <https://docplayer.es/8003327-Mps-br-mejora-de-proceso-del-software-brasileno-guia-general-mps-de-software.html>.
- SUAREZ, D.R. y LEON, G.C., 2019. Las PyME de desarrollo de software. Modelos de mejora de sus procesos en Latinoamérica. *Revista ESPACIOS* [en línea], vol. 40, no. 28. [Consulta: 5 noviembre 2022]. Disponible en: <https://www.revistaespacios.com/a19v40n28/19402809.html>.
- TIGRE, P.B. y MARQUES, F.S., 2009. *Desafíos y oportunidades de la industria del software en América Latina*. S.l.: Cepal. ISBN 958-8307-56-2.
- TIRADO, B.N.C., 2021. *REGISTRO MÉTODO DE EVALUACIÓN Y EVOLUCIÓNEN EL USO DE MÉTODOS DEDESARROLLO DE SOFTWARE ÁGIL* [en línea]. Maestría. Zacatecas, México: s.n. Disponible en: <http://cimat.repositorioinstitucional.mx/jspui/handle/1008/1154>.

### Conflicto de interés

Los autores de este trabajo autorizamos el uso y distribución de este artículo con fines investigativos, siempre que sea debidamente citado y referenciado.

### Contribuciones de los autores

1. Supervisión: Alionuska Vázquez Cintra
2. Validación: Yaimi Trujillo Casañola
3. Redacción – borrador original: Yordanka Fuentes Castillo
4. Redacción – revisión y edición: Yordanka Fuentes Castillo

---

<sup>i</sup> La gestión de la calidad total (TQM), es una estrategia de gestión desarrollada en las décadas de 1950 y 1960 por las industrias japonesas, a partir de las prácticas promovidas por el experto en materia de control de calidad W. Edwards Deming, impulsor en Japón de los círculos de calidad (Manufacturing 2020).

<sup>ii</sup> La UCI ha definido una variación de la metodología AUP en unión con el modelo CMMI-DEV v 1.3, para que pueda emplearse en los proyectos productivos de la universidad. Define 3 fases, 7 disciplinas, 11 roles y 4 escenarios para el trabajo con los requisitos (Rodríguez González y Rodríguez, 2022; Castañeda et al., 2022; Hernández Pérez et al., 2021).