

# Impacto de la Certificación ISO 9001/2008 en las prácticas de Ingeniería de Requerimientos

Alumna: Lic. Mariana Cecilia Arruzazabala

Director: Mg. Pablo Thomas

Co-Director: Mg. Gladys Dapozo

Trabajo Final presentado para obtener el grado de  
Especialista en Ingeniería de Software

Facultad de Informática -  
Universidad Nacional de La Plata

Abril 2.013

*A Juan, Julieta y al nuevo integrante de la familia...  
mis tres grandes amores...*

## **Agradecimientos**

A mis profesores orientadores: Director Pablo Thomas y Co-Directora Gladys Dapozo, por acompañar, asesorar y estimular el espíritu de la investigación.

A los investigadores Tony Gorschek y Mikael Svahnberg por haber confiado y colaborado de manera desinteresada.

Al Polo IT Corrientes por su colaboración en el trabajo de campo.

A las empresas del Polo IT Corrientes que brindaron su valioso tiempo para las entrevistas.

## Índice de Contenidos

Capítulo 1: Introducción.....	1
Objetivo.....	1
Etapas del trabajo.....	1
Contexto de la investigación .....	2
Promoción de la Industria del Software en Argentina.....	2
Polo IT Corrientes.....	3
Certificación ISO 9001:2008.....	3
Trabajos publicados.....	4
Organización del documento.....	5
Capítulo 2: Ingeniería de Requerimientos.....	6
Requerimientos.....	6
Ingeniería de Requerimientos.....	6
Clasificación de la Ingeniería de Requerimientos: a medida y orientada al mercado.....	7
Áreas de la Ingeniería de Requerimientos.....	9
Elicitación de Requerimientos.....	9
Análisis y Negociación de Requerimientos.....	9
Gestión de Requerimientos.....	10
Validación de Requerimientos.....	10
Planificación del Lanzamiento.....	10
Áreas de la Ingeniería de Requerimientos según Loucopoulos.....	11
Importancia de la Ingeniería de Requerimientos.....	12
Ventajas de las buenas prácticas de la Ingeniería de Requerimientos.....	12
Ingeniería de Requerimientos en pymes de software.....	12
Capítulo 3: Calidad de Software.....	14
Calidad de Software.....	14
Calidad de Producto y Calidad de Proceso.....	14
Modelos y estándares de calidad.....	15
Capítulo 4: ISO 9001:2008 e ISO 90003:2004.....	17
ISO 9001:2008.....	17
Enfoque de procesos.....	17
Requisitos.....	18
Organización de la Norma.....	19
ISO 90003:2004.....	20
Organización del documento.....	21
Capítulo 5: Modelos de buenas prácticas del proceso de Ingeniería de Requerimientos.....	22
Requirements Engineering Good Practice Guide (REGPG).....	22
Requirements Capability Maturity Model (R-CMM y R-CMMi).....	24
Requirements Engineering Process Maturity Model (REPM).....	25
Market-driven Requirements Engineering Process Model (MDREPM).....	26
Unified Requirements Engineering Process Maturity Model (Uni-REPM).....	26
Análisis comparativo de los modelos.....	28
Selección del modelo de evaluación.....	30
Modelo Uni-REPM.....	30
Análisis de Requerimientos (AR).....	30
Apoyo de la Organización (AO).....	31

Documentación y Especificación de Requerimientos (DR).....	32
Elicitación de Requerimientos (ER).....	32
Proceso de Gestión de Requerimientos (GR).....	33
Planificación del Lanzamiento (PL).....	35
Validación de Requerimientos (VR).....	35
Capítulo 6: Metodología.....	36
Capítulo 7: Resultados de la caracterización de empresas y proyectos.....	38
Caracterización de las empresas.....	38
Ubicación y antigüedad.....	38
Tipo de servicio.....	38
Rubro de los productos.....	38
Recursos humanos.....	39
Caracterización de los proyectos.....	40
Capítulo 8: Evaluación del nivel de madurez del proceso de Ingeniería de Requerimientos.....	43
Indicadores obtenidos.....	43
Resultados y discusión.....	43
Nivel de madurez del proceso IR por proyecto.....	43
Representación gráfica.....	46
Nivel de madurez del proceso de Ingeniería de Requerimientos por área.....	48
Nivel de madurez del proceso de Ingeniería de Requerimientos por subárea.....	49
Cumplimiento de las Acciones por empresa.....	52
Cumplimiento de las Acciones para el conjunto de empresas.....	53
Acciones mejoradas o inaplicables.....	58
Acciones mejoradas por área.....	59
Capítulo 9: Acciones mejoradas y su vinculación con los requisitos de la norma ISO 9001:2008	62
.....	62
Capítulo 10: Conclusiones y Trabajos Futuros.....	66
Conclusiones.....	66
Trabajos Futuros.....	67
Bibliografía.....	68
Anexo I.....	72
A. Formulario para caracterizar empresas y proyectos.....	72
B. Lista de verificación Uni-REPM.....	76
C. Documentos adicionales.....	90

## **Capítulo 1: Introducción**

En el año 2009 las empresas del Polo IT Corrientes iniciaron un camino hacia la certificación de la norma ISO 9001:2008 con el objetivo de cumplir con criterios de calidad en la producción de software.

Quien realiza este trabajo es parte de una de las empresas beneficiadas con esta iniciativa. Este tema surge precisamente buscando una respuesta justificada a la pregunta: ¿la certificación de la norma ISO 9001:2008 mejora el proceso de desarrollo de software?.

Otro aspecto importante en la elección del tema es la particular afinidad por la disciplina Ingeniería de Requerimientos por parte de quien desarrolla este trabajo, y el deseo de profundizarla. Además, dentro de su empresa tiene responsabilidades asociadas a la disciplina y busca una mejora real en su área. Por lo que la pregunta inicial se afinó más aún: ¿la norma ISO 9001:2008 realmente mejora las prácticas de la Ingeniería de Requerimientos?.

Así es como nace este tema de investigación, que luego en el camino se va completando con más dudas, búsquedas, respuestas y decisiones.

En este documento se intenta plasmar de manera organizada el sendero recorrido para alcanzar las respuestas y el conocimiento deseado.

### ***Objetivo***

Analizar el impacto de la certificación ISO 9001:2008 en las prácticas de Ingeniería de Requerimientos, particularmente en empresas del Polo IT Corrientes.

### ***Etapas del trabajo***

Para alcanzar el objetivo propuesto se realizaron los siguientes pasos:

- Estudio en profundidad de los conceptos de Ingeniería de Requerimientos (IR), calidad de software y norma ISO 9001:2008.
- Relevamiento y selección de un modelo de evaluación de proceso de IR.
- Identificación de empresas nucleadas en el Polo IT Corrientes cuyo alcance de la certificación ISO 9001:2008 incluye procesos relacionados a la IR.
- Relevamiento de las características de las empresas y los proyectos de referencia para la evaluación de madurez.
- Evaluación de la madurez del proceso de IR en los proyectos seleccionados.
- Análisis de los resultados.
- Obtención de conclusiones.

## **Contexto de la investigación**

La situación actual de la industria del software en Argentina es fruto de una planificación estratégica a nivel nacional, y del esfuerzo conjunto entre los gobiernos, las empresas y las universidades.

En esta sección se comentan brevemente las líneas nacionales y provinciales que contribuyeron a la creación del Polo IT Corrientes y a la certificación de las empresas bajo la norma ISO 9001:2008.

## **Promoción de la Industria del Software en Argentina**

En Argentina, a partir del 2004 se pusieron en marcha políticas nacionales y provinciales tendientes a fortalecer el desarrollo de la industria del software y servicios informáticos [1].

En noviembre de 2003, la Subsecretaría de Industria lanza el programa “Foros de Competitividad”, por el cual se seleccionaron nueve sectores productivos con el fin de realizar una convocatoria a los distintos actores involucrados en la mejora de la competitividad de cada uno de ellos. Entre ellos, se encontraba el sector del Software y Servicios Informáticos (SSI). En el mes de diciembre del mismo año se pone en marcha el “Foro de Competitividad de Software y Servicios Informáticos”, cuyo punto de partida son consensos ya alcanzados acerca de cuáles serían algunos de los ejes que habría que considerar en función de aumentar la competitividad de la industria del SSI, de ampliar el mercado interno y las exportaciones [2].

A partir de la visión general compartida de “Convertir a la Argentina en 10 años en un líder destacado, dentro de los países no centrales, en materia de Tecnologías de la Información”, se elaboró el Plan Estratégico de Software y Servicios Informáticos 2004-2014. El Plan Estratégico se complementa con Planes de Acción [2] [3].

Del Plan de Acción 2008-2011 [3] se destacan dos puntos de los ejes de acción que tienen relación directa con este trabajo: (1) Asociatividad y Regionalidad, (2) Normas de Calidad Aplicables.

### **Asociatividad y Regionalidad**

Se orienta a:

- *Impulsar instrumentos que faciliten la instalación de parques, polos y clusters tecnológicos, donde puedan radicarse empresas de manera asociativa, entidades y centros de Investigación y Desarrollo.*

### **Normas de Calidad Aplicables**

Este eje de acción tiene como objetivo:

- *Promover y facilitar la certificación de calidad de procesos y productos de las empresas SSI, a través de la concientización del empresariado argentino y la ayuda financiera para el logro de las mismas, con el objetivo de mejorar cualitativamente la industria SSI argentina, haciéndola más competitiva para el mercado local e internacional.*

- *Creación de normativas de estandarización más accesibles para las empresas SSI PyMEs, desarrollando una norma de calidad local para productos de software, que permita simplificar la certificación y a la vez mejorar los productos y servicios.*

Otro punto importante de destacar del Plan Estratégico de Software y Servicios Informáticos es el marco legal conseguido para fomentar la industria del software. En tal sentido, en el 2004 se promulgó la Ley 25.856 que establece que la actividad de producción de software debe considerarse como una actividad industrial a los efectos de percibir los mismos beneficios impositivos, crediticios y de cualquier otro tipo [4]. Meses más tarde, en el mismo año, se sancionó la Ley 25.922 de promoción de la Industria del Software (LPS) [5] que establece un régimen de promoción sectorial y el fondo fiduciario para el sector (FONSOFT) [1]. La LPS otorga beneficios impositivos a quienes la aplican y tiene como uno de sus requisitos la certificación de calidad [5]. Entre las normas aplicables por esta Ley se encuentran las que certifican procesos CMM, CMMI, ISO 9001, ISO/IEC 90003, IRAM 17601 (CMMI - SEI), ISO/IEC 15504, y la que certifica productos ISO/IEC 9126 [6].

### ***Polo IT Corrientes***

El Polo IT Corrientes nuclea pequeñas y medianas empresas relacionadas a la Industria de Software y Servicios, tuvo sus inicios en marzo del 2007 cuando un grupo de empresas mipymes (micro, pequeñas y medianas empresas) manifiesta su vocación a la integración y su deseo de generar una entidad que las nuclee. El impulso inicial fue dado por el Gobierno de la Provincia de Corrientes en el marco del Plan Estratégico de Software y Servicios Informáticos, mencionado anteriormente. A partir de ahí, las empresas mantuvieron reuniones periódicas en las cuales llegan a concretar la creación de esta entidad sin fines lucro [7].

El objetivo del Polo IT Corrientes es ser un centro de referencia en el desarrollo empresarial y la innovación tecnológica en materia de Software y Servicios Informáticos en la Provincia de Corrientes, a través de la vinculación entre los ámbitos público, privado y científico.

Actualmente se conforma de diez empresas, al momento de su creación eran ocho empresas.

### ***Certificación ISO 9001:2008***

Con la intención de que las empresas del Polo puedan ser beneficiarias de la Ley de Software, el Polo IT Corrientes gestionó un aporte no reintegrable del FODIN que fue destinado a la implementación y certificación de un sistema de gestión de calidad bajo las normas ISO 9001:2008. Debido a que las empresas tenían diversas actividades en el marco de las TIC, no todas realizaban desarrollo de software, no se aplicaron los lineamientos más específicos, establecidos por la ISO 90003.

En julio del 2010 ocho empresas del Polo IT Corrientes, todas las que lo conformaban en ese momento, certificaron la norma ISO 9001:2008. Dicho proceso fue llevado adelante por cada empresa, pero con capacitaciones conjuntas sostenidas por el Polo IT.

En la Tabla 1 se encuentra el alcance de la certificación y el registro en IRAM a mayo de 2012. Tal información se pudo verificar en el sitio de IRAM, sección 'Certificación de Sistemas de Gestión', subsección 'Certificación IRAM-ISO 9001', buscando por el nombre de la empresa en la fecha mencionada [8].



Se puede observar en la Tabla 1 que sólo seis de las ocho empresas certificaron procesos orientados al desarrollo de software lo que implica que incluyen actividades de Ingeniería de Requerimientos, ellas son: CONINFO.NET S.A., DESARROLLOS NEA S.R.L., IPCORP S.R.L., SOLUCIONES PALM S.A., ALIARE S.R.L. y 3TX S.R.L.

Cabe aclarar que la misma consulta a Septiembre de 2012 al sitio de IRAM, mantiene los datos de las siete primeras empresas de la Tabla 1, y no arroja resultados para la empresa 3TX S.R.L. Esto se debe a que dicha empresa decidió dejar de mantener el sistema de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001:2008.

**Tabla 1.** Alcance de la certificación ISO 9001:2008 en empresas del Polo IT Corrientes

<b>Empresa</b>	<b>Alcance</b>	<b>Registro</b>
CONINFO.NET S.A.	Comercialización, análisis, diseño, programación, testing, implementación, mantenimiento y diseño gráfico de aplicaciones, sistemas y sitios Web	3647
COMYTEL S.A.	Comercialización, instalación y mantenimiento de sistemas de telecomunicaciones y redes informáticas.	3646
DESARROLLOS NEA S.R.L.	Comercialización, análisis, diseño, construcción, testing, implementación y postventa de software de gestión a medida y de productos propios.	3641
IPCORP S.R.L.	Comercialización, análisis y diseño, programación, testing, implementación y mantenimiento de soluciones de software propios y a medida bajo herramientas de licencia libre.	3642
E-JAGUARETE S.R.L.	Comercialización, instalación y posventa de servicios de conectividad y de control de acceso. Instalación y mantenimiento de equipamiento informático.	3636
SOLUCIONES PALM S.A.	Comercialización, análisis, programación, testing, implementación y mantenimiento de aplicaciones a medida para dispositivos móviles y software de gestión comercial.	3643
ALIARE S.R.L.	Comercialización, análisis y diseño, programación, testing, entrega e instalación, mantenimiento, soporte y mesa de ayuda de sistemas de información de gestión comercial.	3645
3TX S.R.L.	Comercialización, análisis y diseño, programación, testing, entrega, implementación y mantenimiento de desarrollos de software a medida sobre plataforma web.	3644

### ***Trabajos publicados***

Los resultados parciales del presente trabajo se publicaron en los siguientes eventos científicos:

- **Título: Análisis comparativo de modelos de evaluación de procesos de Ingeniería de Requerimientos [9]**  
**Autores:** Mariana Cecilia Arruzabala, Gladys Dapozo, Pablo Javier Thomas  
**Evento:** II Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA Y Países Limítrofes 2012 “Hacia dónde va la Ciencia y la Tecnología en el MERCOSUR”

**ISBN:** 978-950-42-0142-7

**Lugar:** Universidad Tecnológica Nacional, Resistencia, Chaco, Argentina

**Fecha de exposición:** 14 de junio de 2012

**URL:** <http://www.frre.utn.edu.ar/IJCyT/clean/files/get/item/2186>

- **Título:** **Certificación ISO 9001:2008: Impacto en el Proceso de Ingeniería de Requerimientos [10]**

**Autores:** Mariana Cecilia Arruzazabala, Gladys Dapozo, Pablo Javier Thomas

**Evento:** Congreso Argentino de Ciencias de la Computación - CACIC 2012

**ISBN:** 978-987-1648-34-4

**Lugar:** Universidad Nacional del Sur, Bahía Blanca, Buenos Aires, Argentina

**Fecha de exposición:** 10 de octubre de 2012

**URL:** <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/23706>

### ***Organización del documento***

Este documento se organiza de la siguiente manera:

- En el capítulo 1 se describe la problemática en la que se inserta el tema propuesto, se realiza una breve descripción del contexto de la investigación, objetivos y motivaciones.
- Los capítulos 2, 3 y 4 profundizan los conceptos de IR, calidad de software, norma ISO 9001:2008 e ISO 90003:2004, respectivamente.
- El capítulo 5 presenta el relevamiento, evaluación y selección de un modelo de evaluación de proceso de IR.
- El capítulo 6 detalla la metodología seguida para el trabajo en cuestión.
- El capítulo 7 contiene los resultados de la caracterización de las empresas y los proyectos seleccionados para evaluar.
- El capítulo 8 comprende los resultados de la evaluación de madurez del proceso de IR en los proyectos evaluados.
- El capítulo 9 describe la vinculación entre las acciones mejoradas con los requisitos de la norma ISO 9001:2008.
- El capítulo 10 presenta las conclusiones obtenidas y los trabajos propuestos a futuro en relación al tema.
- Finalmente, se detalla la bibliografía utilizada y se presenta el Anexo I, que contiene los instrumentos de recolección de datos y una explicación de cómo acceder a los documentos adicionales que surgieron con la realización de este trabajo.

## Capítulo 2: Ingeniería de Requerimientos

En este capítulo se presentan los conceptos básicos de la Ingeniería de Requerimientos, y se describen las áreas que conforman esta disciplina, su importancia y las buenas prácticas asociadas. Además se resumen algunos estudios sobre la IR en pymes de software.

### **Requerimientos**

Un requerimiento es un objetivo simple y medible que el sistema debe satisfacer [11]. Los requerimientos son importantes porque proporcionan las bases para todo el trabajo de desarrollo de un producto de software [12].

Según la ISO/IEC/ IEEE 24765 Systems and software engineering — Vocabulary [13], un requerimiento es:

- *Una condición o capacidad que un usuario necesita para poder resolver un problema o lograr un objetivo.*
- *Una condición o capacidad que debe presentar o poseer un sistema, componente de sistema, producto o servicio para satisfacer un acuerdo, estándar, especificación, u otro documento formalmente impuesto.*
- *Una representación documentada de una condición o capacidad.*
- *Una condición o capacidad que debe presentar o poseer un sistema, producto, servicio, resultado o componente para satisfacer un contrato, estándar, especificación, u otro documento formalmente impuesto. Los requerimientos incluyen las necesidades cuantificadas y documentadas, los deseos y expectativas del patrocinador, cliente u otro stakeholder.*

### **Ingeniería de Requerimientos**

La Ingeniería de Requerimientos (IR) se refiere a todas las actividades del ciclo de vida de desarrollo de software relacionadas con los requerimientos, lo que incluye la recolección, documentación y gestión de requerimientos. Las actividades comunes en la IR son: elicitación, interpretación y estructuración (análisis y documentación), negociación, verificación y validación, gestión del cambio y trazabilidad de requerimientos [14].

Una de las definiciones más claras de IR, según [15], es la siguiente:

*La Ingeniería de Requerimientos es la rama de la Ingeniería del Software relacionada con los objetivos del mundo real, funciones, y restricciones en sistemas de software. También incluye la relación de estos factores con las especificaciones precisas de comportamiento del software, y su evolución en el tiempo y entre las familias de software [16].*

La definición es atractiva por diversas razones [15]:

- Resalta la importancia de “objetivos del mundo real” que motiva el desarrollo de un sistema de software. Eso representa el ‘**porqué**’ así como el ‘**qué**’ de un sistema.

- Se refiere a “*especificaciones precisas*”. Estas constituyen las bases para analizar requerimientos, validar que son de hecho lo que los stakeholders quieren, definir lo que el diseñador tiene que construir, y verificar que construyeron el software correctamente.
- La definición menciona “*evolución en el tiempo y entre las familias de software*”, haciendo hincapié en la realidad de un mundo cambiante y la necesidad de reutilizar las especificaciones parciales, como los ingenieros a menudo lo hacen en otras ramas de la Ingeniería.

Sin embargo, el software no puede funcionar en forma aislada del sistema que lo incluye, por lo que en [15] prefieren caracterizar a la IR como una rama de la Ingeniería de Sistemas.

La IR de sistemas de software ha recibido una especial consideración, en gran parte debido a la naturaleza abstracta e invisible del software, y a la amplia gama y variedad de problemas que admiten soluciones de software [15].

La IR es un proceso multidisciplinario centrado en las personas. Las herramientas y técnicas usadas en IR aprovechan una variedad de disciplinas, tales como Ciencias de la Computación, Lógica, Ingeniería de Sistemas, y algunas ciencias cognitivas y sociales útiles para proporcionar fundamentos teóricos y técnicas prácticas para elicitar y modelar requerimientos [15].

### ***Clasificación de la Ingeniería de Requerimientos: a medida y orientada al mercado***

En general, los requerimientos se dividen en dos amplias categorías: orientados al mercado y de cliente específico. Las dos categorías tienen características diferentes y con frecuencia se tratan de manera distinta en el proceso de desarrollo [17].

Esta clasificación deriva en dos enfoques de la IR: “a medida” y “Orientado al Mercado” (IROM), en inglés Market-Driven Requirements Engineering (MDRE). En la Tabla 2 se presentan una serie de diferencias entre ambos enfoques [14] [18]:

**Tabla 2.** Diferencias entre IR a medida y orientada al mercado

Aspecto	IR a medida	IR orientada al mercado
Objetivo primario	Cumplimiento con la especificación.	Tiempo de lanzamiento al mercado. Se prefiere dejar de lado algunos requerimientos en lugar de retrasar el lanzamiento.
Temas específicos de IR	Elicitación, modelado, validación, resolución de conflictos.	Gestión de un flujo constante de nuevas necesidades. Priorización, estimación de costos, plan de lanzamiento.
Utilización de estándares y métodos explícitos de IR	Más común.	Raro.
Ciclo de vida	Una versión, luego el mantenimiento.	Varias versiones, siempre y cuando exista un mercado para el producto.
Uso de técnicas iterativas	Menos común.	Más común.
Medida del éxito	Satisfacción, aceptación.	Ventas, cuotas de mercado, críticas de producto.
Concepción de requerimientos	Elicitado, analizado, validado.	Inventado (por la demanda del mercado o por empuje de la tecnología).
Stakeholder principal	Organización del cliente.	Organización de desarrollo.
Usuarios	Conocidos o identificables. Denominados: <i>usuario</i> , <i>usuario final</i> , o <i>stakeholder</i> .	Desconocidos, pueden no existir hasta que el producto esté en el mercado. Se denominan: <i>clientes</i> .
Distancia física a los usuarios	Por lo general, pequeña.	Por lo general, grande.
Conocimiento del dominio en el equipo de desarrollo	Más común.	Menos común, a menudo se desarrollan productos nuevos.
Asociación del desarrollador con el software	A corto plazo (hasta que finaliza el proyecto).	A largo plazo, por ejemplo, si se invierte en mantenimiento.
Especificación de requerimientos	Se utiliza como un contrato entre cliente y proveedor.	Raramente existen términos de IR ortodoxos, de ser así, son mucho menos formales. Los requerimientos se comunican verbalmente.
Validación	Proceso permanente.	Muy tarde, por ejemplo, en las ferias.

## ***Áreas de la Ingeniería de Requerimientos***

Las actividades que forman parte de la IR pueden agruparse en áreas; en este trabajo se sigue la clasificación presentada por Nguyen [19] a fin de preservar la consistencia del mismo: Elicitación de Requerimientos, Análisis y Negociación de Requerimientos, Gestión de Requerimientos, Validación de Requerimientos, Planificación del Lanzamiento.

Posteriormente se presenta en forma resumida la propuesta de Loucopoulos [17] dado que es un modelo de referencia importante, aunque no sea el que se sigue en este trabajo.

### ***Elicitación de Requerimientos***

La elicitación de requerimientos es el proceso de adquirir todo el conocimiento relevante necesario para producir un modelo de requerimientos del dominio del problema [17].

Uno de los objetivos más importantes de esta área es identificar cuál es el problema que hay que resolver y cuáles son los límites del sistema. También es crítica la identificación de los stakeholders, que son los individuos u organismos que se verían afectados por el éxito o falla del sistema [15].

Las fuentes de requerimientos, es decir, su origen, pueden ser los objetivos del negocio, el conocimiento del dominio, los stakeholders, el entorno operacional, el entorno organizacional [20], entre otros.

En la IROM no existe un cliente específico que genera la necesidad del sistema, sino que hay un mercado constituido por un número de clientes. En estos casos, las fuentes de los requerimientos pueden ser: el análisis de mercado, innovaciones, ventas/marketing, soporte, clientes claves, distribuidores, socios, regulaciones, subcontratistas, entre otros [21].

Existen diferentes clases de técnicas de elicitación [15]:

- Técnicas tradicionales: cuestionarios, encuestas, entrevistas, análisis de documentación existente.
- Técnicas de elicitación grupales: brainstorming o lluvia de ideas, focus groups.
- Prototipado.
- Técnicas orientadas al modelo: métodos basados en objetivos, como KAOS e I\*; métodos basados en escenarios, como CREWS.
- Técnicas cognitivas: análisis de protocolo, laddering, card sorting, repertory grids.
- Técnicas contextuales: técnicas etnográficas, etnometodología y análisis de conversación.

### ***Análisis y Negociación de Requerimientos***

El análisis de requerimientos es una tarea fundamental en el desarrollo de software, ya que implica investigar y aprender sobre el dominio del problema con el fin de desarrollar una mejor comprensión de los objetivos, necesidades y expectativas reales de los stakeholders [14].

Tiene como objetivo detectar y resolver conflictos entre requerimientos, descubrir los límites del software y ver cómo interactúa éste con el entorno, elaborar requerimientos de la organización para derivar a requerimientos de software. Incluye actividades como: modelados conceptuales, clasificación de requerimientos, negociación de requerimientos [20].

La negociación de requerimientos se refiere a la resolución de problemas cuando se presentan conflictos entre los stakeholders que requieren funciones incompatibles entre sí [20].

En IROM, es todo un reto para el análisis la gran cantidad de requerimientos que cambian continuamente, por lo que se puede realizar una clasificación temprana de éstos a fin de desechar ciertos requerimientos y enfocarse en los seleccionados para el análisis en profundidad. Además, no hay un cliente específico, por lo que la negociación se debe hacer teniendo en cuenta las prioridades de los requerimientos en caso que haya conflictos [19].

### ***Gestión de Requerimientos***

La gestión de requerimientos incluye todas las actividades que mantienen la integridad, exactitud y actualidad de los requerimientos acordados. Involucra la gestión del cambio, control de versiones, seguimiento de los estados de los requerimientos, trazabilidad de requerimientos [22].

En la IR a medida los cambios generalmente se originan a partir de los clientes. En IROM, en cambio, existen varios factores que impactan en los requerimientos, tales como la demanda cambiante del mercado, la competencia, los clientes claves que no tienen claras sus expectativas [19], entre otros.

### ***Validación de Requerimientos***

La validación tiene como objetivo asegurar que los requerimientos definen el sistema que el cliente desea. Durante el proceso de validación se deben llevar a cabo análisis de los requerimientos en cuanto a: validez, consistencia, completitud, realismo, verificabilidad. Entre las técnicas de validación se tienen: revisiones de requerimientos, prototipos, casos de prueba [23].

En la IR a medida la validación puede realizarse de manera continua a través del contacto con el cliente y los desarrolladores, pero en la IROM la validación a menudo se retrasa a una etapa tardía en el desarrollo, por ejemplo, exposiciones durante ferias o pruebas betas con clientes claves seleccionados [14].

### ***Planificación del Lanzamiento***

Las actividades de planificación del lanzamiento se centran principalmente en la toma de decisiones para generar conjuntos óptimos de requerimientos para diferentes versiones del producto. En la IR a medida los planes de lanzamiento generalmente se definen por los clientes. En IROM la planificación la realiza la organización en función del negocio y del mercado [19].

## Áreas de la Ingeniería de Requerimientos según Loucopoulos

Loucopoulos [17] propone considerar tres aspectos fundamentales a la hora de clasificar las actividades del proceso de IR:

- la comprensión del problema,
- la descripción del problema,
- y el alcance de un acuerdo sobre la naturaleza del problema.

Según dicho autor las actividades de la IR se pueden agrupar en tres procesos, tal como se muestra en la Figura 1:

- Elicitación de Requerimientos
- Especificación de Requerimientos
- Validación de Requerimientos

Cada una de ellas necesita de las demás, no necesariamente empiezan y terminan, y se iteran tantas veces como se requiera.

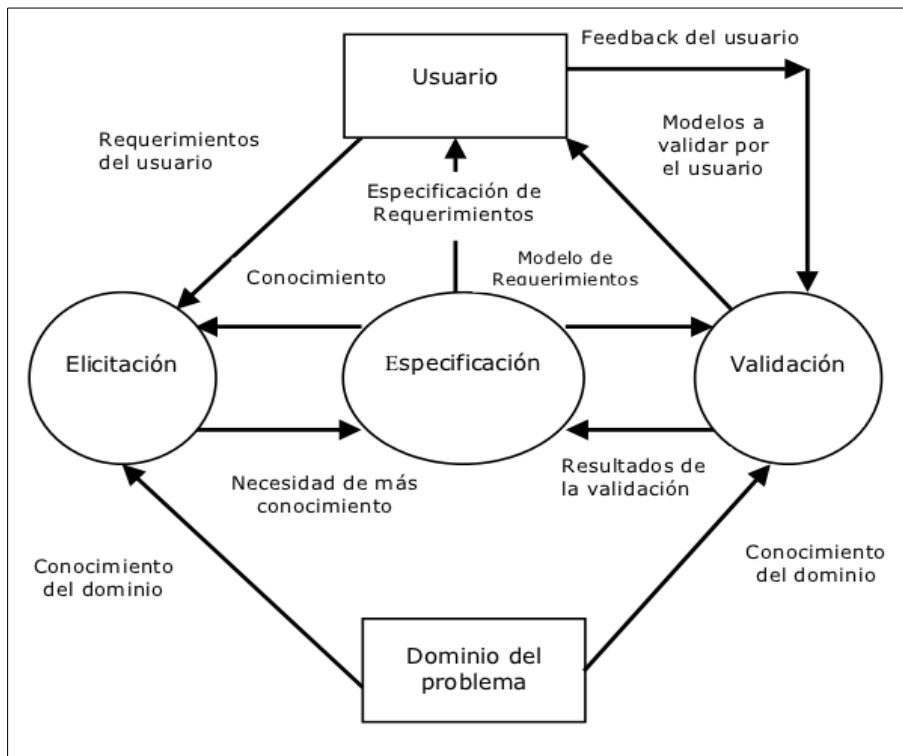


Figura 1. IR según Loucopoulos

La elicitación y la validación de requerimientos tienen el propósito mencionado en la clasificación anterior (según Nguyen).

La especificación de requerimientos deriva modelos de requerimientos formales y se lo usa como un acuerdo entre desarrolladores y usuarios acerca de qué es lo que debe resolver el software. Además, la especificación de requerimientos permite obtener los modelos que se utilizan para el desarrollo del software.



## ***Importancia de la Ingeniería de Requerimientos***

Dentro de los procesos de desarrollo de software, la IR es particularmente crítica debido a que los errores que se presentan en esta etapa originan inevitablemente problemas posteriores que afectan a todo el ciclo de vida del software [23] [17].

En los últimos años el ritmo de desarrollo de los productos de software se ha acelerado drásticamente, el cambio tecnológico y la rotación de personal han impactado en los niveles de experiencia de los profesionales, y el outsourcing y offshoring han cambiado el ciclo de vida del producto. Debido a esto las especificaciones de requerimientos deben ser precisas y detalladas [24]. Adicionalmente, se sabe que los requerimientos deficientes son la principal causa de fracaso de los proyectos de software [25]; y cuanto más tarde se descubre un error introducido en la etapa de requerimientos, mayor será el costo de su reparación [26].

## ***Ventajas de las buenas prácticas de la Ingeniería de Requerimientos***

Aún dándole la importancia que se merece a la IR, es fundamental que los ingenieros de requerimientos utilicen buenas prácticas y procedimientos para ser eficientes y eficaces [27].

Los beneficios de una buena metodología para la IR, más allá del retorno de la inversión, incluyen [27]:

- eliminación de características innecesarias;
- reanudación del trabajo más rápido;
- menor entrenamiento para la comprensión del sistema;
- menores errores operacionales;
- menores costos de desarrollo, mantenimiento y operaciones;
- agendas más cortas.

A pesar de las propuestas de metodologías de IR, la brecha entre la investigación y la práctica en IR es inmensa. Las técnicas más conocidas en la comunidad académica son casi desconocidas en la industria [28].

Existen varias propuestas de buenas prácticas en el campo de la IR, en el Capítulo 5: Modelos de buenas prácticas del proceso de Ingeniería de Requerimientos se puede observar que cada modelo tiene asociado su lista de buenas prácticas de IR.

## ***Ingeniería de Requerimientos en pymes de software***

La comunidad de la Ingeniería del Software ha estudiado extensamente las prácticas de IR en empresas grandes y medianas, y ha encontrado soluciones adecuadas e interesantes, pero éstas no se adaptan a las pequeñas empresas de software [29].

Una encuesta del estado de las prácticas de IR en pequeñas y medianas empresas confirma el bajo nivel de transferencia de tecnología en el campo de la IR, y menciona que en las empresas se desconocen conceptos básicos de IR [30].

En [31] se analizaron los casos de siete pymes de software de Canadá y observaron que las prácticas de IR son diversas y funcionan bien para la organización en la que se aplican; las empresas que formaron parte del estudio poseen una fuerte cohesión cultural; los que están a cargo de los procesos de IR son siempre personas con experiencia; es raro que los errores en los requerimientos sean catastróficos en estas empresas.

Un estudio realizado en Chile [29], en 24 pymes concluye que la comunicación entre clientes y empresa es escasa y no se enfoca en las cuestiones pertinentes, dando especificaciones imperfectas, desplazamiento del alcance, y en última instancia insatisfacción con el proyecto; las pymes usan prácticas ad-hoc, lo que agrava el problema anterior, ya que los requerimientos difíciles de rastrear se pueden perder.

En [11], se relevaron las prácticas de IR de cuatro empresas de Uganda, con el objetivo de detectar las mejoras necesarias en el proceso de IR. Los resultados revelaron que las pymes participan más en la elicitación, el análisis y la especificación de requerimientos, en comparación a otras prácticas de requerimientos, tales como negociación. También se observó que las pymes no llevaban adelante la trazabilidad ni la gestión del cambio de los requerimientos.

## Capítulo 3: Calidad de Software

En este capítulo se presentan los conceptos asociados a la calidad de software, se diferencia entre calidad de producto y calidad de proceso, y entre modelos y estándares de calidad.

### ***Calidad de Software***

La calidad del software es la concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos, con los estándares de desarrollo documentados y con las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente [33].

Esta definición de Pressman enfatiza los siguientes puntos [33]:

- Los requerimientos de software son la base sobre la cual se mide la calidad. La falta de cumplimiento de los requerimientos es falta de calidad.
- Las normas o estándares especificados definen un conjunto de criterios de desarrollo que guían la manera de construir el software. Si estos criterios no se cumplen, es casi seguro que existirá falta de calidad.
- Un conjunto de requerimientos implícitos a menudo no se mencionan, como por ejemplo, la usabilidad y mantenibilidad. Si el software se ajusta a sus requerimientos explícitos pero no a los implícitos, entonces la calidad del software estará en duda.

Piattini en [34] propone que para entender lo que es calidad de software se consideren tres aspectos:

- **Funcionamiento:** el software debe funcionar siempre, en todo momento, debe permitir utilizarlo cuando sea necesario.
- **Funcionalidad:** el software debe cubrir las funcionalidades que publica, es decir, debe hacer lo que dice que hace.
- **Usabilidad:** el software debe permitir hacer lo que dice que hace, de forma adecuada y natural.

### ***Calidad de Producto y Calidad de Proceso***

La calidad de producto refleja el carácter esencial, las características y propiedades de los artefactos y es un reflejo de cuán bien se da soporte a las necesidades de los stakeholders. La calidad de proceso, por otra parte, refleja cómo se produce el producto [27].

La calidad de producto de software se asocia generalmente con la ausencia de defectos en un artefacto de software. Sin embargo, la calidad también está relacionada con otras propiedades, características y atributos que la gente valora, como la disponibilidad, eficiencia, mantenibilidad, portabilidad, confiabilidad, reusabilidad, usabilidad [27].

La calidad de proceso se relaciona a la manera en que se desarrollan los productos. Hay tres características claves según [27]: eficacia, eficiencia y previsibilidad.

El proceso de software es un factor crítico para la calidad del software [34]. Para lograr la calidad de un producto final de software se debe tener un proceso de desarrollo que asegure dicha calidad [35].

Sin embargo, Sommerville en [23] sostiene que en desarrollo de software, la relación entre calidad de proceso y calidad de producto es muy compleja. Es difícil explicar cómo influyen las características del proceso en los atributos de calidad de producto. Además, debido al papel del diseño y la creatividad en el proceso de software, no se puede predecir la influencia de los cambios en el proceso en la calidad del producto.

A pesar de ello, la experiencia demuestra que la calidad del proceso tiene una influencia significativa en la calidad de software. Es decir, que depende fuertemente de las personas, la organización y los procedimientos utilizados para crearlo, entregarlo y mantenerlo. Por lo tanto, la calidad de un producto no puede ser asegurada simplemente con la simple inspección, llevando a cabo controles estadísticos o centrando sus programas de calidad únicamente al producto [36]. La gestión y la mejora de la calidad del proceso debe minimizar los defectos en el software entregado.

### ***Modelos y estándares de calidad***

Los modelos de calidad integran la mayor parte de las mejores prácticas, proponen temas de administración en los que cada organización debe hacer énfasis, integran diferentes prácticas dirigidas a los procesos clave y permiten medir los avances en calidad [37]. Están orientados a la satisfacción del cliente y mejora de los procesos mediante la definición de principios y prácticas que conducen a mejores productos de software [34].

Los estándares de calidad son aquellos que permiten definir un conjunto de criterios de desarrollo que guían la forma en que se aplica la Ingeniería del Software. Los estándares suministran los medios para que todos los procesos se realicen de la misma forma y son una guía para lograr la productividad y la calidad [37].

En la Tabla 3 se nombran algunos modelos y estándares de calidad, son los que presenta Scalone en su tesis de Maestría [37].

**Tabla 3.** Modelos / Estándares de Calidad del Software

Nivel de Calidad	Modelo de Calidad del Software	Estándar de Calidad del Software
Proceso	CMMi TickIT Bootstrap Personal SW Process (PSP) Team SW Process (TSP) Practical SW Measurement (PSM) Six Sigma for Software	ISO 90003 ISO 12207 ISO 15504 (SPICE) IEEE / EIA 12207 ISO 20000 ITIL Cobit 4.0
Producto	Gilb GQM Mc Call Furps Boehm SATC Dromey C-QM Metodología SQAE WebEQM	ISO 9126-1 ISO 25000 (SQUARE) IEEE Std. 1061-1998

El estándar ISO 90003 es una guía específica para la aplicación de la ISO 9001 en el sector del software.

## Capítulo 4: ISO 9001:2008 e ISO 90003:2004

En este capítulo se presenta la norma ISO 9001:2008, su objetivo, el enfoque de procesos, los requisitos y la organización de la norma.

Se considera conveniente aclarar que la palabra “*requisito*” en este contexto hace referencia a lo que la norma ISO 9001:2008 impone como condición para cumplir con ella, y no se lo usa como sinónimo del concepto de “*requerimiento*” desarrollado en el Capítulo 2: Ingeniería de Requerimientos.

### **ISO 9001:2008**

La norma ISO 9001 [38] especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad, cuando una organización:

- necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos que satisfagan los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios aplicables, y
- aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora continua del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente, los legales y reglamentarios aplicables.

Todos los requisitos de esta Norma Internacional son genéricos y se pretende que sean aplicables a todas las organizaciones sin importar su tipo, tamaño y producto suministrado.

La norma ISO 9001 especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad que pueden utilizarse para ser aplicados internamente en una organización, para certificación o con fines contractuales. Se centra en la eficacia del sistema de gestión de la calidad para satisfacer los requisitos del cliente.

Para verificar que se cumplen los requisitos de la norma, existen entidades de certificación que auditan la implantación y mantenimiento, emitiendo un certificado de conformidad. Estas entidades están reguladas por organismos nacionales. En Argentina, el organismo que regula la actividad es el Instituto Argentino de Normalización y Certificación (IRAM).

### **Enfoque de procesos**

Esta norma promueve la adopción de un enfoque basado en procesos cuando se desarrolla, implementa y mejora la eficacia de un sistema de gestión de calidad, para aumentar la satisfacción del cliente a través del cumplimiento de sus requisitos.

Un proceso puede ser considerado como una actividad o un conjunto de actividades que utiliza recursos, y que se gestiona con el objeto de que los elementos de entrada se transformen en resultados.

Una organización que funciona de manera eficaz tiene que determinar y gestionar numerosas actividades relacionadas entre sí.

Un *enfoque basado en procesos* es el nombre que se le puede dar a la aplicación de un sistema de procesos dentro de la organización, junto con la identificación e interacciones de tales procesos, así como su gestión para producir el resultado deseado.

Un enfoque de este tipo, cuando se utiliza dentro de un sistema de gestión de la calidad, enfatiza la importancia de:

- la comprensión y el cumplimiento de los requisitos,
- la necesidad de considerar los procesos en términos que aporten valor,
- la obtención de resultados del desempeño y eficacia del proceso, y
- la mejora continua de los procesos con base en mediciones objetivas.

Los clientes juegan un papel significativo para definir los requisitos como elementos de entrada. El seguimiento de la satisfacción del cliente requiere la evaluación de la información relativa a la percepción del cliente acerca de si la organización ha cumplido sus requisitos.

### **Requisitos**

En la norma se mencionan los requisitos generales y los requisitos de documentación.

En los *requisitos generales* se indica que la organización debe:

- determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de calidad y la aplicación de éstos por parte de la organización,
- determinar la secuencia e interacción de los procesos,
- determinar los criterios y métodos necesarios para asegurarse que la operación y el control de los procesos sean eficaces,
- asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de los procesos,
- realizar el seguimiento, la medición cuando sea aplicable y el análisis de estos procesos,
- implementar las acciones necesarias para alcanzar los resultados planificados y la mejora continua de estos procesos.

En cuanto a los *requisitos de la documentación*, la organización debe contar con:

- Declaraciones documentadas de una política de calidad y de objetivos de calidad.
- Manual de calidad: debe incluir el alcance del sistema de gestión de calidad, los procedimientos documentados establecidos para el sistema de gestión de calidad o una referencia a éstos, una descripción de la interacción entre los procesos del sistema de gestión de calidad.
- Los procedimientos documentados y los registros requeridos por la norma.
- Los documentos, incluidos los registros que la organización determina que son necesarios para asegurarse de la eficaz planificación, operación y control de sus procesos.

Los documentos requeridos por el sistema deben controlarse, debe establecerse un procedimiento que defina los controles necesarios para:

- aprobar los documentos antes de su emisión,
- revisar y actualizar los documentos, luego volverlos a aprobar,
- identificar los cambios y el estado de la versión vigente de los documentos,
- asegurar que la versión que corresponda al documento se encuentre disponible en los puntos de uso,
- asegurar que los documentos permanecen legibles e identificables,
- asegurar que los documentos de origen externo, que la organización determina que son necesarios para la planificación y la operación del sistema de gestión de la calidad, se identifican y que se controla su distribución,
- prevenir el uso no intencionado de documentos obsoletos, y aplicarles una identificación adecuada en el caso de que se mantengan por cualquier razón.

Los registros son un tipo especial de documentos que sirven para proporcionar evidencia de:

- la conformidad con los requisitos,
- la operación eficaz del sistema de gestión de la calidad.

La organización debe establecer un procedimiento para definir los controles necesarios para la identificación, el almacenamiento, la protección, la recuperación, la retención y la disposición de los registros. Los registros deben permanecer legibles, fácilmente identificables y recuperables.

### ***Organización de la Norma***

La Norma cuenta con los siguientes capítulos:

1. Objeto y campo de aplicación
2. Referencias normativas
3. Términos y definiciones
4. Sistema de gestión de la calidad
5. Responsabilidad de la dirección
6. Gestión de los recursos
7. Realización del producto
8. Medición, análisis y mejora

El primer capítulo *Objeto y campo de aplicación* menciona el sentido de la Norma y los posibles destinatarios.



Los capítulos siguientes *Referencias normativas y Términos y definiciones* poseen un breve contenido indicando la necesidad de tener en cuenta la Norma ISO 9000:2005, *Sistemas de gestión de la calidad - Fundamentos y vocabulario*.

El cuarto capítulo *Sistema de gestión de la calidad* menciona los requisitos de la norma, que fueron explicados en la sección titulada *Requisitos*, de éste trabajo.

El capítulo *Responsabilidad de la dirección* contiene los requisitos que debe cumplir la dirección de la organización.

El sexto capítulo es el de *Gestión de los recursos* trata acerca de los requisitos a cumplir en la gestión de los recursos, y distingue tres tipos: Recursos humanos, Infraestructura y Ambiente de trabajo.

Luego se encuentra el capítulo de *Realización del producto* que desarrolla los requisitos relacionados a la producción, abarcando cuestiones como la planificación de la realización del producto, los procesos relacionados con el cliente, diseño y desarrollo, compras, producción y prestación del servicio, control de los equipos de seguimiento y de medición.

Finalmente, el capítulo de *Medición, análisis y mejora* describe los requisitos para los procesos de seguimiento, medición, análisis y mejora. El objetivo de estos procesos es demostrar la conformidad con los requisitos del producto, la conformidad con el sistema de gestión de la calidad y mejorar continuamente la eficacia del sistema de gestión de la calidad.

## **ISO 9003:2004**

La ISO/IEC 9003:2004 proporciona una guía para las organizaciones en la aplicación de la norma ISO 9001:2000 para la adquisición, suministro, desarrollo, operación y mantenimiento de software y servicios de apoyo. La ISO 9003:2004 no agrega o cambia requisitos a las ISO 9001:2000. Las directrices de la ISO 9003:2004 no tienen el propósito de ser utilizadas como criterio de evaluación en una certificación del Sistema de Gestión de la Calidad [39].

La aplicación de la ISO 9003:2004 es apropiada para un software que es:

- parte de un contrato comercial con otra organización,
- es un producto disponible para un sector del mercado,
- es usado para soportar los procesos de una organización,
- está embebido en un producto de hardware,
- está relacionado a servicios de software.

Algunas organizaciones pueden participar en todas las actividades mencionadas anteriormente, otras pueden especializarse en un área. Cualquiera que sea la situación, el sistema de calidad de la organización de gestión deberá cubrir todos los aspectos (relacionados o no al software) de la empresa.

La ISO 9003:2004 identifica las cuestiones que deben abordarse, y es independiente de la tecnología, los modelos de ciclo de vida, los procesos de desarrollo, la secuencia de actividades y la estructura organizacional utilizada en una organización. Esta guía proporciona ayuda en la aplicación de la norma ISO 9001:2000, y en particular la norma ISO / IEC 12207, ISO / IEC TR 9126, ISO / IEC 14598, ISO / IEC 15939 e ISO / IEC TR 15504.

## **Organización del documento**

Cuenta con los siguientes capítulos [40]:

1. **Ámbito**
2. **Referencias normativas**
3. **Términos y definiciones**
4. **Sistema de Gestión de la Calidad**
5. **Responsabilidad de la Dirección**
6. **Gestión de los Recursos**
7. **Realización del Producto**
8. **Medida, Análisis y Mejora**

## **Capítulo 5: Modelos de buenas prácticas del proceso de Ingeniería de Requerimientos**

En este capítulo se describen los modelos de buenas prácticas que definen niveles de madurez del proceso de IR que fueron evaluados para seleccionar el más apropiado para ser aplicado en la evaluación de proyectos de software. Un trabajo vinculado a este contenido fue presentado en [9].

Se analizaron modelos que permiten evaluar específicamente la madurez del proceso IR, a partir de la idea de Sawyer [41], en la cual se define la madurez de un proceso de requerimientos como el grado en que una organización tiene su proceso de IR basado en buenas prácticas de IR. Los modelos considerados fueron: REGPG, R-CMM, REPM, MDREPM, Uni-REPM.

En todos los casos se analizó el componente del modelo correspondiente a la evaluación del proceso, y se omitieron las cuestiones relacionadas a la mejora del proceso, ya que el objetivo de este capítulo es obtener un modelo para evaluar el proceso de IR en las empresas de software seleccionadas.

### ***Requirements Engineering Good Practice Guide (REGPG)***

El modelo se basa en el uso de buenas prácticas de IR de una organización [42].

#### **Alcance de la evaluación**

El modelo de madurez usa esas buenas prácticas para clasificar la madurez del proceso de IR de una organización.

#### **Colección de buenas prácticas**

La guía de buenas prácticas (GPG - Good Practice Guidelines) describe 66 buenas prácticas que cubren todas las áreas de la IR. Las prácticas se clasifican en básicas, intermedias y avanzadas. La GPG incluye 36 prácticas básicas, 31 prácticas intermedias y 9 prácticas avanzadas.

#### **Agrupamiento de prácticas**

La guía se organiza de acuerdo a los entregables y actividades del proceso que aplican, ellas son:

- El documento de requerimientos
- Elicitación de requerimientos
- Análisis y negociación de requerimientos
- Descripción de requerimientos
- Modelado de sistemas
- Validación de requerimientos
- Gestión de requerimientos

## **Niveles de madurez**

Es un modelo de tres niveles:

- Nivel 1 – Nivel inicial. Las organizaciones no tienen definido un proceso de IR, no usan métodos definidos para soportar su proceso de IR, son dependientes de las habilidades y experiencia de los ingenieros para elicitar, analizar y validar requerimientos.
- Nivel 2 – Nivel repetible. Las organizaciones tienen definido estándares para el documento de requerimientos y descripciones de requerimientos, y tienen políticas y procedimientos para gestión de requerimientos.
- Nivel 3 – Nivel definido. Las organizaciones tienen definido un proceso de IR basado en buenas prácticas, tienen un programa de mejora de proceso.

## **Proceso de evaluación**

Para la evaluación de madurez de proceso de IR se sugiere un enfoque donde el objetivo es obtener rápidamente una visión global de la medida en que se define un proceso. Esto se logra mediante la identificación de las prácticas utilizadas, evaluándolas contra una lista de buenas prácticas de GPG.

Cada práctica en la lista de verificación se evalúa como:

- Estandarizada: la práctica fue documentada como un estándar en la organización y se sigue y verifica como parte de un proceso de gestión de calidad.
- Uso normal: la práctica es muy seguida por la organización pero no es obligatoria.
- Usada a discreción del líder de proyectos: algunos líderes de proyecto tienen incorporada la práctica, pero no es usada por todos.
- Nunca: la práctica no se usa, o es raro hacerlo.

Las actividades involucradas en el proceso de evaluación son las siguientes:

1. Identificar las prácticas que nunca se usan.
2. Seleccionar las personas a entrevistar.
3. Clasificar las prácticas contra la lista de verificación, esta primera evaluación debe ser rápida.
4. Resolver áreas de incertidumbre, se puede usar las descripciones de las prácticas para saber si alguna en particular es usada o no.
5. Computar la madurez del proceso: 3 puntos para prácticas estandarizadas, 2 para las normales, 1 para las de uso discrecional y 0 para las que nunca se usan. Cuanto más alto el puntaje, menos debilidades hay en el proceso.

La evaluación debería revelar:

- Áreas de debilidad.
- El nivel de madurez del proceso:
  - Nivel inicial: menos de 55 puntos en las prácticas básicas.

- Nivel repetible: más de 55 puntos en las prácticas básicas, pero menos de 40 en las prácticas intermedias y avanzadas.
- Nivel definido: más de 85 en las prácticas básicas, y más de 40 en las intermedias y avanzadas.

### **Requirements Capability Maturity Model (R-CMM y R-CMMi)**

Este modelo es una adaptación del modelo SW CMM, especializado para el proceso de requerimientos, Sawyer en [41] lo llama también Modelo de la Universidad de Hertfordshire.

#### **Alcance de la evaluación**

Evalúa el proceso de IR de una organización.

#### **Colección de buenas prácticas**

Las buenas prácticas están definidas por los procesos claves (key processes), reconoce un total de 68 procesos obtenidos de: SW CMM, investigación empírica y literatura.

#### **Agrupamiento de prácticas**

Los procesos claves se agrupan en fases. Cada nivel de madurez tiene un objetivo, y cada uno de ellos se descompone en cinco fases: Gestión de Requerimientos, Elicitación, Análisis y Negociación, Documentación, y Verificación y Validación. El propósito de una vista de fases es ayudar a relacionar el proceso de RE a buenas prácticas.

#### **Niveles de madurez**

Al igual que SW CMM clasifica la madurez del proceso en cinco niveles [43]:

- Nivel 1: procesos de IR ad-hoc, son comunes los problemas de requerimientos
- Nivel 2: procesos de IR repetibles
- Nivel 3: procesos de IR definidos
- Nivel 4: procesos de IR gestionados
- Nivel 5: procesos de IR optimizados

#### **Proceso de evaluación**

La evaluación del proceso [44] [45] se lleva a cabo por la asignación de una puntuación (sobresaliente=10, calificado=8, originalmente calificado=6, razonable=4, débil=2, pobre=0) a cada proceso en tres criterios de evaluación (aproximación, implementación, resultados). El promedio de la puntuación para los tres criterios de evaluación se registra para cada proceso, luego se suman los puntos para cada fase, y de la suma de las cinco fases se obtiene un puntaje de capacidad global:

0 – 2: Nivel 1; 3 – 4: Nivel 2; 5 – 6: Nivel 3; 7 – 8: Nivel 4; 9 – 10: Nivel 5.

#### **R-CMMi**

En 2009, Solemon [45] redefine el modelo, para adaptarlo a CMMI, obteniendo el R-CMMi. Este nuevo modelo consta de cinco niveles:

- Nivel 1: Inicial, procesos de IR ad-hoc
- Nivel 2: Gestionado
- Nivel 3: Definido
- Nivel 4: Cuantitativamente gestionado
- Nivel 5: Optimizado

El proceso de evaluación para R-CMMi surge de una adaptación del método SCAMPI (Standard CMMI Appraisal Method for Process Improvement) Version 1.2.

### ***Requirements Engineering Process Maturity Model (REPM )***

Es un modelo de buenas prácticas de IR, construido para evaluar el estado del proceso de IR. Indica lo que se debería hacer para obtener un proceso de IR consistente [46].

#### **Alcance de la evaluación**

Este modelo evalúa la madurez de procesos IR de proyectos de software.

#### **Colección de buenas prácticas**

Se compone de 60 tareas individuales llamadas acciones. Una acción es el componente más pequeño del modelo. Cada acción corresponde a un nivel de madurez del proceso de IR.

#### **Agrupamiento de prácticas**

Cada acción se mapea a una de las tres categorías principales, llamadas Áreas de Proceso principales:

1. Elicitación,
2. Análisis y Negociación,
3. Gestión

#### **Niveles de madurez**

Los niveles van del 1 al 5, donde nivel 1 representa un proceso de IR rudimentario y nivel 5 representa un proceso altamente maduro. Las acciones en cada nivel aseguran un proceso de IR coherente y consistente para un nivel de madurez en particular.

#### **Proceso de evaluación**

Para realizar la evaluación se construye una lista de verificación basada en las acciones de REPM, cada acción es formulada como una pregunta para que pueda ser respondida como: completa, incompleta, satisfecha-explicada. Esta última opción se usa en caso que una acción sea innecesaria y exista una razón válida para ello.

Los resultados de la evaluación se presentan en cuatro tablas: una por cada área de proceso, y una con los totales. Cada tabla tiene una fila para cada nivel, y una columna con el total de acciones del nivel, luego una columna con el número de acciones completas y una con el número de acciones satisfechas-explicadas. Se sugiere que los resultados se presenten en gráficos para visualizarlos mejor.

Los resultados se interpretan de la siguiente manera: se posiciona en el primer nivel de REPM y se ven si todas las acciones están completas o satisfechas-explicadas, si es así se alcanzó ese nivel de REPM. El procedimiento es el mismo por cada nivel; y para alcanzar un nivel determinado es necesario haber pasado por el nivel anterior.

### ***Market-driven Requirements Engineering Process Model (MDREPM)***

MDREPM contiene un framework para la evaluación del proceso de IR basándose en una colección de buenas prácticas de IR orientada al mercado. La IR orientada al mercado tiene como particularidad el hecho de tener a un mercado como cliente, y no a un cliente específico como sucede con los desarrollos a medida [21].

#### **Alcance de la evaluación**

Este modelo evalúa la madurez de procesos IR de proyectos de software.

#### **Colección de buenas prácticas**

Se compone de 70 buenas prácticas de IR orientadas al mercado.

#### **Agrupamiento de prácticas**

El modelo se estructura en cinco áreas de proceso principales: Apoyo de la Organización, Planificación del Lanzamiento, Gestión de Requerimientos, Elicitación de Requerimientos, y Análisis de Requerimientos.

#### **Niveles de madurez**

Los niveles van del 1 al 5, donde nivel 1 representa un proceso de IR rudimentario y nivel 5 representa un proceso altamente maduro.

#### **Proceso de evaluación**

Posee un cuestionario que evalúa si las buenas prácticas son realizadas o no en la organización, y permite obtener una representación gráfica para evaluar los resultados.

MDREPM tiene dos representaciones: por nivel o escalonada.

El cuestionario de evaluación se compone de varias preguntas, para evaluar cada área de proceso en el modelo. Las posibles respuestas son: SI, NO, SATISFECHA-EXPLICADA. Si una práctica es realizada por la organización la respuesta debería ser SI, si no, NO. La respuesta SATISFECHA-EXPLICADA se usa cuando la práctica no es aplicable a la organización.

### ***Unified Requirements Engineering Process Maturity Model (Uni-REPM)***

Uni-REPM es un modelo que evalúa la madurez del proceso de IR a través de un conjunto de buenas prácticas [47] [19]. Uni-REPM unifica los modelos REPM y MDREPM descritos anteriormente, y una de sus fortalezas es la posibilidad de ser aplicado a cualquier empresa de software, dado que considera desarrollos a medida y desarrollos orientados al mercado.

La creación del modelo se basó en una revisión de literatura de los modelos REPM, CMMI e ISO9000-TickIT y en una revisión sistemática de investigaciones de prácticas de IR orientadas al mercado.

El modelo Uni-REPM fue validado en el contexto académico e industrial [47] [48]. La validación académica consistió en una revisión por parte de siete expertos, elegidos en base a su experiencia en IR y su estrecha colaboración con la industria; se realizaron entrevistas relacionadas con la precisión e integridad del modelo, y se hicieron las modificaciones correspondientes. Luego, se realizó la validación industrial, aplicándolo para evaluar proyectos en cuatro organizaciones; se juzgó dicha aplicabilidad y su comprensibilidad, y se identificaron las mejoras.

### **Alcance de la evaluación**

Este modelo evalúa la madurez de procesos IR de proyectos de software.

### **Colección de buenas prácticas**

Las unidades más pequeñas de evaluación son llamadas acciones, contiene un total 74 acciones.

### **Agrupamiento de prácticas**

Las actividades del modelo se dividen en 7 áreas: Apoyo de la Organización, Proceso de Gestión de Requerimientos, Elicitación de Requerimientos, Análisis de Requerimientos, Planificación de la Entrega, Especificación de Requerimientos y Documentación, Validación de Requerimientos.

Cada área tiene subáreas, y cada subárea tiene acciones.

### **Niveles de madurez**

El modelo propone tres niveles de madurez como resultado de la evaluación: Básico, Intermedio, y Avanzado. El objetivo del primer nivel es asegurar que se definen procesos, y que éstos son aplicados por la organización, los stakeholders relevantes son involucrados en la elicitación, los requerimientos se analizan en profundidad, y se predefinen documentos estándares.

El nivel Intermedio trata diferentes perspectivas y está dirigido por las estrategias de producto/objetivos, las funciones y responsabilidades están bien definidas y documentadas, las solicitudes de cambio se gestionan consistentemente a lo largo de todo el proyecto y la selección de requerimientos se realiza de manera sistemática.

El nivel Avanzado representa el proceso de IR con mayor madurez, la mejora de proceso se plasma en la forma avanzada de obtener los requerimientos, en asegurar su calidad, mantener las comunicaciones y la comprensión común entre los diferentes stakeholders, y en evaluar proactivamente el proceso de toma de decisiones.

### **Proceso de evaluación**

La evaluación consiste en mapear las actividades ideales con el trabajo real de una organización.

Posee una lista de verificación en la que una acción, al ser evaluada, puede tener tres posibles estados: completa, incompleta o inaplicable. Una acción completa significa que está implementada en la organización, una acción incompleta significa que no está implementada en la organización, y una acción inaplicable es aquella que no corresponde ser evaluada en el marco de una organización específica, porque no es una actividad esencial en el negocio. En este último caso, por ejemplo, si sólo se desarrollan productos a medida, no correspondería



evaluar las acciones propias de productos orientados al mercado. Se debe prestar especial atención con la asignación del valor 'Inaplicable' a las acciones, ya que se podría sesgar el resultado si se la usa inapropiadamente.

Para acceder a un nivel de madurez determinado se deben cumplir con todas las acciones asociadas a dicho nivel, más las acciones de los niveles anteriores.

### ***Análisis comparativo de los modelos***

En la Tabla 4 [9] se presenta una comparación sintética de los modelos estudiados:

- Año de publicación: corresponde al año de publicación del modelo.
- Colección de buenas prácticas: todos los modelos proponen un conjunto de prácticas de referencia, en el cuadro se visualiza la cantidad de buenas prácticas de la colección y qué nombre se le da a ésta.
- Alcance de la evaluación: se usa para indicar si el modelo mide madurez de proceso a nivel organización o a nivel proyecto. Si mide a nivel organización se asigna la medida de madurez final a toda la organización, si mide a nivel proyecto, es el proyecto el que tiene la madurez determinada por la aplicación del modelo. Solemon en [45] menciona que REPM evalúa la madurez de un proyecto, mientras que R-CMM evalúa la madurez de la organización.
- Áreas: muestra cómo se agrupan las prácticas propuestas por el modelo, y qué nombre se le da a los grupos.
- Niveles de madurez: luego del proceso de evaluación se obtiene un resultado que indica el nivel de madurez del proceso de IR, este punto de comparación muestra los posibles valores de este nivel.
- Evaluación de cada práctica: se listan los posibles valores con que puede ser calificada una práctica.
- Complejidad del proceso de evaluación: se indica si el proceso para evaluar es simple o complejo.

En cuanto a los procedimientos para la evaluación, cabe destacar que los modelos REPM, MDREPM y Uni-REPM son más sencillos de aplicar, dado que utilizan una lista de comprobación de las prácticas, luego se cuentan las acciones cumplidas e inaplicables, se comparan con el total de prácticas del área y se determina el nivel de madurez que les corresponde. Mientras que las metodologías propuestas en REGPG y R-CMM son más complejas, en el sentido de que requieren varios pasos para obtener la calificación final.

**Tabla 4.** Comparación entre Modelos de Madurez de Proceso de IR

Modelos:	REGPG	R-CMM	REPM	MDREPM	Uni-REPM
Año publicación	1997	2005	2003	2012	2012
Colección de Buenas Prácticas	<b>GPG (Good Practice Guidelines):</b> 66 prácticas	<b>Key processes:</b> 68 prácticas	<b>Acciones:</b> 60 prácticas	<b>Buenas prácticas:</b> 70 prácticas	<b>Acciones:</b> 74 prácticas
Alcance de la evaluación	Organización	Organización	Proyecto	Proyecto	Proyecto
Áreas (Agrupamiento de Prácticas)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Documento de requerimientos</li> <li>• Elicitación de requerimientos</li> <li>• Análisis y negociación de requerimientos</li> <li>• Descripción de requerimientos</li> <li>• Modelado de sistemas</li> <li>• Validación de requerimientos</li> <li>• Gestión de requerimientos</li> </ul>	<b>Fases:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Gestión de Requerimientos</li> <li>• Elicitación</li> <li>• Análisis y Negociación</li> <li>• Documentación</li> <li>• Verificación y Validación</li> </ul>	<b>Áreas de proceso:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Elicitación</li> <li>• Análisis y Negociación</li> <li>• Gestión</li> </ul>	<b>Áreas de proceso:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo de la Organización</li> <li>• Planificación del Lanzamiento</li> <li>• Gestión de Requerimientos</li> <li>• Elicitación de Requerimientos</li> <li>• Análisis de Requerimientos</li> </ul>	<b>MPA (Main Process Area):</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Apoyo de la Organización</li> <li>• Proceso de Gestión de Requerimientos</li> <li>• Elicitación de Requerimientos</li> <li>• Análisis de Requerimientos</li> <li>• Planificación de la Entrega</li> <li>• Especificación de Requerimientos y Documentación</li> <li>• Validación de Requerimientos</li> </ul>
Niveles de madurez	Nivel 1: Inicial Nivel 2: Repetible Nivel 3: Definido	Nivel 1: procesos ad-hoc Nivel 2: procesos repetibles Nivel 3: procesos definidos Nivel 4: procesos gestionados Nivel 5: procesos optimizados	Nivel 1: más rudimentario Nivel 2 Nivel 3 Nivel 4 Nivel 5: más avanzado	Nivel 1: más rudimentario Nivel 2 Nivel 3 Nivel 4 Nivel 5: más avanzado	Nivel 1: Básico Nivel 2: Intermedio Nivel 3: Avanzado
Evaluación de cada práctica	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Estandarizada</li> <li>• De uso normal</li> <li>• Usada a discreción del líder de proyectos</li> <li>• Nunca usada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sobresaliente</li> <li>• Calificada</li> <li>• Calificada inicialmente</li> <li>• Razonable</li> <li>• Débil</li> <li>• Pobre</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completa</li> <li>• Incompleta</li> <li>• Satisfecha-explicada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Sí</li> <li>• No</li> <li>• Satisfecha-explicada</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Completa</li> <li>• Incompleta</li> <li>• Inaplicable</li> </ul>
Complejidad del proceso de evaluación	Complejo: varios pasos	Complejo: varios pasos	Simple	Simple	Simple

## **Selección del modelo de evaluación**

Teniendo en cuenta que el objetivo final es encontrar un modelo que permita evaluar la madurez del proceso de IR de una empresa, considerando sus prácticas antes y después de la certificación ISO 9001:2008, se selecciona el modelo Uni-REPM por los siguientes motivos:

- **Alcance de la evaluación:** evalúa proyectos, lo que constituye una ventaja para el estudio a realizar porque se necesita evaluar instancias del estado de la organización en un antes y un después, para lo cual se tomarán proyectos como referencia. Modelos que cumplen con este criterio: REPM, MDREPM, Uni-REPM.
- **Proceso de evaluación:** presenta facilidad para evaluar y calificar, es sencillo llevar adelante un proceso de evaluación a través de una lista de verificación que otorga el modelo, y el proceso de calificación es simple. Modelos que cumplen con este criterio: REPM, MDREPM, Uni-REPM.
- **Tipo de prácticas a evaluar:** el modelo Uni-REPM evalúa prácticas tanto para proyectos de desarrollo a medida como proyectos de desarrollo orientado al mercado, y las empresas a evaluar presentan desarrollos de ambos tipos. Mientras que el modelo REPM solo evalúa prácticas de desarrollo a medida, y el modelo MDREPM sólo evalúa prácticas de desarrollo orientado al mercado.

## **Modelo Uni-REPM**

El modelo Uni-REPM se estructura en áreas, subáreas y acciones.

Las áreas que lo componen son: Apoyo de la Organización, Proceso de Gestión de Requerimientos, Elicitación de Requerimientos, Análisis de Requerimientos, Planificación de la Entrega, Especificación de Requerimientos y Documentación, Validación de Requerimientos.

A continuación se presenta una descripción de cada una de ellas, junto a las subáreas y acciones que la componen, como así también el nivel al que pertenece cada acción [49].

### **Análisis de Requerimientos (AR)**

Los requerimientos obtenidos desde diferentes fuentes deben ser analizados para detectar aquellos que sean incompletos o incorrectos, así como para estimar la información necesaria para las actividades posteriores (por ejemplo, riesgo, prioridades). Además, se recomienda realizar un análisis para descartar los requerimientos irrelevantes y así, evitar la pérdida de tiempo en los pasos que siguen.

#### **Subárea: Acciones generales (AG)**

*Acciones:*

- Realizar análisis de riesgo de requerimientos – Nivel 1.
- Realizar priorización sistemática de requerimientos a nivel de proyecto – Nivel 2.
- Analizar relaciones de requerimientos – Nivel 2.
- Identificar los requerimientos irrelevantes para descartarlos tempranamente (in/out

scope OR Triage) – Nivel 2.

- Analizar la fuerza de las relaciones entre los requerimientos – Nivel 2.
- Realizar refinamiento y abstracción a nivel de los requerimientos – Nivel 3.

**Subárea: Problemas y Análisis de Soluciones (AS)**

*Acciones:*

- Prototipado – Nivel 1.
- Realizar modelado de sistemas – Nivel 3.

**Subárea: Análisis de Calidad de Requerimientos (AC)**

En este paso, los requerimientos elicitados serán analizados con el fin de asegurar sus aspectos de calidad tales como integridad, exactitud y capacidad de prueba.

*Acciones:*

- Analizar requerimientos dobles y faltantes – Nivel 1.
- Analizar requerimientos ambiguos – Nivel 1.
- Analizar que los requerimientos sean correctos – Nivel 1.
- Analizar que los requerimientos sean testeables – Nivel 1.

**Apoyo de la Organización (AO)**

Esta área de proceso principal evalúa el apoyo que se le brinda a las prácticas de IR por parte de la organización en la que se encuentra.

**Subárea: Acciones generales (AG)**

*Acciones:*

- Crear un glosario de términos de todo el producto – Nivel 1.
- Capacitar al personal en el proceso de gestión de requerimientos y nivel de especialidad – Nivel 2.

**Subárea: Estrategias (ES)**

Ciertas decisiones o prácticas estratégicas influyen en el proceso de IR, especialmente en el caso de los productos orientados al mercado.

*Acciones:*

- Definir estrategias a nivel de producto – Nivel 2.
- Definir planes de trabajo del producto – Nivel 2.
- Comunicar estrategias en la organización – Nivel 3.

**Subárea: Roles y Responsabilidades (RR)**

Para ser capaz de producir resultados repetibles y predecibles, es importante definir los roles que se ocupan de los diferentes aspectos de la IR, y las responsabilidades que éstos

roles implican. Esta información debe ser documentada en un lugar central y todos deben saber dónde y cómo acceder a ella.

*Acciones:*

- Asignar responsable del proceso de requerimiento – Nivel 1.
- Definir roles y responsabilidades para los procesos de desarrollo y gestión de requerimientos – Nivel 2.
- Definir roles y responsabilidades para el nivel de planificación del lanzamiento – Nivel 2.
- Definir roles y responsabilidades para el control de cambios – Nivel 2.
- Definir roles y responsabilidades para la gestión de productos – Nivel 3.

### **Documentación y Especificación de Requerimientos (DR)**

Esta área aborda la manera en que una empresa organiza sus requerimientos, y otros conocimientos obtenidos en el proceso de IR, en documentos consistentes, accesibles y revisables. La Especificación de Requerimientos de Software (ERS) contiene los requerimientos funcionales y de calidad detallados del producto.

#### ***Subárea: Acciones generales (AG)***

*Acciones:*

- Establecer una estructura estandarizada para la SRS – Nivel 1.
- Definir atributos de requerimientos – Nivel 1.
- Definir estado de requerimientos – Nivel 2.
- Documentar la razón de los requerimientos – Nivel 2.
- Registrar los fundamentos de los requerimientos rechazados – Nivel 3.

#### ***Subárea: Entregas de Documentación (ED)***

Implica todos los entregables que se supone producirá el proceso de IR. Se deben definir los entregables que se esperan del proceso de IR como requisitos para el proyecto en sí. Estas actividades se pueden hacer con miembros de otras fases del proceso, que utilizarán esta información más tarde.

*Acciones:*

- Definir entregables de documentación de usuario – Nivel 2.
- Definir entregables de documentación del sistema – Nivel 2.
- Definir entregables de documentación de gestión – Nivel 3.

### **Elicitación de Requerimientos (ER)**

Elicitación es el proceso de descubrir, comprender, anticipar y prever las necesidades y deseos de los posibles interesados a fin de transmitir esta información a los desarrolladores de

sistemas. Las posibles partes interesadas pueden incluir a los clientes, usuarios finales y otras personas que tienen el interés en el desarrollo del sistema. En el proceso, el dominio de la aplicación y conocimiento de la organización son necesarias, entre otras cosas.

#### ***Subárea: Acciones Generales (AG)***

##### *Acciones:*

- Elicitar requerimientos de calidad – Nivel 1.
- Calificar y cuantificar requerimientos de calidad – Nivel 2.
- Los objetivos de negocio guían el foco de la elicitación – Nivel 2.
- Usar técnicas de elicitación apropiadas de acuerdo a la situación – Nivel 2.
- Usar artefactos para facilitar la elicitación – Nivel 2.
- Crear canales de elicitación a fuentes de requerimientos – Nivel 3.
- Reutilización de requerimientos – Nivel 3.

#### ***Subárea: Consideración y Conocimiento del Dominio (CD)***

Para descubrir con exactitud los requerimientos de los sistemas se requiere conocer el dominio de la aplicación, la organización y otros conocimientos específicos.

##### *Acciones:*

- Elicitar información sobre las restricciones de dominio del sistema – Nivel 1.
- Elicitar información sobre infraestructura técnica del Sistema – Nivel 1.
- Elicitar información sobre procesos de negocio del sistema – Nivel 1.
- Elicitar información sobre el dominio operacional del Sistema – Nivel 1.
- Elicitar información sobre los límites del sistema – Nivel 1.
- Considerar las influencias sociopolíticas sobre las fuentes de Requerimientos – Nivel 2.

#### ***Subárea: Identificación de Stakeholders y Fuentes de Requerimientos (IS)***

Los stakeholders son las personas que tienen interés en el producto. Con el fin de hacer la IR exitosa, es importante identificar a quién nos gustaría escuchar y qué fuente de información se puede mirar a los efectos de obtener los requerimientos del sistema.

##### *Acciones:*

- Identificar e involucrar stakeholders relevantes – Nivel 1.
- Distinguir entre diferentes tipos de stakeholders – Nivel 1.
- Identificar otras fuentes de requerimientos – Nivel 1.

#### **Proceso de Gestión de Requerimientos (GR)**

Esta área cubre todas las actividades para administrar los requerimientos, controlar los cambios en ellos, garantizar la organización del proceso y la coherencia entre sus miembros.

### **Subárea: Acciones Generales (AG)**

#### *Acciones:*

- Definir y mantener los procesos de desarrollo y gestión de requerimientos – Nivel 1.
- Introducir Herramienta de soporte para el Desarrollo y Gestión de requerimientos – Nivel 1.
- Involucrar varias perspectivas en el proceso de desarrollo y gestión de requerimientos – Nivel 2.

### **Subárea: Comunicación y Negociación de Requerimientos (CR)**

Un aspecto importante en el proceso de gestión de requerimientos es asegurar la coherencia entre los equipos y miembros del equipo. Se recomienda establecer una base de comunicación adecuada entre las partes involucradas para reducir las brechas de comunicación (malentendidos, conflictos).

#### *Acciones:*

- Establecer una comunicación efectiva con los emisores de Requerimientos – Nivel 1.
- Obtener un entendimiento común de los requerimientos entre los diferentes roles involucrados – Nivel 3.

### **Subárea: Gestión de la Configuración (GC)**

Cuando se trabaja con un gran número de requerimientos que continuamente están cambiando, se debe administrar la configuración de ellos para apoyar la trazabilidad y evitar la confusión.

#### *Acciones:*

- Administrar versiones de requerimientos – Nivel 1.
- Línea base de requerimientos – Nivel 1.
- Definir un proceso para control de cambios – Nivel 2.
- Seguimiento de las solicitudes de cambio – Nivel 2.

### **Subárea: Política de Trazabilidad de Requerimientos (TR)**

En todo el proceso de IR los requerimientos van sufriendo cambios. Con el fin de garantizar la consistencia del sistema, es importante prepararse para esos casos, por lo que siempre se debe poder rastrear desde los requerimientos a otros artefactos del proyecto, y viceversa, para aplicar los cambios necesarios.

#### *Acciones:*

- Identificación unívoca de cada requerimiento – Nivel 1.
- Documentar fuentes de requerimientos – Nivel 1.
- Definir las políticas de trazabilidad – Nivel 2.
- Documentar las relaciones de requerimientos – Nivel 2.
- Documentar el impacto de requerimientos en otros artefactos – Nivel 2.

### ***Planificación del Lanzamiento (PL)***

La planificación del lanzamiento cubre los pasos cruciales para determinar el conjunto óptimo de requerimientos para una versión del producto.

#### ***Subárea: Acciones Generales (AG)***

*Acciones:*

- Sincronizar el plan de lanzamiento con el plan de producto – Nivel 2.
- Involucrar a diferentes perspectivas en la planificación de lanzamiento – Nivel 2.
- Post-evaluación de selección de requerimientos – Nivel 3.
- Plan de múltiples lanzamientos a intervalos predefinidos – Nivel 3.

#### ***Subárea: Selección de Requerimientos (SR)***

*Acciones:*

- Empaquete los requerimientos en una liberación – Nivel 1.
- Estimar costo y valor de los requerimientos – Nivel 2.
- Realizar priorización de requerimientos a nivel pre-proyecto basado en varias dimensiones – Nivel 2.

### ***Validación de Requerimientos (VR)***

Este proceso consiste en controlar los requerimientos documentados contra los estándares de calidad definidos y las necesidades reales de los stakeholders. Se asegura que los requerimientos documentados son completos, correctos, consistentes y sin ambigüedades.

#### ***Subárea: Acciones Generales (AG)***

*Acciones:*

- Validar los requerimientos con los stakeholders relevantes – Nivel 1.
- Usar un checklist para asegurar la calidad de los requerimientos – Nivel 1.
- Revisión de requerimientos – Nivel 2.
- Organizar inspecciones – Nivel 3.
- Desarrollar casos de prueba o manuales de usuario preliminares – Nivel 3.
- Usar modelo de sistema parafraseado – Nivel 3.
- Definir criterios de aceptación y test de aceptación – Nivel 3.



## Capítulo 6: Metodología

En este capítulo se detalla la metodología seguida para obtener los resultados presentados.

La metodología seguida para lograr los objetivos propuestos, se basa en las pautas metodológicas que caracterizan un enfoque de investigación cuantitativo, según Sampieri [50].

Dentro de este enfoque, el tipo de investigación comprende los tipos descriptivos y explicativos, según la etapa que se aborda.

El proceso de investigación comprendió dos etapas:

La primera cuyo objetivo es la caracterización de las empresas y los proyectos ha evaluar, consistió en un estudio de tipo transversal descriptivo, en el cual:

Se consideró como unidad de análisis a las empresas desarrolladoras de software de la región NEA.

Se determinó una muestra no probabilista basada en los criterios de la investigación, esto es, se seleccionaron las empresas que certificaron procesos que incluyen la IR y, que al momento de realizar las entrevistas (Junio 2012), mantenían el sistema de gestión de la calidad bajo la norma ISO 9001:2008. Con este criterio se seleccionaron las siguientes empresas: CONINFO.NET S.A., DESARROLLOS NEA S.R.L., IPCORP S.R.L., SOLUCIONES PALM S.A. y ALIARE S.R.L.

Se diseñó un instrumento de recolección de datos en forma de cuestionario, el cual incluye las variables que se consideran en el estudio. El modelo de cuestionario puede observarse en el Anexo I.A. El diseño está basado en el conocimiento que surge del marco teórico que se describió anteriormente. Para asegurar su validez, se realizó en primer lugar una prueba piloto con una empresa de software, de la cual surgieron los ajustes necesarios en función de los objetivos de la investigación.

Se realizaron entrevistas personales, basadas en el cuestionario, a representantes calificados de las empresas (gerentes o directores de las empresas, responsable de análisis y diseño, responsable de calidad).

Las entrevistas se llevaron a cabo entre los meses de mayo y junio de 2012. Es importante resaltar que en este paso se solicitó a las empresas que seleccionen dos proyectos para ser evaluados, uno realizado antes y otro realizado después de la certificación de calidad.

Las entrevistas se orientaron a obtener la siguiente información: a) Datos de la empresa: localización, año de inicio de operaciones, tipo de servicio brindado, rubro de productos ofrecidos, b) Datos de los recursos humanos: cantidad, clasificación según lugar de trabajo y según dedicación, nivel de instrucción; Y c) Datos de los proyectos precertificación y poscertificación: duración, cantidad de personas, tipo de proyecto, modelo de ciclo de vida del desarrollo, roles involucrados.

Los datos obtenidos se procesaron con una planilla de cálculo y se obtuvieron los estadísticos descriptivos y los gráficos correspondientes, que se muestran en el capítulo 7.

La segunda etapa, cuyo objetivo fue la evaluación de la madurez de los procesos de IR en los proyectos de las empresas, según el modelo Uni-REPM, en un estudio de tipo transversal explicativo, en el cual:

Se consideró como unidad de análisis a los proyectos pre y post certificación ISO 9001 de las empresas desarrolladoras de software seleccionadas.

El instrumento de recolección de datos es un cuestionario tipo checklist, que se compone de una serie de preguntas tendientes a determinar si se cumplen, no se cumplen o no aplican las buenas prácticas recomendadas por el modelo. El modelo de cuestionario puede observarse en el Anexo I.B.

Se realizaron entrevistas personales, basadas en el cuestionario, a los representantes calificados de las empresas que podían responder por las características de los proyectos. El entrevistador, conocedor del modelo, explicó cada práctica y junto con el entrevistado acordaron la valoración que correspondía en cada caso.

El proceso de aplicación del modelo Uni-REPM, también fue asistido por planillas de cálculo, en las que se volcaron los datos para cada empresa, y se indicó el valor obtenido para cada acción, tanto para el proyecto precertificación como para el poscertificación. De esa manera se obtuvo en primer lugar el nivel de cada empresa por subárea, por área, y finalmente el nivel de madurez del proceso de IR de cada empresa.

Luego se totalizaron los valores de cada acción por empresa, a los efectos de conocer el comportamiento global de cada acción entre los proyectos precertificación y los poscertificación.

Los resultados obtenidos se muestran en el capítulo 8.

## Capítulo 7: Resultados de la caracterización de empresas y proyectos

En este capítulo se describen las características de las empresas seleccionadas y de los proyectos elegidos por éstas para ser evaluados.

### Caracterización de las empresas

Del análisis de los datos relevados se obtuvieron los siguientes resultados:

#### *Ubicación y antigüedad*

Por cuestiones de confidencialidad de la información, en este trabajo las empresas serán denominadas por un alias, en este caso, las primeras letras del alfabeto.

Todas las empresas se localizan en la ciudad de Corrientes Capital, provincia de Corrientes, Argentina, e iniciaron sus operaciones entre el año 2000 y el 2008. En promedio tienen 8 años de trayectoria, siendo la más antigua de 12 años y la más reciente de 4 años (Tabla 5).

**Tabla 5.** Año de inicio de operaciones

Empresa	Año de inicio	Antigüedad en años	Observaciones
A	2004	8	
B	2008	4	Más reciente
C	2003	9	
D	2000	12	Más antigua
E	2006	6	
<b>Promedio</b>		<b>8</b>	

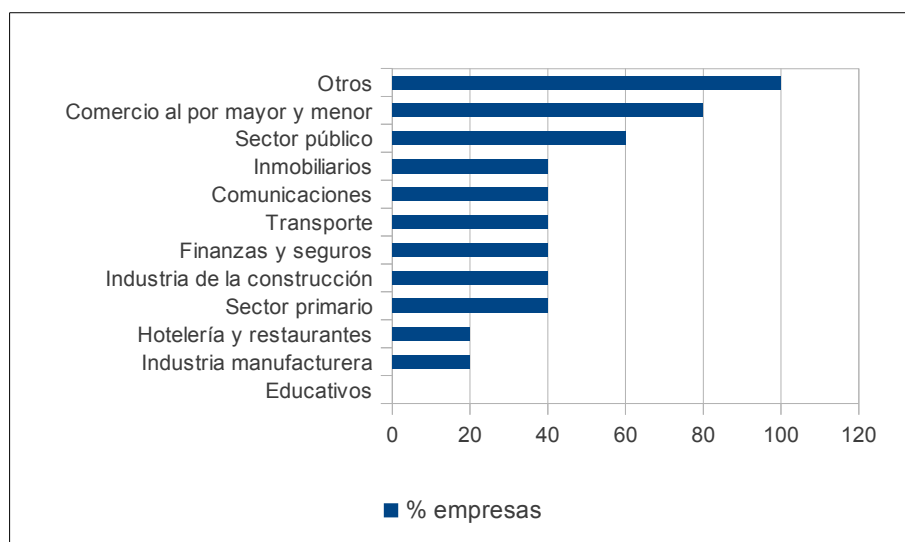
#### *Tipo de servicio*

El principal servicio ofrecido por estas empresas es el desarrollo de software a medida, seguido por la implementación y puesta a punto de productos de software, y el soporte y asistencia de productos de software. También ofrecen actualización de productos de software y otros servicios relacionados, entre los que figuran capacitación, alojamiento de sitios web, y streaming de audio y video. Le sigue el desarrollo de productos de software (enlatados), servicios informáticos de valor agregado (consultorías), y en menor medida servicios brindados mediante el uso de software, y desarrollo de software embebido en equipos electrónicos.

#### *Rubro de los productos*

El 80% de las empresas se orienta al comercio, el 60% de las empresas ofrece soluciones para el sector público, un 40% lo hace para el sector primario, industria de la construcción, finanzas y seguros, transporte, comunicaciones e inmobiliarios; un 20% de las empresas cubre

necesidades de software de la industria manufacturera, hotelería y restaurantes. Ninguna empresa manifestó abarcar el rubro educación. Todas cubren otros rubros no contemplados en las opciones de respuestas de la pregunta realizada, entre los que se encuentran los medios de comunicación, el sector de la salud, y otras empresas de servicios, como seguridad y náutica (Figura 2).



**Figura 2.** Rubro cubierto por las empresas

### **Recursos humanos**

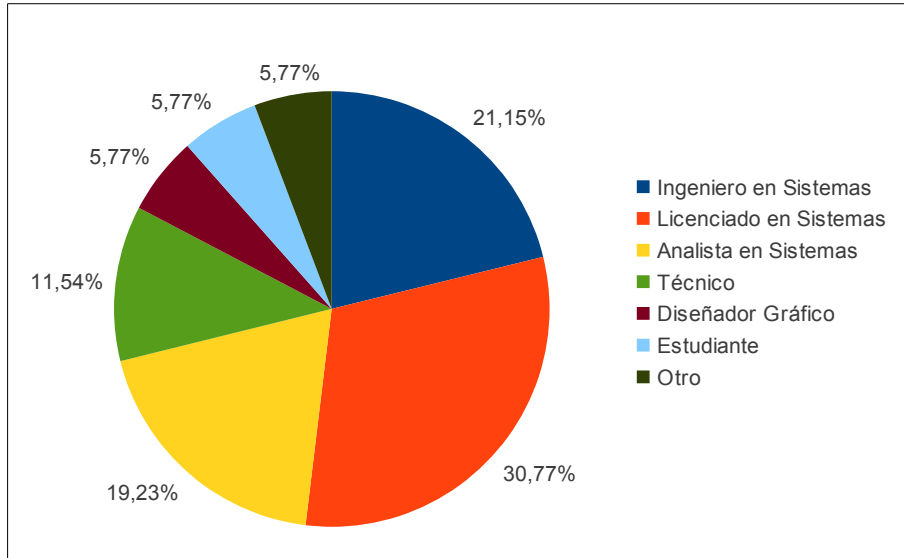
La cantidad promedio de empleados de las empresas es de diez, de los cuales el 92% se encuentra trabajando en el lugar físico de la empresa, y un 8% a distancia. De ellos un 48% trabaja a tiempo completo y un 52% a tiempo parcial, dos empresas tienen la mayor parte del personal a tiempo completo, y tres tienen la mayor parte a tiempo parcial (Tabla 6).

**Tabla 6.** Cantidad de empleados

<b>Empresas:</b>	<b>A</b>	<b>B</b>	<b>C</b>	<b>D</b>	<b>E</b>	<b>Promedio</b>
Cantidad de empleados	14	12	8	12	6	<b>10,4</b>
Cantidad trabajando en instalaciones de la Empresa	14	11	8	10	5	<b>9,6</b>
Cantidad trabajando a distancia	0	1	0	2	1	<b>0,8</b>
% trab. en instalaciones de la empresa	100%	92%	100%	83%	83%	<b>92%</b>
% trab. a distancia	0%	8%	0%	17%	17%	<b>8%</b>
Cantidad a tiempo completo	10	1	2	12	2	<b>5,4</b>
Cantidad a tiempo parcial	4	11	6	0	4	<b>5</b>
% a tiempo completo	71%	8%	25%	100%	33%	<b>48%</b>
% a tiempo parcial	29%	92%	75%	0%	67%	<b>52%</b>

En cuanto al nivel de instrucción, los recursos humanos (RRHH) tienen en su mayoría un título universitario relacionado a los Sistemas de Información, los Licenciados en Sistemas

representan el 30,77%, los Ingenieros en Sistemas son el 21,15%, le siguen con un 19,23% los Analistas de Sistemas o Programadores de Aplicaciones, 11,54% son Técnicos, 5,77% Diseñadores Gráficos, 5,77% estudiantes, y 5,77% corresponde a otro nivel de instrucción, relacionados a la administración, marketing, o área comercial de la empresa. La Figura 3 presenta esta información.

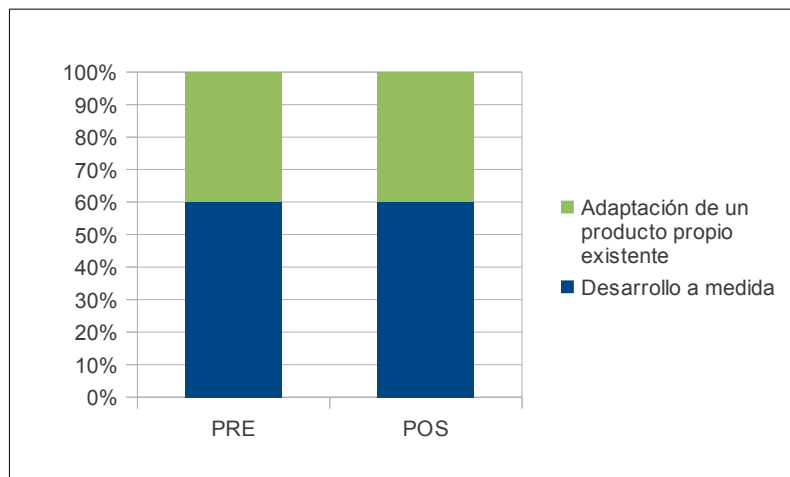


**Figura 3.** Nivel de instrucción de los RRHH

### **Caracterización de los proyectos**

Se denominarán proyectos precertificación (PRE) a aquellos que se realizaron antes de la certificación de la norma ISO 9001:2008 y proyectos poscertificación (POS) a los realizados en un período posterior a la certificación de la norma mencionada.

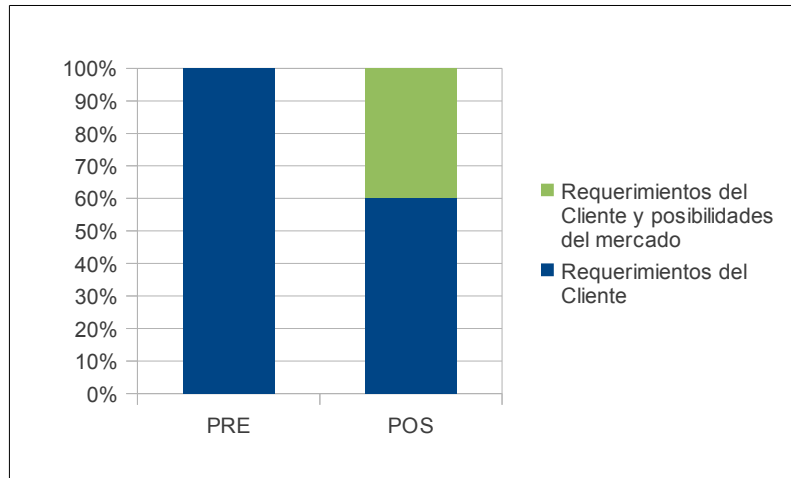
El 60% de las empresas seleccionó un proyecto de desarrollo a medida y el 40% eligió un proyecto de adaptación de un producto propio existente (Figura 4), todas las empresas eligieron el mismo tipo de proyecto para el caso de precertificación y poscertificación .



**Figura 4.** Tipo de proyecto

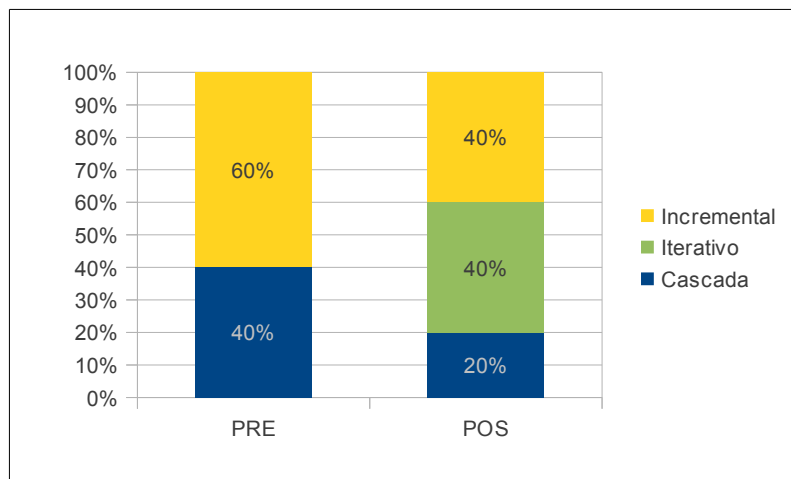
El punto de partida para obtener los requerimientos del proyecto fueron: en los proyectos de precertificación, los requerimientos del cliente en un 100%; en los de poscertificación, un 60%

fueron los requerimientos del cliente, y un 40% una combinación de los requerimientos del cliente con las posibilidades del mercado (Figura 5).



**Figura 5.** Punto de partida

En relación al modelo de ciclo de vida aplicado a los proyectos, en los de precertificación se impuso el modelo incremental con un 60%, mientras que el 40% restante siguió un modelo en cascada. Los proyectos de poscertificación se llevaron adelante con un modelo de ciclo de vida incremental (40%), iterativo (40%) y en cascada (20%). La Figura 6 presenta esta información.

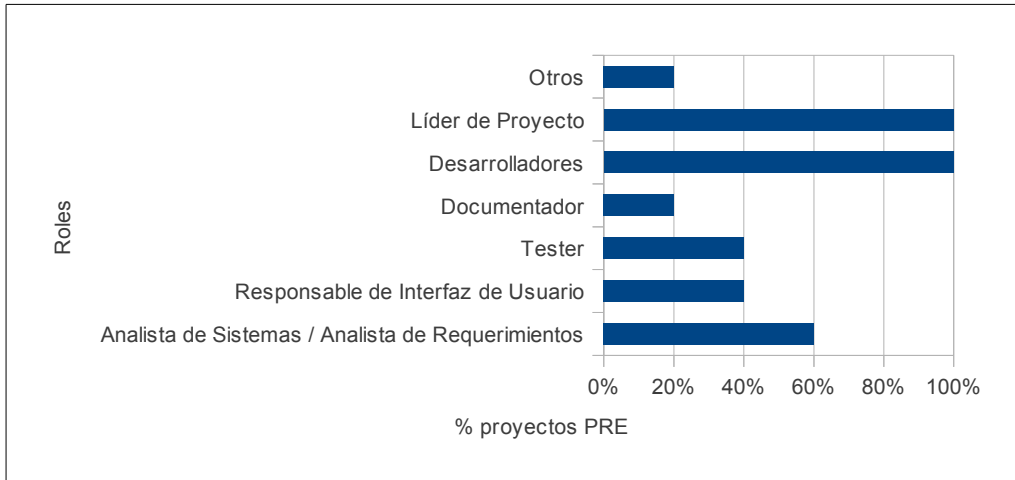


**Figura 6.** Modelo de ciclo de vida

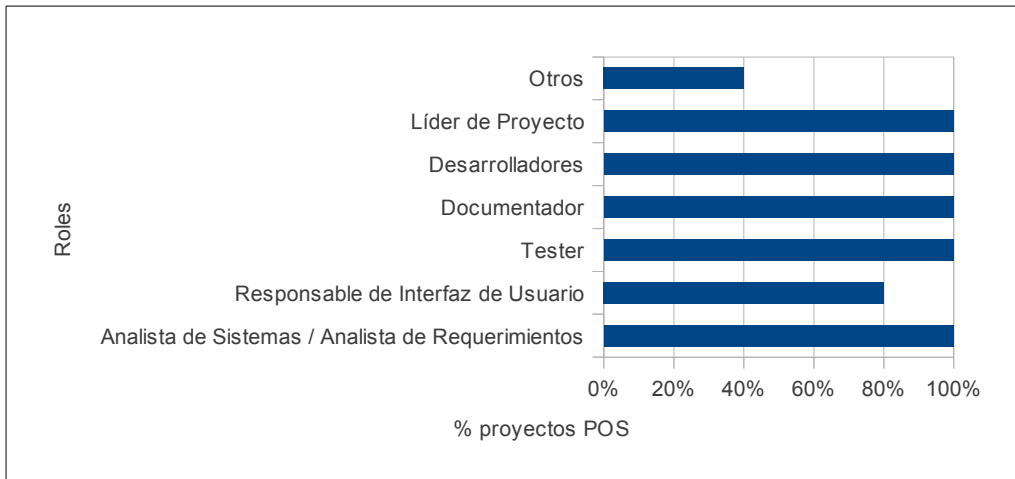
La duración de los proyectos fue de 1 a 18 meses, y el tiempo de diferencia entre los proyectos de precertificación y de poscertificación en una misma empresa estuvo entre los 0 y 6 meses. La cantidad de personas involucradas en los proyectos varió de 2 a 6 personas por proyecto.

En referencia a los roles del equipo de desarrollo, en los proyectos de precertificación todos contaban con desarrolladores y líder de proyecto. Además, un 60% de los proyectos incluyó el rol de analista de sistemas o requerimientos, un 40% el rol de responsable de interfaz de usuario y tester, y un 20% contó con documentador y otros roles (Figura 7).

Para los proyectos de poscertificación todos contaron con líder de proyecto, desarrollador, analista de sistemas o requerimientos, tester, y documentador; un 80% de los proyectos cubrió el rol de responsable de interfaz de usuario, y un 40% mencionó contar con otros roles, como implementador y capacitador (Figura 8).



**Figura 7.** Roles en proyectos precertificación



**Figura 8.** Roles en proyectos poscertificación

## Capítulo 8: Evaluación del nivel de madurez del proceso de Ingeniería de Requerimientos

En este capítulo se describen los indicadores obtenidos de la evaluación de la madurez del proceso de IR basada en el modelo Uni-REPM. Además, se presentan los resultados de la evaluación y la discusión de los mismos.

### ***Indicadores obtenidos***

Con los resultados de la evaluación, se obtuvieron los siguientes indicadores por empresa:

- **Nivel de madurez alcanzado del proceso de IR para proyectos precertificación y poscertificación:** como indica el modelo Uni-REPM un proyecto alcanza un nivel de madurez determinado si todas las prácticas de dicho nivel y las del nivel anterior se cumplen o son inaplicables.
- **Nivel de madurez alcanzado por área de IR para proyectos precertificación y poscertificación:** se analiza el cumplimiento de las prácticas por áreas.
- **Nivel de madurez alcanzado por subárea de IR para proyectos precertificación y poscertificación:** se analiza el cumplimiento de las prácticas por subáreas.
- **Acciones mejoradas entre el proyecto precertificación y el proyecto poscertificación:** se consideran aquellas prácticas que en el proyecto precertificación estaban incompletas y en el proyecto poscertificación están completas; es decir, siendo aplicables al tipo de proyecto no se implementaron antes de la certificación y sí después de la certificación.
- **Acciones incompletas en el proyecto poscertificación:** se encuentran aquellas prácticas que en el proyecto poscertificación están incompletas; es decir, que son aplicables al proyecto pero no se implementaron.

En el Anexo I.C se encuentran los resultados por empresa.

Para este trabajo, se reemplazaron los dos últimos indicadores: acciones mejoradas y acciones incompletas, por las observaciones del cumplimiento de las acciones, en donde se consideran todos los posibles valores que pueden asumir éstas, ya que dentro de esos valores se encuentran incluidos los casos de acciones mejoradas y acciones incompletas.

### ***Resultados y discusión***

A continuación, se muestran los resultados de la evaluación Uni-REPM.

#### ***Nivel de madurez del proceso IR por proyecto***

Los resultados de la evaluación por proyecto se presentan en la Tabla 7. Por cada empresa se indica el total de acciones que le corresponde a cada nivel del modelo Uni-REPM, y la cantidad de acciones completas e inaplicables resultantes de la evaluación para los proyectos precertificación (PRE) y poscertificación (POS). Se muestran sólo las acciones completas e



inaplicables porque éstas son las que considera el modelo Uni-REPM para medir la madurez del proceso de IR. Al final de cada empresa, se muestran los valores totales sin discriminar el nivel de madurez.

**Tabla 7.** Resultados de evaluación por proyecto

Empresas	Nivel Uni-REPM	Total de Acciones	PRE		POS	
			Completas	Inaplicables	Completas	Inaplicables
Empresa A	1	29	10	2	18	1
	2	30	4	9	12	7
	3	15	0	5	4	4
	Total A	74	14	16	34	12
Empresa B	1	29	2	1	13	1
	2	30	2	8	7	8
	3	15	0	4	2	4
	Total B	74	4	13	22	13
Empresa C	1	29	9	1	18	1
	2	30	9	2	16	2
	3	15	2	1	6	1
	Total C	74	20	4	40	4
Empresa D	1	29	15	1	21	1
	2	30	10	7	20	7
	3	15	3	4	6	4
	Total D	74	28	12	47	12
Empresa E	1	29	11	0	21	0
	2	30	2	0	17	0
	3	15	5	0	7	0
	Total E	74	18	0	45	0

En la Tabla 7 se puede observar que las empresas C y E tienen menos acciones inaplicables que el resto. Esto se debe a que los proyectos evaluados son de desarrollo orientados al mercado. El modelo Uni-REPM incluye doce acciones específicas para este tipo de desarrollo, por lo cual las empresas que seleccionaron este tipo de desarrollo tendrán menos acciones inaplicables que las que presentan proyectos de desarrollo a medida, las que tendrán, por lo menos, doce acciones inaplicables porque no se corresponden con el tipo de desarrollo.

Como se mencionó anteriormente, el modelo Uni-REPM considera las acciones completas e inaplicables como válidas para alcanzar la madurez, ya que se alcanza un nivel determinado si

se cumplen todas las prácticas de ese nivel y las del nivel anterior, o bien, las prácticas son inaplicables. Con esto, se puede obtener un indicador de madurez:

$$madurez = \frac{acciones\ completas + acciones\ inaplicables}{total\ de\ acciones}$$

Si al indicador anterior le aplicamos porcentaje, entonces se obtiene el porcentaje de madurez.

La Tabla 8 presenta los resultados de la evaluación en términos del indicador de madurez propuesto, expresado en porcentaje, es decir porcentaje de madurez. La diferencia de madurez entre los proyectos pre y pos certificación permite visualizar la mejora, y se la llama Crecimiento de Madurez. Al final de cada empresa se muestran los valores totales sin discriminar por nivel, a los efectos de conocer qué empresa presentó mayor crecimiento.

**Tabla 8.** Crecimiento de la madurez por empresa y proyecto

<b>Empresas</b>	<b>Nivel Uni-REPM</b>	<b>Total de Acciones</b>	<b>% Madurez PRE</b>	<b>% Madurez POS</b>	<b>% Crecimiento de Madurez</b>
Empresa A	1	29	41,38%	65,52%	24,14%
	2	30	43,33%	63,33%	20,00%
	3	15	33,33%	53,33%	20,00%
	Total A	74	40,54%	62,16%	21,62%
Empresa B	1	29	10,34%	48,28%	37,93%
	2	30	33,33%	50,00%	16,67%
	3	15	26,67%	40,00%	13,33%
	Total B	74	22,97%	47,30%	24,32%
Empresa C	1	29	34,48%	65,52%	31,03%
	2	30	36,67%	60,00%	23,33%
	3	15	20,00%	46,67%	26,67%
	Total C	74	32,43%	59,46%	27,03%
Empresa D	1	29	55,17%	75,86%	20,69%
	2	30	56,67%	90,00%	33,33%
	3	15	46,67%	66,67%	20,00%
	Total D	74	54,05%	79,73%	25,68%
Empresa E	1	29	37,93%	72,41%	34,48%
	2	30	6,67%	56,67%	50,00%
	3	15	33,33%	46,67%	13,33%
	Total E	74	24,32%	60,81%	36,49%

Se puede observar en la Tabla 8 que todas las diferencias son positivas, lo que indica que todas mejoraron las prácticas de IR.

La empresa D es la que mayores porcentajes de madurez presenta antes de la certificación. Es la empresa de mayor antigüedad y de las entrevistas surge que contaban con procesos definidos antes de la certificación. En este caso, la norma ISO 9001:2008 contribuyó principalmente con el registro de evidencias. Esta empresa es la que más cerca está de alcanzar el nivel 1 de madurez Uni-REPM.

La empresa E es la que presenta mayor crecimiento. A pesar de contar con una antigüedad menor al promedio, se destaca por desarrollar productos orientados al mercado, y poseer un segmento de mercado muy específico.

La empresa A es la que menor crecimiento presentó en los proyectos pre y pos certificación. En tanto que, la empresa B es la que más lejos está de alcanzar el primer nivel de madurez Uni-REPM.

### Representación gráfica

Para mejorar la comprensión de los valores resultantes de la evaluación, se presentan dos gráficos por empresa: uno para los resultados de la evaluación del proyecto precertificación y otro para el del proyecto poscertificación. Este gráfico es una adaptación del que recomienda el autor del modelo REPM, predecesor de Uni-REPM, en [51].

Cada gráfico contiene una línea que representa la mejor calificación según el modelo, y corresponde a la cantidad de acciones definidas por nivel de madurez en Uni-REPM. Además para cada nivel, se representan mediante barras apiladas, las acciones completas e inaplicables para el proyecto evaluado. Se interpreta que cuánto más cerca de la línea azul esté la barra, más cerca de alcanzar la madurez establecida por el modelo Uni-REPM está el proyecto.

Los resultados de la empresa A (Figura 9), muestran que el proyecto poscertificación tiene más acciones completas que el proyecto precertificación.

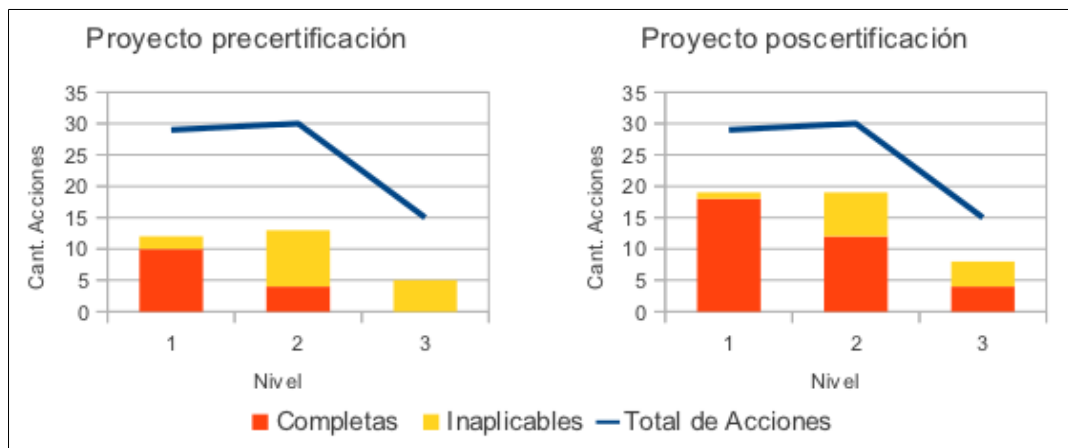
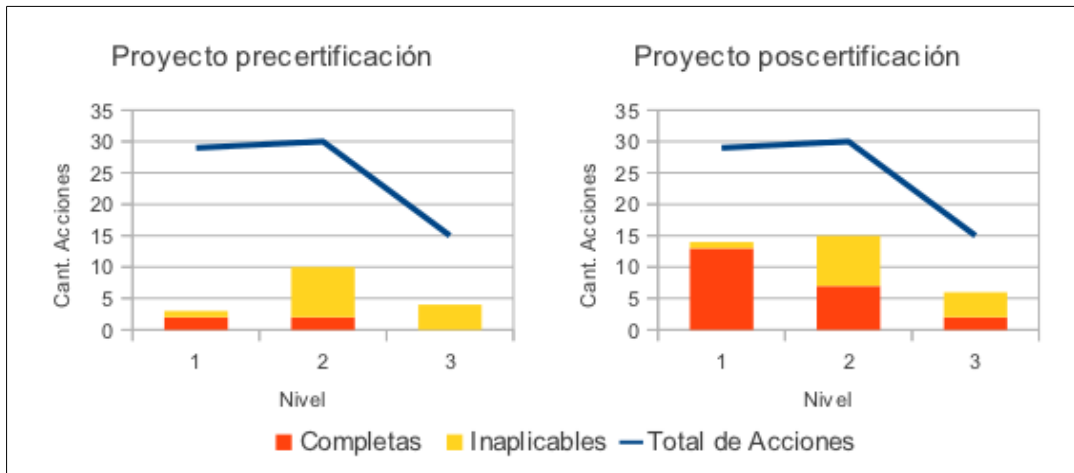


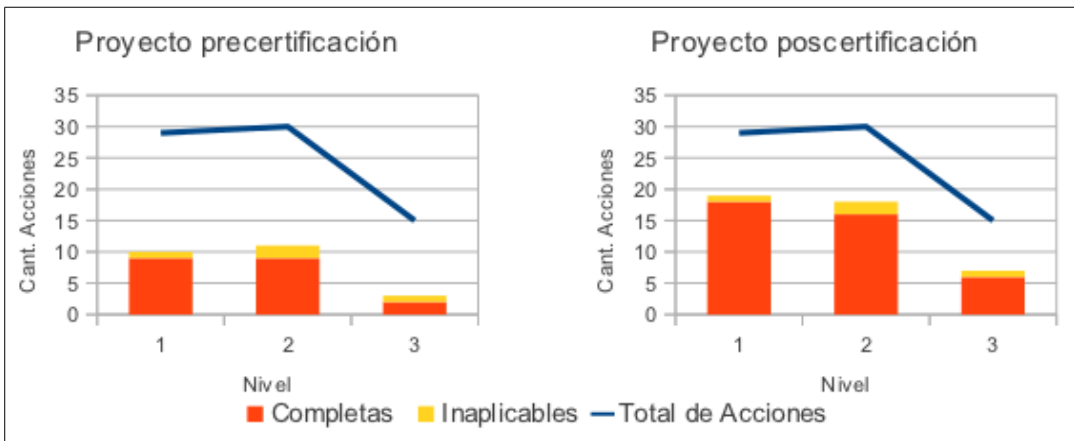
Figura 9. Resultados de la evaluación para la empresa A

Para la empresa B se muestran los resultados en la Figura 10.



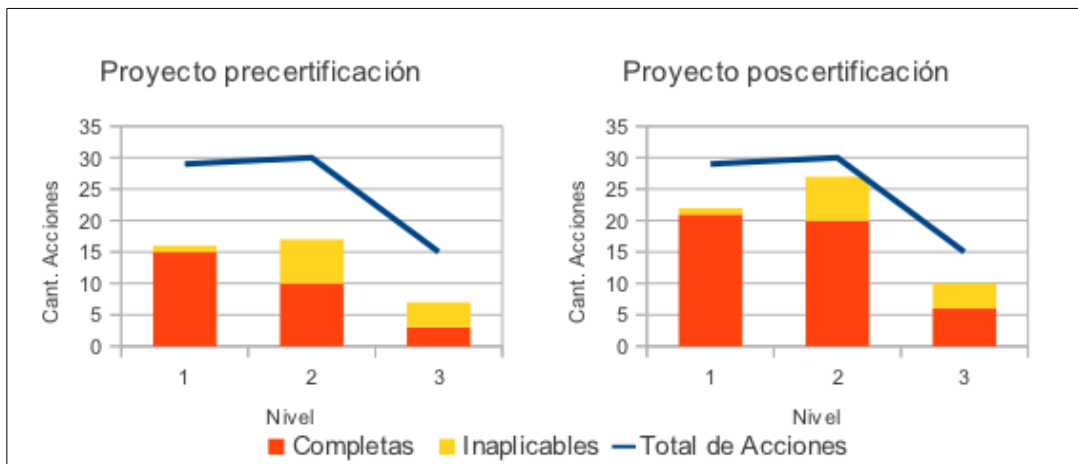
**Figura 10.** Resultados de la evaluación para la empresa B

Los resultados de la empresa C se representan en Figura 11.



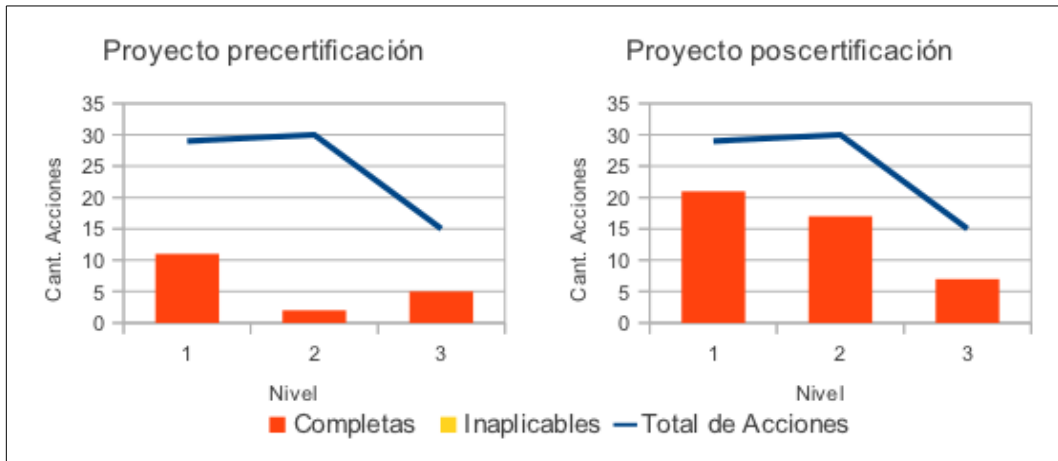
**Figura 11.** Resultados de la evaluación para la empresa C

Para la empresa D se muestran los resultados en Figura 12.



**Figura 12.** Resultados de la evaluación para la empresa D

Los resultados de la empresa E se visualizan en Figura 13.



**Figura 13.** Resultados de la evaluación para la empresa E

De los gráficos de las empresas, se puede observar que ninguna alcanzó el nivel uno del modelo Uni-REPM. Sin embargo, se puede apreciar que todas las empresas presentaron mejoras.

Para identificar con mayor precisión las mejoras que tuvieron las empresas, es necesario analizar los resultados obtenidos con mayor nivel de detalle, es decir, considerar las mejoras por áreas, subáreas y prácticas.

#### ***Nivel de madurez del proceso de Ingeniería de Requerimientos por área***

En la Tabla 9, se muestra por cada área del modelo Uni-REPM, el nivel alcanzado en los proyectos precertificación (PRE) y poscertificación (POS) en cada una de las empresas. Se resaltan con fondo verde los cambios de nivel entre proyectos de una misma empresa, a fin de visualizar las áreas que involucran.

Cada número representa el nivel de madurez alcanzado, que puede ir del 0 al 3, donde 0 significa que no alcanzó el primer nivel de madurez propuesto por el modelo, por ejemplo: la empresa D en el área “Apoyo de la Organización” obtuvo un nivel 0 en el proyecto precertificación y un nivel 3 en el proyecto poscertificación, lo que significa que tuvo un crecimiento de nivel de madurez entre un proyecto y otro.

**Tabla 9.** Resultados de evaluación - nivel alcanzado por áreas

Empresas	A		B		C		D		E	
	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS
Análisis de Requerimientos (AR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Apoyo de la Organización (AO)	0	1	0	1	0	1	0	3	0	3
Documentación y Especificación de Requerimientos (DR)	0	1	0	1	0	1	0	3	0	1
Elicitación de Requerimientos (ER)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	1
Gestión de Proceso de Requerimientos (GR)	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
Planificación del Lanzamiento (PL)	N/A	N/A	N/A	N/A	0	1	N/A	N/A	0	0
Validación de Requerimientos (VR)	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Se puede observar que todas las empresas mejoraron en las áreas:

- Apoyo de la Organización
- Documentación y Especificación de Requerimientos

Algunas empresas mejoraron en las áreas:

- Elicitación de Requerimientos
- Gestión de Proceso de Requerimientos
- Planificación del Lanzamiento.9

Ninguna empresa mejoró en las áreas:

- Análisis de Requerimientos
- Validación de Requerimientos

### ***Nivel de madurez del proceso de Ingeniería de Requerimientos por subárea***

En la Tabla 10 se presentan los niveles alcanzados por subárea del modelo Uni-REPM. Se resalta con fondo verde el crecimiento de nivel entre proyectos de una misma empresa, a fin de visualizar las subáreas que involucran. La columna **max** indica el mayor nivel que se puede alcanzar para una subárea. No todas las subáreas alcanzan el mayor nivel en el modelo. En algunas, sus prácticas corresponden a niveles inferiores a 3. Por ejemplo, en la subárea **Análisis de Calidad de Requerimientos** del área **Análisis de Requerimientos (AR)**, todas las prácticas son de nivel 1. La columna **min** indica el menor nivel que corresponde a una

subárea, este dato es importante, ya que permite comprender porqué algunas áreas mejoran su nivel, mientras que una subárea de ella no presenta mejoras.

**Tabla 10.** Resultados de evaluación - nivel alcanzado por subáreas

Empresas			A		B		C		D		E	
Subárea	Min	Max	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS	PRE	POS
<b>Área: Análisis de Requerimientos (AR)</b>												
Acciones Generales (AG)	1	3	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0
Problemas y Análisis de Soluciones (AS)	1	3	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0
Análisis de Calidad de Requerimientos (AC)	1	1	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
<b>Área: Apoyo de la Organización (AO)</b>												
Acciones Generales (AG)	1	2	0	2	0	2	2	2	1	2	0	2
Estrategias (ES)	2	3	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A	0	3
Roles y Responsabilidades (RR)	1	3	0	1	0	1	0	3	0	3	0	3
<b>Área: Documentación y Especificación de Requerimientos (DR)</b>												
Acciones Generales (AG)	1	3	0	1	0	1	0	1	0	3	0	3
Entregas de Documentación (ED)	2	3	0	0	0	2	0	3	3	3	0	0
<b>Área: Elicitación de Requerimientos (ER)</b>												
Acciones Generales (AG)	1	3	0	0	0	0	0	1	2	2	0	1
Consideración y Conocimiento del Dominio (CD)	1	2	2	2	0	0	0	0	0	0	1	1
Identificación de Stakeholders y Fuentes de Requerimientos (IS)	1	1	1	1	0	0	0	1	0	0	1	1
<b>Área: Gestión de Proceso de Requerimientos (GR)</b>												
Acciones Generales (AG)	1	2	0	2	0	2	0	2	0	1	0	2
Comunicación y Negociación de Requerimientos (CR)	1	3	1	3	1	3	1	1	1	3	1	3
Gestión de la Configuración (GC)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	2	0	2
Política de Trazabilidad de Requerimientos (TR)	1	2	0	0	0	0	0	0	0	1	0	1
<b>Área: Planificación del Lanzamiento (PL)</b>												
Acciones Generales (AG)	2	3	N/A	N/A	N/A	N/A	0	0	N/A	N/A	0	0
Selección de Requerimientos (SR)	1	2	N/A	N/A	N/A	N/A	0	1	N/A	N/A	0	0
<b>Área: Validación de Requerimientos (VR)</b>												
Acciones Generales (AG)	1	3	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0

Del análisis realizado se desprende que todas las empresas mejoraron, o bien, ya se encontraban en el nivel más alto de las siguientes subáreas:

- Acciones Generales, Roles y Responsabilidades (Área Apoyo de la Organización - AO).
- Acciones Generales (Área Documentación y Especificación de Requerimientos - DR).
- Acciones Generales (Área Gestión de Requerimientos - GR).

Algunas empresas mejoraron en las siguientes subáreas:

- Estrategias (Área Apoyo de la Organización - AO).
- Entregas de Documentación (Área Documentación y Especificación de Requerimientos - DR).
- Acciones Generales, Identificación de Stakeholders y Fuentes de Requerimientos (Área Elicitación de Requerimientos - ER).
- Comunicación y Negociación de Requerimientos, Gestión de la Configuración, Política de Trazabilidad de Requerimientos (Área Gestión de Requerimientos - GR).
- Selección de Requerimientos (Área Planificación del Lanzamiento - PL).

Ninguna empresa mejoró en las subáreas:

- Acciones Generales, Problemas y Análisis de Soluciones, Análisis de Calidad de Requerimientos (Área Análisis de Requerimientos - AR).
- Consideración y Conocimiento del Dominio (Área Elicitación de Requerimientos - ER).
- Acciones Generales (Área Planificación del Lanzamiento - PL).
- Acciones Generales (Área Validación de Requerimientos - VR).

Se pueden realizar las siguientes observaciones:

- En el área Apoyo de la Organización (AO) todas las empresas mejoraron, sin embargo en la subárea Estrategias, de esta área, sólo algunas lo hicieron. La subárea Estrategias tiene como menor nivel el 2, es decir, no incluye prácticas de nivel 1. Se puede observar que las empresas A, B y C pasaron al nivel 1 después de la certificación, lo que significa que cumplen con todas las prácticas de nivel 1 del área en cuestión, y que no incluye prácticas de la subárea Estrategias. En la empresa D todas las prácticas de la subárea Estrategias son inaplicables y la empresa E es la única que presentó mejoras en ésta subárea.
- En el área Documentación y Especificación de Requerimientos sucede algo similar a lo explicado anteriormente, todas las empresas mejoraron en el área pero solo algunas lo hicieron en la subárea Entregas de Documentación. Esta subárea tiene como menor nivel el 2, no incluye prácticas de nivel 1. Las empresas A, B, C y E mejoraron al nivel 1 del área, es decir, cumplen con todas las prácticas de nivel 1. Las empresas B y C mejoraron la subárea Entregas de Documentación. La empresa B aunque mejoró esta subárea, no le alcanzó para tener un mayor nivel en el área, esto es porque en la otra subárea Acciones Generales no cumple con alguna práctica de nivel 2, lo que implica que no alcance dicho nivel.



### **Cumplimiento de las Acciones por empresa**

A las empresas se les envió como devolución un listado de Acciones Mejoradas y de Acciones Incompletas (Anexo I.C), como un aporte de información para sus procesos. Sin embargo, en este trabajo, se consideró necesario presentar la información con otra clasificación, para favorecer la interpretación del impacto de la norma ISO 9001:2008 en dichas acciones.

Para ello, se consideraron las distintas combinaciones de los valores resultantes de las acciones en los distintos proyectos:

- Incompleta-Incompleta (I;I): no hubo mejoras, la práctica no se implementó en el proyecto precertificación ni en el proyecto poscertificación.
- Incompleta-Completa (I;C): indica mejora, la práctica no se implementó en el proyecto precertificación, pero sí en el proyecto poscertificación.
- Completa-Completa (C;C): la acción se implementó en el proyecto precertificación y en el proyecto poscertificación, lo que indica que no habrá mejoras porque la práctica se realizaba antes de la certificación.
- Completa-Incompleta (C;I): hubo un retroceso, es decir, la práctica se llevó a cabo en el proyecto precertificación, pero no en el proyecto poscertificación.
- Inaplicable (IA): alguno de los dos proyectos tiene la acción como Inaplicable, lo que no permite comparar las acciones.

A continuación se presenta la Tabla 11 que contiene la cantidad de acciones que recaen en los valores detallados anteriormente, por empresa.

**Tabla 11.** Valores de acciones por empresa

<b>Empresa</b>	<b>(I;I)</b>	<b>(I;C)</b>	<b>(C;C)</b>	<b>(C;I)</b>	<b>IA</b>
<b>A</b>	28	16	14	0	16
<b>B</b>	39	18	4	0	13
<b>C</b>	30	20	20	0	4
<b>D</b>	15	19	28	0	12
<b>E</b>	29	27	18	0	0

### ***Cumplimiento de las Acciones para el conjunto de empresas***

Hasta el momento se presentaron resultados de la evaluación Uni-REPM para cada una de las empresas, de aquí en adelante se analiza el conjunto de las empresas del Polo IT Corrientes, para obtener valores agregados y no individuales por empresa.

La Tabla 12 muestra, para cada una de las acciones propuestas por el modelo Uni-REPM, la cantidad de empresas que caen en cada una de las categorías de cumplimiento definidas anteriormente. Un ejemplo de interpretación de estos valores es el siguiente: para la acción *Realizar análisis de riesgo de requerimientos*, que pertenece al nivel 1, hay 4 empresas en la categoría (I;I) y 1 empresa en la categoría (C;C).

**Tabla 12.** Valores de acciones agregados

<b>Acciones</b>	<b>Nivel</b>	<b>(I;I)</b>	<b>(I;C)</b>	<b>(C;C)</b>	<b>(C;I)</b>	<b>IA</b>
<b>Área: Análisis de Requerimientos (AR)</b>						
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>						
Realizar análisis de riesgo de requerimientos	1	4	0	1	0	0
Realizar priorización sistemática de requerimientos a nivel de proyecto	2	3	1	1	0	0
Analizar relaciones de requerimientos	2	3	1	1	0	0
Identificar los requerimientos irrelevantes para descartarlos tempranamente (in/out scope OR Triage)	2	3	1	1	0	0
Analizar la fuerza de las relaciones entre los requerimientos	2	4	1	0	0	0
Realizar refinamiento y abstracción a nivel de los requerimientos	3	4	0	1	0	0
<i>Subárea: Problemas y Análisis de Soluciones (AS)</i>						
Prototipado	1	4	0	1	0	0
Realizar modelado de sistemas	3	3	1	0	0	1
<i>Subárea: Análisis de Calidad de Requerimientos (AC)</i>						
Analizar requerimientos dobles y faltantes	1	5	0	0	0	0
Analizar requerimientos ambiguos	1	5	0	0	0	0
Analizar que los requerimientos sean correctos	1	5	0	0	0	0
Analizar que los requerimientos sean testeables	1	4	1	0	0	0
<b>Área: Apoyo de la Organización (AO)</b>						
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>						
Crear un glosario de términos de todo el producto	1	0	3	1	0	1
Capacitar al personal en el proceso de gestión de requerimientos y nivel de especialidad	2	0	4	1	0	0
<i>Subárea: Estrategias (ES)</i>						
Definir estrategias a nivel de producto	2	0	1	1	0	3
Definir planes de trabajo del producto	2	1	1	0	0	3
Comunicar estrategias en la organización	3	1	0	1	0	3
<i>Subárea: Roles y Responsabilidades (RR)</i>						
Asignar responsable del proceso de requerimiento	1	0	5	0	0	0
Definir roles y responsabilidades para los procesos de desarrollo y gestión de requerimientos	2	2	2	0	0	1
Definir roles y responsabilidades para el nivel de planificación del lanzamiento	2	0	2	0	0	3
Definir roles y responsabilidades para el control de cambios	2	1	1	2	0	1
Definir roles y responsabilidades para la gestión de productos	3	0	1	1	0	3

**Tabla 12.** Valores de acciones agregados

<b>Acciones</b>	<b>Nivel</b>	<b>(I;I)</b>	<b>(I;C)</b>	<b>(C;C)</b>	<b>(C;I)</b>	<b>IA</b>
<b>Área: Documentación y Especificación de Requerimientos (DR)</b>						
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>						
Establecer una estructura estandarizada para la Especificación de Requerimientos de Software (ERS)	1	0	5	0	0	0
Definir atributos de requerimientos	1	0	4	1	0	0
Definir estado de requerimientos	2	2	3	0	0	0
Documentar la razón de los requerimientos	2	2	3	0	0	0
Registrar los fundamentos de los requerimientos rechazados	3	2	3	0	0	0
<i>Subárea: Entregas de Documentación (ED)</i>						
Definir entregables de documentación de usuario	2	0	2	2	0	1
Definir entregables de documentación del sistema	2	2	2	1	0	0
Definir entregables de documentación de gestión	3	3	0	2	0	0
<b>Área: Elicitación de Requerimientos (ER)</b>						
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>						
Elicitar requerimientos de calidad	1	2	2	1	0	0
Calificar y cuantificar requerimientos de calidad	2	3	1	1	0	0
Los objetivos de negocio guían el foco de la elicitación	2	0	1	4	0	0
Usar técnicas de elicitación apropiadas de acuerdo a la situación	2	4	0	1	0	0
Usar artefactos para facilitar la elicitación	2	1	0	4	0	0
Crear canales de Elicitación a fuentes de requerimientos	3	0	2	2	0	1
Reutilización de requerimientos	3	5	0	0	0	0
<i>Subárea: Consideración y Conocimiento del Dominio (CD)</i>						
Elicitar información sobre las restricciones de dominio del sistema	1	2	0	3	0	0
Elicitar información sobre infraestructura técnica del Sistema	1	1	0	4	0	0
Elicitar información sobre procesos de negocio del sistema	1	0	0	5	0	0
Elicitar información sobre el dominio operacional del Sistema	1	1	1	3	0	0
Elicitar información sobre los límites del sistema	1	1	0	4	0	0
Considerar las influencias sociopolíticas sobre las fuentes de Requerimientos	2	2	0	3	0	0
<i>Subárea: Identificación de Stakeholders y Fuentes de Requerimientos (IS)</i>						
Identificar e involucrar stakeholder relevantes	1	1	1	2	0	1
Distinguir entre diferentes tipos de stakeholders	1	1	0	4	0	0
Identificar otras fuentes de requerimientos	1	1	1	3	0	0

**Tabla 12.** Valores de acciones agregados

<b>Acciones</b>	<b>Nivel</b>	<b>(I;I)</b>	<b>(I;C)</b>	<b>(C;C)</b>	<b>(C;I)</b>	<b>IA</b>
<b>Área: Gestión de Requerimientos (GR)</b>						
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>						
Definir y mantener los procesos de desarrollo y gestión de requerimientos	1	0	5	0	0	0
Introducir Herramienta de soporte para el Desarrollo y Gestión de requerimientos	1	0	4	1	0	0
Involucrar varias perspectivas en el proceso de desarrollo y gestión de requerimientos	2	1	2	1	0	1
<i>Subárea: Comunicación y Negociación de Requerimientos (CR)</i>						
Establecer una comunicación efectiva con los emisores de Requerimientos	1	0	0	5	0	0
Obtener un entendimiento común de los requerimientos entre los diferentes roles involucrados	3	1	4	0	0	0
<i>Subárea: Gestión de la Configuración (GC)</i>						
Administrar versiones de requerimientos	1	1	1	3	0	0
Linea base de requerimientos	1	2	3	0	0	0
Definir un proceso para control de cambios	2	0	5	0	0	0
Seguimiento de las solicitudes de cambio	2	2	3	0	0	0
<i>Subárea: Política de Trazabilidad de Requerimientos (TR)</i>						
Identificación unívoca de cada requerimiento	1	1	4	0	0	0
Documentar fuentes de requerimientos	1	3	1	1	0	0
Definir las políticas de trazabilidad	2	4	1	0	0	0
Documentar las relaciones de requerimientos	2	2	2	1	0	0
Documentar el impacto de requerimientos en otros artefactos	2	2	2	0	0	1
<b>Área: Planificación del Lanzamiento (PL)</b>						
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>						
Sincronizar el plan de lanzamiento con el plan de producto	2	2	0	0	0	3
Involucrar a diferentes perspectivas en la planificación de lanzamiento	2	2	0	0	0	3
Post-evaluación de selección de requerimientos	3	0	1	1	0	3
Plan de múltiples lanzamientos a intervalos predefinidos	3	1	1	0	0	3
<i>Subárea: Selección de Requerimientos (SR)</i>						
Empaquete los requerimientos en una liberación	1	1	1	0	0	3
Estimar costo y valor de los requerimientos	2	0	0	2	0	3
Realizar priorización de requerimientos a nivel pre-proyecto basado en varias dimensiones	2	2	0	0	0	3

**Tabla 12.** Valores de acciones agregados

<b>Acciones</b>	<b>Nivel</b>	<b>(I;I)</b>	<b>(I;C)</b>	<b>(C;C)</b>	<b>(C;I)</b>	<b>IA</b>
<b>Área: Validación de Requerimientos (VR)</b>						
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>						
Validar los requerimientos con los stakeholders relevantes	1	0	1	4	0	0
Usar un checklist para asegurar la calidad de los requerimientos	1	5	0	0	0	0
Revisión de requerimientos	2	4	1	0	0	0
Organizar inspecciones	3	5	0	0	0	0
Desarrollar casos de prueba o manuales de usuario preliminares	3	3	1	1	0	0
Usar modelo de sistema parafraseado	3	5	0	0	0	0
Definir criterios de aceptación y test de aceptación	3	4	0	1	0	0

El análisis del cumplimiento de las acciones permite identificar:

- Qué acciones presentaron un retroceso.
- Qué acciones mejoraron.

Se puede observar en la Tabla 11 y en la Tabla 12 que ninguna práctica presentó un retroceso luego de la certificación.

En el análisis de acciones mejoradas se incluyen aquellas que, para todas las empresas, hayan presentado alguno de los siguientes valores:

- (I;C): práctica mejorada entre el proyecto precertificación y el proyecto poscertificación;
- (C;C): práctica que no tiene posibilidad de mejorar, ya que se la ejecutó antes y después de la certificación;
- IA: práctica inaplicable, en estos casos se debería justificar porqué se la consideró inaplicable a la acción.

Si bien sólo las que presentan el valor (I;C) mejoraron, los otros dos valores se consideran en este grupo de acciones debido a las siguientes razones:

- (C;C): no mejoraron después de la certificación por estar completas en el proyecto precertificación. En estos casos, puede ser que la norma haya colaborado para mantener la práctica.
- IA: no permite comparar las acciones, pero según el modelo Uni-REPM, las acciones inaplicables se suman junto a las completas para calcular el nivel de madurez del proceso de IR.

### Acciones mejoradas o inaplicables

En la Tabla 13 se detallan las acciones mejoradas.

Son 19 las acciones mejoradas en la totalidad de las empresas luego de la certificación de la norma ISO 9001:2008, sobre un total de 74 acciones propuestas por el modelo, que representan un 26% de acciones mejoradas en relación al total de acciones.

**Tabla 13.** Acciones mejoradas

<b>Acciones</b>	<b>Nivel</b>
<b>Área: Apoyo de la Organización (AO)</b>	
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>	
Crear un glosario de términos de todo el producto	1
Capacitar al personal en el proceso de gestión de requerimientos y nivel de especialidad	2
<i>Subárea: Roles y Responsabilidades (RR)</i>	
Asignar responsable del proceso de requerimiento	1
Definir roles y responsabilidades para el nivel de planificación del lanzamiento	2
Definir roles y responsabilidades para la gestión de productos	3
<i>Subárea: Estrategias (ES)</i>	
Definir estrategias a nivel de producto	2
<b>Área: Documentación y Especificación de Requerimientos (DR)</b>	
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>	
Establecer una estructura estandarizada para la ERS	1
Definir atributos de requerimientos	1
<i>Subárea: Entregas de Documentación (ED)</i>	
Definir entregables de documentación de usuario	2
<b>Área: Elicitación de Requerimientos (ER)</b>	
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>	
Los objetivos de negocio guían el foco de la elicitación	2
Crear canales de Elicitación a fuentes de requerimientos	3
<i>Subárea: Consideración y Conocimiento del Dominio (CD)</i>	
Elicitar información sobre procesos de negocio del sistema	1
<b>Área: Gestión de Requerimientos (GR)</b>	
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>	
Definir y mantener los procesos de desarrollo y gestión de requerimientos	1
Introducir Herramienta de soporte para el Desarrollo y Gestión de requerimientos	1
<i>Subárea: Gestión de la Configuración (GC)</i>	
Definir un proceso para control de cambios	2

**Tabla 13.** Acciones mejoradas

<b>Acciones</b>	<b>Nivel</b>
<i>Subárea: Comunicación y Negociación de Requerimientos (CR)</i>	
Establecer una comunicación efectiva con los emisores de Requerimientos	1
<b>Área: Planificación del Lanzamiento (PL)</b>	
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>	
Post-evaluación de selección de requerimientos	3
<i>Subárea: Selección de Requerimientos (SR)</i>	
Estimar costo y valor de los requerimientos	2
<b>Área: Validación de Requerimientos (VR)</b>	
<i>Subárea: Acciones Generales (AG)</i>	
Validar los requerimientos con los stakeholders relevantes	1

En la Tabla 14 se muestran las acciones mejoradas por nivel. Se puede observar que existe un 31% de mejora en el nivel 1. Esto es muy positivo porque el nivel 1 representa el cumplimiento básico de las buenas prácticas de IR, y por otra parte, porque se requiere que todas las acciones del nivel previo estén cumplidas para alcanzar los niveles siguientes.

**Tabla 14.** Relación acciones mejoradas por nivel

<b>Nivel</b>	<b>Total de acciones</b>	<b>Mejoradas</b>	<b>%</b>
1	29	9	31%
2	30	7	23%
3	15	3	20%

### **Acciones mejoradas por área**

En la Tabla 15 se muestra la relación de acciones mejoradas por área, y dentro de cada área, la relación de acciones mejoradas por nivel. Se resaltan con fondo verde aquellas filas que presentan un porcentaje mayor a 0, a fin de que sean más visibles las áreas y niveles que mejoraron sus prácticas.



**Tabla 15.** Relación acciones mejoradas por área

Áreas	Total de acciones	Mejoradas	%	Niveles			
				Nivel	Total de acciones	Mejoradas	%
Análisis de Requerimientos (AR)	12	0	0%	1	6	0	0%
				2	4	0	0%
				3	2	0	0%
Apoyo de la Organización (AO)	10	6	60%	1	2	2	100%
				2	6	3	50%
				3	2	1	50%
Documentación y Especificación de Requerimientos (DR)	8	3	38%	1	2	2	100%
				2	4	1	25%
				3	2	0	0%
Elicitación de Requerimientos (ER)	16	3	19%	1	9	1	11%
				2	5	1	20%
				3	2	1	50%
Gestión de Proceso de Requerimientos (GR)	14	4	29%	1	7	3	43%
				2	6	1	17%
				3	1	0	0%
Planificación del Lanzamiento (PL)	7	2	29%	1	1	0	0%
				2	4	1	25%
				3	2	1	50%
Validación de Requerimientos (VR)	7	1	14%	1	2	1	50%
				2	1	0	0%
				3	4	0	0%

El área **Apoyo de la Organización** es la que mayor porcentaje de mejora presenta, con un 100% para el nivel 1 del modelo Uni-REPM y un 50% para los niveles 2 y 3. En segundo lugar, se encuentra el área de **Documentación y Especificación de Requerimientos**, con un 100% de mejora para el nivel 1 y un 25% para el nivel 2. Éstas áreas son las únicas que incrementaron su nivel por área.

Las áreas **Gestión de Proceso de Requerimientos** y **Planificación del Lanzamiento** continúan con un porcentaje de 29%. Pero de ellas, el área **Gestión de Proceso de Requerimientos** es la que se encuentra más cerca de alcanzar el nivel 1, con 43% de mejora en dicho nivel, mientras que el área **Planificación del Lanzamiento** no presenta mejoras en el nivel 1, ya que las acciones mejoradas corresponden a los niveles 2 y 3.

El área **Elicitación de Requerimientos** cuenta con un 19% de mejora, pero en el nivel 1 sólo se presenta un 11%, cabe destacar que tanto el área como el nivel son los que más acciones propuestas por el modelo tienen.

El área **Validación de Requerimientos** mejoró en un 14%, y representa un 50% de mejora en el nivel 1.

Finalmente, se observa que el área **Análisis de Requerimientos** no presenta mejora alguna.

## **Capítulo 9: Acciones mejoradas y su vinculación con los requisitos de la norma ISO 9001:2008**

A continuación se analizan las 19 acciones mejoradas y su vinculación con los requisitos que impone la norma ISO 9001:2008, a fin de identificar las mejoras que fueron causa directa del proceso de certificación.

### **1. Crear un glosario de términos de todo el producto**

Esta acción fue mejorada en 3 empresas, una empresa ya la tenía implementada, y para la restante no correspondía aplicar, debido a que eran proyectos de muy baja complejidad.

La norma ISO 9001:2008 en su texto sostiene la importancia de la comprensión de los requerimientos para lograr un producto que satisfaga al cliente, por lo que esta acción es consecuencia de la norma.

### **2. Capacitar al personal en el proceso de gestión de requerimientos y nivel de especialidad**

Esta práctica fue mejorada por cuatro empresas, y una ya la tenía implementada.

La empresa que llevaba adelante esta práctica manifestó que el personal a cargo de las prácticas de requerimientos recibía capacitación al respecto, pero antes de la certificación no existía un proceso definido, por lo que se puede cuestionar el valor 'Completa' que se le asignó a esta práctica en el proyecto precertificación, aún así no deja de ser una acción mejorada, ya que luego de la certificación el proceso estaba definido y la capacitación se continuó realizando.

La norma ISO 9001:2008 tiene como requisito general asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de los procesos, lo que indica que esta acción fue mejorada por la certificación de la norma.

### **3. Asignar responsable del proceso de requerimientos**

Todas las empresas mejoraron esta práctica. Esta mejora está vinculada con la certificación de la norma ISO 9001:2008, como en el caso anterior, porque exige la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de los procesos.

### **4. Definir roles y responsabilidades para el nivel de planificación del lanzamiento**

Esta acción fue mejorada por las únicas dos empresas que seleccionaron proyectos de desarrollo orientado al mercado. Para las otras no aplicó la práctica.

Estas empresas incluyeron en sus procesos la planificación del lanzamiento, por tanto la norma requiere que se definan roles y responsabilidades para esta actividad.

### **5. Definir roles y responsabilidades para la gestión de productos**

Como en el caso anterior, la acción fue mejorada por las empresas que seleccionaron proyectos de desarrollo orientado al mercado y tenían incluida esta práctica en sus procesos definidos. A diferencia del caso anterior, una empresa ya tenía implementada la práctica antes de la certificación.

## **6. Definir estrategias a nivel de producto**

Esta acción fue mejorada porque las empresas optaron por incluir en sus procesos la definición de estrategias de producto.

## **7. Establecer una estructura estandarizada para la ERS**

Todas las empresas mejoraron esta práctica. Se hace evidente la influencia de la norma ISO 9001:2008, dado que esta establece entre sus requisitos de documentación definir los registros requeridos por la norma y los que la empresa decida dejar como evidencia para cada procedimiento. Además, en el capítulo relacionado a la *Realización del Producto* enfatiza la importancia de comprender y dejar registros de los requerimientos del cliente respecto del producto.

Esto indica que existe una relación muy estrecha entre lo requerido por la norma y la práctica, sin embargo, la norma no tiene un requisito específico que establezca que tiene que ser un documento del tipo "Especificación de Requerimientos de Software".

Esta práctica mejoró porque las empresas decidieron implementar esta acción en sus procesos.

## **8. Definir atributos de requerimientos**

Esta acción fue mejorada por cuatro empresas. La empresa D ya la ejecutaba antes de la certificación. Igual que en el caso anterior, esta práctica mejoró porque las empresas decidieron implementar esta acción en sus procesos.

## **9. Definir entregables de documentación de usuario**

Esta práctica fue mejorada por dos empresas, dos ya la tenían implementada y una la consideró inaplicable para el proyecto precertificación, pero sí la implementó para el proyecto poscertificación.

Este punto está asociado al capítulo *Realización del Producto* de la norma ISO 9001:2008, en el apartado *Comunicación con el cliente*, el cual establece que la organización debe determinar e implementar lo necesario para la comunicación con el cliente relacionada a la información sobre el producto.

## **10. Los objetivos de negocio guían el foco de la elicitación**

Esta práctica estaba implementada en cuatro empresas, y sólo fue mejorada por una de ellas. En el capítulo *Realización del Producto* de la norma ISO 9001:2008, en el apartado *Determinación de los requisitos relacionados con el producto* se establece que la organización debe determinar los requisitos especificados por el cliente, y también los no especificados, pero necesarios para realizar el producto. Además debe contemplar los requisitos legales y reglamentarios. Todo esto indica la necesidad de conocer los objetivos de negocio del cliente.

## **11. Crear canales de Elicitación a fuentes de requerimientos**

Esta acción mejoró en dos empresas, dos ya la tenían implementada y una la consideró inaplicable en el proyecto precertificación, pero la completó en el proyecto poscertificación.

La norma ISO 9001:2008 coloca el foco en la satisfacción del cliente y la mejora continua, por ello, enfatiza en la importancia de la comprensión y cumplimiento de los requerimientos del

cliente. En el capítulo *Realización del Producto* de la norma ISO 9001:2008 se establecen los requisitos de comunicación con el cliente.

#### **12. Elicitar información sobre procesos de negocio del sistema**

Esta actividad era realizada por todas las empresas antes de la certificación. Se puede interpretar que la norma no afectó esta práctica, pero también se puede pensar que la norma contribuyó a mantenerla. La norma establece que la organización debe determinar los requisitos especificados por el cliente, y también los no especificados, pero necesarios para realizar el producto.

#### **13. Definir y mantener los procesos de desarrollo y gestión de requerimientos**

Todas las empresas mejoraron esta práctica. La influencia de la certificación de la norma ISO 9001:2008 en esta acción es directa, ya que entre sus requisitos generales establece determinar los procesos necesarios para el sistema de la gestión de la calidad y la aplicación de éstos por parte de la organización.

#### **14. Introducir Herramienta de soporte para el Desarrollo y Gestión de requerimientos**

Esta práctica fue mejorada por cuatro empresas, y una ya la tenía implementada. La norma no contempla un requisito específico acerca de este ítem, pero todas las empresas la incorporaron en sus procesos.

#### **15. Definir un proceso para control de cambios**

Todas las empresas mejoraron esta práctica dado que la norma ISO 9001:2008 establece que la organización debe determinar los procesos necesarios para el sistema de gestión de la calidad. Además en el capítulo *Realización del Producto* se indica que deben mantener registros de los cambios en los requerimientos del cliente acerca del producto.

#### **16. Establecer una comunicación efectiva con los emisores de Requerimientos**

Todas las empresas tenían implementada esta práctica. Se puede interpretar que la norma no influyó en el cumplimiento de esta práctica, pero también se puede pensar que contribuye a que se cumpla dado que el capítulo *Realización del Producto* establece los requisitos de comunicación con el cliente.

#### **17. Post-evaluación de selección de requerimientos**

Esta práctica fue mejorada por una empresa, una ya la tenía implementada, y para las otras tres no se aplicó la acción porque no seleccionaron proyectos de desarrollo orientados al mercado.

La norma ISO 9001:2008, en su capítulo *Realización del Producto*, establece la revisión de los requisitos relacionados con el producto.

#### **18. Estimar costo y valor de los requerimientos**

Las únicas dos empresas que aplicaron esta práctica ya la tenían implementada, las otras tres no seleccionaron proyectos orientados al mercado.

La norma ISO 9001:2008 no menciona algo específico respecto de esta práctica, se interpreta que éstas empresas tienen la práctica definida en sus procesos porque la consideraron necesaria.

## **19. Validar los requerimientos con los stakeholders relevantes**

Esta acción fue mejorada por una empresa, las cuatro restantes ya la tenían implementada.

La norma ISO 9001:2008, en el capítulo *Realización del Producto* establece los requisitos de *Comunicación con el cliente* y *Revisión de los requisitos relacionados con el producto*, en ellos se plantean las cuestiones relacionadas a la validación de requerimientos.

## Capítulo 10: Conclusiones y Trabajos Futuros

Aquí se plantea cuál fue el impacto que la norma ISO 9001:2008 tuvo en las prácticas de IR en las empresas del Polo IT Corrientes, y cuáles serán los trabajos con los que continuará esta investigación.

### **Conclusiones**

La certificación de la norma ISO 9001:2008 en las empresas del Polo IT mejoró las prácticas de IR, aunque tal mejora no fue suficiente para obtener un nivel de madurez mínimo del proceso de IR bajo el modelo Uni-REPM.

Sin embargo, se destaca que las empresas mejoraron significativamente en los tres niveles de madurez propuestos por el modelo Uni-REPM.

La mejora más significativa a raíz de la certificación se dio en las áreas **Apoyo de la Organización** y **Documentación y Especificación de Requerimientos**, y en las subáreas **Acciones Generales** y **Comunicación y Negociación de Requerimientos** del área **Gestión de Requerimientos**, en éstas, todas las empresas del Polo IT Corrientes, alcanzaron al menos el nivel 1 de madurez del proceso de IR según el modelo Uni-REPM.

Se presentaron mejoras parciales en las áreas: **Elicitación de Requerimientos**, **Planificación del Lanzamiento** y **Validación de Requerimientos**; y en las subáreas **Gestión de la Configuración** y **Política de Trazabilidad de Requerimientos** del área **Gestión de Requerimientos**, es decir, sólo algunas empresas del Polo IT Corrientes mejoraron.

La certificación no afectó el área **Análisis de Requerimientos**, no produjo mejora ni retroceso en las prácticas incluidas en el área.

La certificación de la norma no produjo retroceso en ninguna práctica de IR, es decir, si alguna buena práctica se llevaba adelante antes de la certificación, después de la misma se mantuvo tal práctica.

En cuanto a las prácticas de IR, 19 de ellas fueron mejoradas luego de la certificación. Estas representan un 26% sobre el total de acciones propuestas por Uni-REPM.

La mejora en algunas prácticas se debe a que las empresas las incluyeron en la definición de sus procesos, pero otras se dieron porque la norma ISO 9001:2008 establece:

- Una serie de requisitos en torno a la comprensión y cumplimiento de los requerimientos del producto para lograr la satisfacción del cliente.
- Que la organización debe determinar los requisitos especificados por el cliente, los no especificados pero necesarios para la realización del producto, los legales y reglamentarios.
- Que la organización debe asegurarse de la disponibilidad de recursos e información necesarios para apoyar la operación y el seguimiento de los procesos.
- Que la organización debe dejar registros de los requerimientos del cliente en cuanto al producto, y de los cambios en los requerimientos del cliente.

- Que la organización debe determinar e implementar lo necesario para la comunicación con el cliente relacionada a la información del producto.
- La revisión y validación de los requerimientos del producto.

Por todo lo expuesto, se concluye que la norma ISO 9001:2008, como norma genérica que establece ciertos requisitos, favorece el cumplimiento de las buenas prácticas más generales en cuanto a la gestión de procesos en una organización. Sin embargo, las prácticas más específicas de la Ingeniería del Software, y en particular de la IR, deben ser incluidas en la definición de los procesos de desarrollo por parte de las organizaciones, para que sean consideradas en el proceso de certificación.

Si la organización incluyera las buenas prácticas de la IR en la definición de sus procesos, entonces podría alcanzar niveles altos de madurez del proceso de IR bajo la certificación de la norma ISO 9001:2008.

### ***Trabajos Futuros***

Como trabajo futuro se analizará con mayor profundidad las prácticas propuestas por el modelo Uni-REPM, con el objetivo de definir un proceso de desarrollo de requerimientos de software que incorpore las buenas prácticas definidas en dicho modelo, y que además resulte aplicable a empresas de características similares a las del Polo IT Corrientes.



## Bibliografía

- [1] *Plan Estratégico Industrial 2020*. Ministerio de Industria, Presidencia de la Nación, 2012, p. 241.
- [2] C. y de la P. y M. E. Secretaría de Industria, *Libro Azul y Blanco. Plan Estratégico de SSI 2004 - 2014. Plan de acción 2004 - 2007*. 2004.
- [3] “Propuestas para el Plan de acción 2008-2011.” Cámara de Software y Servicios Informáticos - CESSI, pp. 1–31, 2007.
- [4] “Ley 25.856 - Declaración como Industria a la Producción del Software,” *Boletín Oficial de la República Argentina*, 2004. [Online]. Available: [http://www.mincyt.gov.ar/multimedia/archivo/archivos/ley\\_25856\\_industria\\_software.pdf](http://www.mincyt.gov.ar/multimedia/archivo/archivos/ley_25856_industria_software.pdf).
- [5] “Ley 25.922 - Ley de Promoción de la Industria del Software,” *Boletín Oficial de la República Argentina*, 2004. [Online]. Available: [www.mincyt.gov.ar/multimedia/archivo/archivos/ley\\_25922\\_3.pdf](http://www.mincyt.gov.ar/multimedia/archivo/archivos/ley_25922_3.pdf). [Accessed: 30-Nov-2011].
- [6] “Resolución 61/2005: Productores de Software y Servicios Informáticos,” *Boletín Oficial de la República Argentina*. Secretaría de Industria Comercio y de la Pequeña y Mediana Empresa, 2005.
- [7] Polo IT Corrientes, “.: POLO IT CORRIENTES .:” [Online]. Available: <http://poloitcorrientes.com>. [Accessed: 21-Sep-2012].
- [8] IRAM, “IRAM | Instituto Argentino de Normalización y Certificación,” *Cientes IRAM. Certificación IRAM - ISO 9001*. [Online]. Available: <http://www.iram.org.ar/seccion.php?ID=3&IDS=42>. [Accessed: 10-May-2012].
- [9] M. Arruzazabala, G. Dapozo, and P. Thomas, “Análisis comparativo de modelos de evaluación de procesos de Ingeniería de Requerimientos,” in *II Jornadas de Investigación en Ingeniería del NEA y Países Limítrofes “Hacia dónde van la Ciencia y la Tecnología en el MERCOSUR”*, 2012, p. 8.
- [10] M. C. Arruzazabala, G. Dapozo, and P. Thomas, “Certificación ISO 9001:2008: Impacto en el Proceso de Ingeniería de Requerimientos,” in *CACIC 2012 - Anales del XVIII Congreso Argentino de Ciencias de la Computación*, 2012, pp. 744–753.
- [11] S. Withall, *Software Requirement Patterns (Best Practices)*, vol. 16, no. 3. Microsoft Press, 2007, p. 384.
- [12] R. R. Young, *The Requirements Engineering Handbook*. Artech House, Inc., 2004, p. 278.
- [13] International Organisation For Standardization Iso, “Systems and software engineering -- Vocabulary,” *ISO/IEC/IEEE 24765:2010E*, no. 1, pp. 1–418, 2010.
- [14] A. Aurum and C. Wohlin, *Engineering and managing software requirements*, vol. 11, no. 2. Springer, 2005.
- [15] B. Nuseibeh and S. Easterbrook, “Requirements engineering: a roadmap,” *Proceedings of the Conference on the Future of Software Engineering*, vol. 1, pp. 35–46, 2000.

- [16] P. Zave, "Classification of research efforts in requirements engineering," *ACM Computing Surveys*, vol. 29, no. 4, pp. 315–321, 1997.
- [17] P. Loucopoulos and V. Karakostas, *System Requirements Engineering*, vol. 5. McGraw-Hill, 1995, p. 160.
- [18] P. Carlshamre, "A Usability Perspective in Requirements Engineering: from Methodology to Product Development," Linköping Institute of Technology. Sweden, 2001.
- [19] T. T. L. Nguyen, "The creation of Uni-REPM A universal model for assessing requirements engineering process maturity," Blekinge Institute of Technology, 2010.
- [20] A. Abran, J. W. Moore, P. Bourque, R. Dupuis, and L. L. Tripp, *Guide to the Software Engineering Body of Knowledge*, vol. 19759, no. 6. IEEE Computer Society, 2004, p. 204.
- [21] T. Gorschek, A. Gomes, A. Pettersson, and R. Torkar, "Introduction of a process maturity model for market-driven product management and requirements engineering," *JOURNAL OF SOFTWARE: EVOLUTION AND PROCESS*, vol. 24, no. 1, pp. 83–113, 2012.
- [22] K. E. Wiegers, *Software Requirements, Second Edition*. Microsoft Press, 2003, p. 544.
- [23] I. Sommerville, *Software Engineering*, 7ma. ed., vol. 10, no. May 2000. Addison-Wesley, 2005, p. 712.
- [24] B. Berenbach, D. J. Paulish, J. Kazmeier, and A. Rudorfer, *Software & Systems Requirements Engineering: In Practice*, vol. 29, no. 2. McGraw-Hill Osborne Media, 2009, pp. 1–356.
- [25] H. F. Hofmann and F. Lehner, "Requirements engineering as a success factor in software projects," *IEEE Software*, vol. 18, no. 4, pp. 58–66, 2001.
- [26] Y. Mizuno, "Software Quality Improvement.," *Computer*, vol. 16, no. 3, pp. 66–72, 1983.
- [27] R. K. Kandt, *Software Engineering Quality Practices*. Auerbach Publications, 2006, pp. 1–256.
- [28] B. Paech, T. Koenig, L. Borner, and A. Aurum, *An Analysis of Empirical Requirements Engineering Survey Data*, no. 1. Springer-Verlag, 2005, pp. 427–452.
- [29] A. Quispe, M. Marques, L. Silvestre, S. F. Ochoa, and R. Robbes, "Requirements Engineering Practices in Very Small Software Enterprises: A Diagnostic Study," in *2010 XXIX International Conference of the Chilean Computer Science Society*, 2010, pp. 81–87.
- [30] U. Nikula, J. Sajaniemi, and H. Kalviainen, "A State-of-the-Practice Survey on Requirements Engineering in Small- and Medium-Sized Enterprises," *Engineering*, vol. 1, 2000.
- [31] J. Aranda, S. Easterbrook, and G. Wilson, "Requirements in the wild: How small companies do it," in *Proceedings of the 15th IEEE International Conference on Requirements Engineering*, 2007, pp. 39–48.
- [32] E. Kabaale and J. Nabukenya, "A systematic approach to requirements engineering process improvement in small and medium enterprises: an exploratory study,"

*Proceedings of the 12th international conference on Product-focused software process improvement*, pp. 262–275, Jun. 2011.

- [33] R. S. Pressman, *Software engineering: a practitioner's approach*, 5th ed. McGraw-Hill, 2001, p. 860.
- [34] M. G. Piattini and F. O. García, *Calidad en el desarrollo y mantenimiento del software*. 2003, p. 310.
- [35] P. Pesado, R. A. Bertone, A. C. Pasini, S. Esponda, M. Iglesias, and L. M. Alonso, "Calidad en el desarrollo de Sistemas de Software," in *WICC 2007*, 2007, pp. 351–354.
- [36] M. Satpathy and R. Harrison, "A typed generic process model for product focused process improvement," in *Proceedings 26th Annual International Computer Software and Applications*, pp. 379–384.
- [37] L. F. Scalone, "Estudio Comparativo de los Modelos y Estándares de Calidad del Software," Universidad Tecnológica Nacional. Facultad Regional Buenos Aires, 2006.
- [38] ISO, "IRAM-ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad. Requisitos." International Organization for Standardization . Instituto Argentino de Normalización y Certificación, pp. 1 – 32, 2008.
- [39] "ISO/IEC 90003:2004 - Software engineering -- Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software." [Online]. Available: [http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue\\_tc/catalogue\\_detail.htm?csnumber=35867](http://www.iso.org/iso/home/store/catalogue_tc/catalogue_detail.htm?csnumber=35867). [Accessed: 03-Apr-2013].
- [40] ISO, "ISO/IEC 90003. Software engineering — Guidelines for the application of ISO 9001:2000 to computer software." p. 62, 2004.
- [41] P. Sawyer, "Maturing Requirements Engineering Process Maturity Models," in *Requirements Engineering for Socio-technical Systems*, J. L. Maté and A. Silva, Eds. Idea Group Inc. (invited contribution), 2005, pp. 84–99.
- [42] P. Sawyer, I. Sommerville, and S. Viller, "Requirements process improvement through the phased introduction of good practice," *Software Process - Improvement and Practice*, pp. 19–34, 1997.
- [43] S. Beecham, T. Hall, and A. Rainer, "Defining a Requirements Process Improvement Model," *Software Quality Journal*, vol. 13, no. 3, pp. 247–279, Sep. 2005.
- [44] S. Beecham, T. Hall, and A. Rainer, "Assessing Requirements Process Strengths and Weaknesses: A first step to prioritising requirements process implementation.," 2003.
- [45] B. Solemon, S. Shahibuddin, and A. A. A. Ghani, "Re-defining the Requirements Engineering Process Improvement Model," in *2009 16th Asia-Pacific Software Engineering Conference*, 2009, pp. 87–92.
- [46] T. Gorschek, M. Svahnberg, and K. Tejle, "Introduction and application of a lightweight requirements engineering process," in *Proceedings of the Ninth International Workshop on Requirements Engineering Foundation for Software Quality RESFQ 2003*, 2003, pp. 83–92.
- [47] M. Svahnberg, T. Gorschek, T. T. L. Nguyen, and M. Nguyen, "Uni-REPM: validated and

- improved,” *Requirements Engineering - Springer London*, vol. 17, p. 19, Mar. 2012.
- [48] M. Nguyen, “Empirical Evaluation of a Universal Requirements Engineering Process Maturity Model,” Blekinge Institute of Technology, 2010.
- [49] T. Gorschek and M. Svahnber, “Requirements Engineering Process Maturity Model Uni-REPM.” pp. 1–51, 2011.
- [50] R. Hernández Sampieri, C. Fernández Collado, and P. Baptista Lucio, *Metodología de la investigación*. McGraw Hill, 2006, pp. 1–374.
- [51] T. Gorschek, “Software Process Assessment & Improvement in Industrial Requirements Engineering,” Blekinge Institute of Technology, 2004.

# Anexo I

## A. Formulario para caracterizar empresas y proyectos

Instrumento de recolección de datos para la caracterización de las empresas y los proyectos pre y post certificación.

Empresa: \_\_\_\_\_

Fecha de la Entrevista: \_\_\_\_\_

Entrevistados – Roles: \_\_\_\_\_

### Datos de la empresa

Ciudad: \_\_\_\_\_

Provincia: \_\_\_\_\_

Año de inicio de operaciones: \_\_\_\_\_

Tipo de servicios brindados:

<i>(Marque lo que corresponda)</i>	<b>Nunca</b>	<b>Muy Poco</b>	<b>Poco</b>	<b>Bastante</b>	<b>Mucho</b>
Desarrollo de productos de software (enlatados):					
Desarrollo de software a medida:					
Actualización de productos de software:					
Implementación y puesta a punto de productos de software:					
Soporte y asistencia de productos de software:					
Desarrollo de software embebido en equipos electrónicos:					
Servicios informáticos de valor agregado:					
Servicios brindados mediante el uso de software:					
Otros servicios relacionados (¿cuáles?):					

Tipo de Servicios brindados. Otros. ¿Cuáles?

-----  
-----

Rubro de Productos :

<i>(Marque lo que corresponda)</i>	
Sector Público	

Sector Primario	
Industria manufacturera	
Industria de la Construcción	
Hotelería y Restaurantes	
Finanzas y Seguros	
Transporte	
Comunicaciones	
Inmobiliarios	
Comercio al por mayor y menor	
Educativos	
Otros : -----	
-----	
-----	

**Datos de los Recursos Humanos**

Cantidad de Empleados: \_\_\_\_\_

**Según lugar de trabajo**

Cantidad de Empleados trabajando en el lugar físico de la Empresa: \_\_\_\_\_

Cantidad de empleados trabajando a distancia: \_\_\_\_\_

**Según tiempo de dedicación**

Cantidad de empleados a tiempo completo (full time): \_\_\_\_\_

Cantidad de empleados a tiempo parcial (part time): \_\_\_\_\_

**Según nivel de Instrucción**

Cantidad de empleados. Nivel de instrucción: Ingeniero en Sistemas : \_\_\_\_\_

Cantidad de empleados. Nivel de instrucción: Licenciado en Sistemas \_\_\_\_\_

Cantidad de empleados. Nivel de instrucción: Analista en Sistemas \_\_\_\_\_

Cantidad de empleados. Nivel de instrucción: Técnico \_\_\_\_\_

Cantidad de empleados. Nivel de instrucción: Diseñador Gráfico \_\_\_\_\_

Cantidad de empleados. Nivel de instrucción: Estudiante \_\_\_\_\_

Cantidad de empleados. Nivel de instrucción: Otro \_\_\_\_\_

**Datos de los Proyectos**

Para estudiar las prácticas de Ingeniería de Requerimientos, se tomarán como referencia dos proyectos de trabajo: uno que haya sido realizado antes de la certificación, y uno realizado después de la certificación. Para esto, es necesario conocer ciertas características de los proyectos que se tomen como referencia.

### Proyecto precertificación

En esta instancia le pedimos que elija un proyecto llevado adelante antes del proceso de certificación de calidad ISO 9001:2008.

**Nombre / Referencia:** \_\_\_\_\_

*(Un nombre que quiera darle al proyecto que se usará para referenciarlo en la siguiente encuesta)*

Duración del Proyecto (en meses): \_\_\_\_\_

Cantidad de Personas involucradas en el proyecto: \_\_\_\_\_

Tipo de Proyecto:

*(Seleccione una de las siguientes opciones)*

	Desarrollo a medida
	Orientado al mercado
Otros: _____	
_____	
_____	

Punto de partida:

*(Seleccione una de las siguientes opciones)*

	Requerimientos del Cliente
	Posibilidades en un nicho de mercado
Otros: _____	
_____	
_____	

Modelo de Ciclo de Vida:

*(Seleccione una de las siguientes opciones)*

	Cascada
	Iterativo
	Incremental
	En V
	Espiral
Otros: _____	
_____	
_____	

Roles en el equipo de desarrollo:

*(Seleccione todos los roles cubiertos )*

	Analista de Sistemas / Analista de Requerimientos
	Responsable de Interfaz de Usuario
	Tester
	Documentador
	Desarrolladores
	Líder de Proyecto
Otros: _____	
_____	

**Proyecto poscertificación**

El proyecto elegido aquí debe ser uno que se haya llevado adelante siguiendo el marco de los procesos certificados bajo la Norma ISO 9001:2008.

**Nombre / Referencia:** \_\_\_\_\_

*(Un nombre que quiera darle al proyecto que se usará para referenciarlo en la siguiente encuesta)*

Duración del Proyecto (en meses): \_\_\_\_\_

Cantidad de Personas involucradas en el proyecto: \_\_\_\_\_

Tipo de Proyecto:

*(Seleccione una de las siguientes opciones)*

	Desarrollo a medida
	Orientado al mercado
Otros: _____	
_____	
_____	

Punto de partida:

*(Seleccione una de las siguientes opciones)*

	Requerimientos del Cliente
	Posibilidades en un nicho de mercado
Otros: _____	
_____	

Modelo de Ciclo de Vida:

*(Seleccione una de las siguientes opciones)*

	Cascada
--	---------



	Iterativo
	Incremental
	En V
	Espiral
Otros: _____	
_____	
_____	

Roles en el equipo de desarrollo:  
*(Seleccione todos los roles cubiertos )*

	Analista de Sistemas / Analista de Requerimientos
	Responsable de Interfaz de Usuario
	Tester
	Documentador
	Desarrolladores
	Líder de Proyecto
Otros: _____	
_____	

**B. Lista de verificación Uni-REPM**

Lista de verificación propuesta por el modelo Uni-REPM para la evaluación del nivel de madurez del proceso de IR en los proyectos seleccionados.

**EMPRESA:**

El objetivo de la encuesta es comparar las prácticas de Ingeniería de Requerimientos antes y después de la Certificación de Calidad ISO 9001:2008.

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
	<b>OS</b>	<b>Apoyo de la Organización (Organizational Support)</b>								
	<b>OS.GA</b>	<b>Acciones Generales (General Actions)</b>								
1	OS.GA.a1	¿Tiene un glosario de términos para asegurar que los conceptos claves del dominio son bien entendidos por todas las partes?								
2	OS.GA.a2	¿Tiene el personal capacitado sobre los procesos de gestión y desarrollo de requerimientos, así como el personal con las habilidades necesarias para realizar el trabajo?								
	<b>OS.RR</b>	<b>Roles y Responsabilidades (Roles and Responsibilities)</b>								
3	OS.RR.a1	El responsable del proceso de requerimiento debe definir y mantener el proceso de RE. ¿Tiene asignado un responsable del proceso de RE en su organización?								
4	OS.RR.a2	¿Están definidos y asignados todos los roles que involucra el proceso de IR? (Ejemplo de roles: creador, analista, especificador, validador, gestor.)								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
5	OS.RR.a3	¿Están definidos y asignados todos los roles que involucra la planificación del lanzamiento? (Ejemplo de roles: gerentes de producto, gerentes de marketing, directores técnicos, expertos, clientes.)								
6	OS.RR.a4	El cambio es inevitable. ¿Están definidos y asignados todos los roles que involucra el control de cambios en requerimientos? (Ejemplo de roles: junta de control de cambios, solicitante del cambio, evaluador, modificador, verificador.)								
7	OS.RR.a5	La organización de la gestión de productos está profundamente involucrada en la definición de los requerimientos para el producto. ¿Están definidos y asignados todos los roles que involucra la gestión de productos? (Ejemplo de roles: contribuyentes, controladores, distribuidores.)								
	<b>OS.S</b>	<b>Estrategias (Strategies)</b>								
8	OS.S.a1	¿Tiene usted las estrategias de producto definidas? ¿Conoce qué segmentos de mercado y clientes clave apunta con el producto?								
9	OS.S.a2	¿Tiene planes de productos definidos y documentados de manera centralizada?								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
10	OS.S.a3	¿Tiene definido los medios de comunicación que se utilizan para difundir o recuperar el conocimiento de la estrategia por parte de su organización? Por ejemplo, reunión formal? Charla informal?								
	<b>PM</b>	<b>Gestión de Proceso de Requerimientos (Requirements Process Management)</b>								
	<b>PM.GA</b>	<b>Acciones Generales (General Actions)</b>								
11	PM.GA.a1	¿Tiene definido y documentado el proceso de cómo se realiza el desarrollo y la gestión de los requerimientos?								
12	PM.GA.a2	¿Tiene herramientas de soporte para sus actividades de ingeniería de requerimientos, por ejemplo, una base de datos de los requerimientos (pueden ser hojas de cálculo guardadas en un lugar central), que permita la priorización de los requerimientos, etc? ¿Qué herramienta usa para la gestión de requerimientos? Esta herramienta le permite: (1) almacenar, (2) versionar, (3) priorizar, (4) apoya a la elicitación.								
13	PM.GA.a3	¿En el proceso de desarrollo y gestión de requerimientos involucra diferentes visiones/perspectivas a fin de prevenir visiones subjetivas? ¿Intervienen personas con diferentes visiones, por ejemplo, ingenieros, clientes, expertos?								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
	<b>PM.CM</b>	<b>Gestión de la Configuración (Configuration Management)</b>								
14	PM.CM.a1	¿Tiene un proceso definido para tratar con las versiones nuevas (y viejas) de los requerimientos, o sea, administrar el versionado?								
15	PM.CM.a2	¿Realiza una línea base (baseline) de sus requerimientos en algunos puntos?								
16	PM.CM.a3	¿Tiene un proceso definido de cómo gestionar las solicitudes de cambio, mantener los requerimientos actualizados con el estado de desarrollo actual y comunicar los cambios al resto de la organización?								
17	PM.CM.a4	¿Tiene un mecanismo de seguimiento para las solicitudes de cambio? Por ejemplo, cuándo una solicitud de cambio se dispara, se analiza o se aprueba.								
	<b>PM.RT</b>	<b>Política de Trazabilidad de Requerimientos (Requirements Traceability Policy)</b>								
18	PM.RT.a1	¿Tiene usted algún medio para identificar de forma única cada requerimiento? Por ejemplo un número de identificación para que pueda referirse a ellos en otros artefactos.								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
19	PM.RT.a2	¿Documenta la fuente de un requerimiento para que pueda volver atrás para obtener más información? Las fuentes pueden ser por ej. documentos, descripciones de procesos, productos de la competencia, así como las personas.								
20	PM.RT.a3	¿Define políticas para el rastreo de los requerimientos cuando sea necesario? Por ejemplo, la necesidad de que los requerimientos sean rastreados hacia adelante y atrás para detectar la fuente del problema y los cambios consiguientes a aplicar.								
21	PM.RT.a4	¿Documenta las relaciones entre los requerimientos? Las relaciones pueden ser por ejemplo, "debe ser desarrollado en conjunto con", "poner en práctica antes de", "no se puede implementar en conjunto con", "influye negativamente en", "influye positivamente en", etc								
22	PM.RT.a5	¿Documenta el impacto de un requerimiento en otros artefactos, como pre-estudios, diseño de productos, artefactos de implementación, los casos de prueba, etc? Cuando produce un artefacto, se adjunta información sobre los requerimientos afectados?								
	<b>PM.RC</b>	<b>Comunicación y Negociación de Requerimientos (Requirements Communication and Negotiation)</b>								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
23	PM.RC.a1	¿Establece y mantiene contacto con los emisores de los requerimientos para comprender sobre los requerimientos que propone?								
24	PM.RC.a2	¿Cómo se asegura que los roles involucrados tienen la misma comprensión de los requerimientos?								
	<b>RE</b>	<b>Elicitación de Requerimientos (Requirements Elicitation)</b>								
	<b>RE.GA</b>	<b>Acciones Generales (General Actions)</b>								
25	RE.GA.a1	¿Determina cuáles son los aspectos de calidad (requerimientos no funcionales) del sistema en los que debe enfocarse (tales como el rendimiento, usabilidad, fiabilidad, etc.) y elicitación explícitamente los requerimientos de esos aspectos?								
26	RE.GA.a2	¿Describe los requerimientos de calidad en detalle, tales como máximo, mínimo, valor promedio?								
27	RE.GA.a3	¿Utiliza los objetivos de negocio para guiar cómo conducir sus esfuerzos de elicitación?								
28	RE.GA.a4	Dependiendo de cada situación, ciertas técnicas de elicitación son más apropiadas que otras. ¿Considera usted las diferentes técnicas para adaptarse a cada caso?								
29	RE.GA.a5	Cuando sea apropiado, usted utiliza artefactos adicionales, tales como creación de prototipos o de escenario para ayudar en el proceso de elicitación y análisis?								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
30	RE.GA.a6	¿Crea diferentes canales para capturar todas las formas de requerimientos de varias fuentes?								
31	RE.GA.a7	¿Tiene un proceso sistemático para la reutilización de los requerimientos de otros sistemas desarrollados en la misma área de aplicación?								
	<b>RE.SI</b>	<b>Identificación de Stakeholder y fuentes de requerimientos (Stakeholder and Requirements Source Identification)</b>								
32	RE.SI.a1	¿Identifica e involucra a diferentes actores en la elicitación? Por ejemplo, clientes, usuarios finales, testers, desarrolladores, marketing, etc.								
33	RE.SI.a2	¿Distingue entre diferentes tipos de stakeholders? Por ejemplo: clientes, usuarios finales, stakeholders in-house.								
34	RE.SI.a3	¿Además de los actores más arriba, elicitación de requerimientos de otras fuentes (por ejemplo, socios, distribuidores, normas de la empresa, reglamentos, etc)?								
	<b>RE.DC</b>	<b>Consideración y conocimiento del dominio (Domain Consideration and Knowledge)</b>								
35	RE.DC.a1	¿Elicita información sistemáticamente sobre las restricciones o las posibilidades que el dominio puede imponer a su producto?								
36	RE.DC.a2	¿Considera la infraestructura técnica en el desarrollo del sistema?								



			Precertificación				Poscertificación			
ID	ID Acción	Pregunta	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
37	RE.DC.a3	Quando elicita requerimientos, ¿considera cómo su sistema puede contribuir a los procesos de negocio en la organización del cliente?								
38	RE.DC.a4	¿Tiene en cuenta los procesos de negocio co-existentes, que el sistema debe apoyar?								
39	RE.DC.a5	¿Elicita información sobre qué es parte de su sistema y qué está fuera de su alcance? ¿Utiliza esta información para enfocarse en lo que está dentro de los límites del sistema?								
40	RE.DC.a6	¿Es consciente de que existe y tiene forma de lidiar con la influencia política u organizacional en las fuentes de requerimientos cuando los elicita?								
	<b>RA</b>	<b>Análisis de Requerimientos (Requirements Analysis)</b>								
	<b>RA.GA</b>	<b>Acciones Generales (General Actions)</b>								
41	RA.GA.a1	¿Evalúa de manera sistemática los riesgos de los requerimientos individuales o conjunto de requerimientos?								
42	RA.GA.a2	¿Tiene usted una forma sistemática de priorización de requerimientos para que usted sepa en qué enfocarse? ¿Prioriza en base a varios puntos de vista (por ejemplo, costo, valor, riesgo, pena)? ¿Prioriza con la ayuda de los stakeholders? ¿Pesa la importancia de los diferentes actores?								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
43	RA.GA.a3	¿Estima sistemáticamente si existen dependencias o relaciones entre los requerimientos?								
44	RA.GA.a4	¿Tiene un proceso de selección, en una etapa temprana, para filtrar en qué requerimientos enfocarse y cuáles descartar inmediatamente, de modo que se inviertan los recursos en los requerimientos correctos?								
45	RA.GA.a5	¿Estima y documenta cuánto los requerimientos pueden impactar, incrementar o disminuir el valor de otros requerimientos?								
46	RA.GA.a6	¿Clasifica y agrupa los requerimientos en diferentes categorías basadas en sus objetivos o niveles de abstracción?								
	<b>RA.QA</b>	<b>Requerimientos de análisis de calidad (Requirements quality analysis)</b>								
47	RA.QA.a1	¿Analiza sistemáticamente si tiene requerimientos dobles o si faltan requerimientos?								
48	RA.QA.a2	¿Analiza sistemáticamente si sus requerimientos son ambiguos?								
49	RA.QA.a3	¿Analiza sistemáticamente si sus requerimientos son incorrectos?								
50	RA.QA.a4	¿Analiza sistemáticamente si sus requerimientos son testeables?								
	<b>RA.PS</b>	<b>Problemas y análisis de soluciones (Problems and solutions analysis)</b>								

			Precertificación				Poscertificación			
ID	ID Acción	Pregunta	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
51	RA.PS.a1	¿Crea un prototipo para el producto para analizar si los requerimientos se especifican correctamente?								
52	RA.PS.a2	¿Crea modelo de sistema y arquitectura para analizar si los requerimientos se especifican de manera adecuada?								
	<b>RP</b>	<b>Planificación del lanzamiento (Release Planning)</b>								
	<b>RP.GA</b>	<b>Acciones Generales (General Actions)</b>								
53	RP.GA.a1	¿Está su plan de lanzamiento en línea con su plan de producto? ¿Existen áreas en su plan de producto en las que no tiene requerimientos o éstos son insuficientes? ¿Usted también propone cambiar esta parte del plan de trabajo?								
54	RP.GA.a2	¿Consulta a los stakeholders en la priorización y toma de decisiones (RP)? ¿Pesa la importancia de los diferentes actores?								
55	RP.GA.a3	¿Evalúa si realmente ha seleccionado los requerimientos correctos para una liberación determinada?								
56	RP.GA.a4	¿Con cuánta antelación se realiza la planificación? ¿Es capaz de prever y empezar a prepararse para las versiones posteriores ya ahora?								
	<b>RP.S</b>	<b>Selección de Requerimientos (Requirements Selection)</b>								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
57	RP.S.a1	¿Define claramente un lanzamiento con toda la información necesaria antes de pasar a la siguiente etapa de desarrollo?								
58	RP.S.a2	¿Estima el costo y valor de sus requerimientos?								
59	RP.S.a3	¿Prioriza basado en varios puntos de vista (por ejemplo, costo, valor, riesgo, penalidades)?								
	<b>DS</b>	<b>Documentación y especificación de requerimientos (Documentation and Requirements Specification)</b>								
	<b>DS.GA</b>	<b>Acciones Generales (General Actions)</b>								
60	DS.GA.a1	¿Sigue una estructura estandarizada de cómo la Especificación de Requerimientos del Sistema debe ser escrita, o generada?								
61	DS.GA.a2	¿Define atributos para cada requerimiento tales como ID, título, descripción, autor, etc.?								
62	DS.GA.a3	¿Define y almacena los estados que los requerimientos deben seguir durante toda el ciclo de vida? Por ejemplo, los nuevo, asignado, rechazado, implementado, testeado, entregado.								
63	DS.GA.a4	¿Documenta la razón por la cual se especifica el requerimiento y qué función tiene?								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
64	DS.GA.a5	¿Registra los requerimientos que fueron rechazados y por qué, para evitar volver a analizar si los mismos requerimientos vuelven a aparecer más tarde?								
	<b>DS.DD</b>	<b>Entregas de Documentación (Documentation Deliverables)</b>								
65	DS.DD.a1	¿Define qué manuales de usuario y otra documentación del usuario se entregará junto con su producto?								
66	DS.DD.a2	¿Define la documentación del sistema que será entregada junto con su producto?								
67	DS.DD.a3	¿Define la documentación de gestión que se entregará junto con su producto?								
	<b>RV</b>	<b>Validación de Requerimientos (Requirements Validation)</b>								
	<b>RV.GA</b>	<b>Acciones Generales (General Actions)</b>								
68	RV.GA.a1	¿Valida los requerimientos con los stakeholders relevantes para asegurar que ellos reflejan la intención correcta?								
69	RV.GA.a2	¿Tiene y usa de forma sistemática una lista de control (checklist) para asegurar la calidad de sus requerimientos?								
70	RV.GA.a3	¿Lleva a cabo revisiones de los requerimientos para asegurar su calidad?								
71	RV.GA.a4	¿Organizar inspecciones para revisar los requerimientos con otros stakeholders?								

ID	ID Acción	Pregunta	Precertificación				Poscertificación			
			C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable	C	IC	IA	Comentario / Motivo si es inaplicable
72	RV.GA.a5	¿Crea artefactos (por ejemplo, manuales de usuario o casos de prueba) para ayudar a asegurar la calidad de sus requerimientos?								
73	RV.GA.a6	¿Convierte los modelos del sistema en lenguaje natural con el fin de detectar errores de requerimientos?								
74	RV.GA.a7	¿Accede al cliente para definir los criterios de aceptación y test de aceptación?								

### **C. Documentos adicionales**

Para acceder a los documentos adicionales generados en el proceso de entrevistas y evaluaciones debe ingresar a la carpeta “**Datos-trabajo-integrador**” del soporte digital incluido en el presente trabajo, donde encontrará lo siguiente:

- **entrevista\_empresas\_proyectos.pdf**: entrevista orientada a caracterizar a la empresa y seleccionar los proyectos a ser evaluados.
- **uniREPM\_entrevista.pdf**: lista de verificación propuesta por el modelo Uni-REPM.
- **modelo\_uniREPM.pdf**: prácticas propuestas por el modelo Uni-REPM, junto a otros datos tales como área, subárea y nivel asociado a cada una de ellas.
- **Emp\_A**: datos de la empresa A, tiene la misma estructura que los directorios Emp\_B, Emp\_C, Emp\_D y Emp\_E; cada una ellos con los datos correspondiente a una empresa.
  - **entrevista\_Caracterizacion\_de\_empresas\_y\_proyectos\_a\_evaluar.pdf**: datos resultantes de la entrevista realizada a la empresa A, siguiendo el formulario **entrevista\_empresas\_proyectos.pdf**.
  - **uniREPM\_entrevista.pdf**: datos resultantes de la evaluación Uni-REPM en la empresa A, aplicando la lista de verificación propuesta por el modelo.
  - **resultados\_relevamiento.pdf**: resultados de la evaluación Uni-REPM, éste documento se envió a las empresas como devolución.

El tratamiento de los datos resultantes de las entrevistas se realizó mediante planillas de cálculo.