

**Escuela Técnica Superior de Ingeniería Informática  
Universitat Politècnica de València  
Grado en Ingeniería Informática, Curso 2021-2022**

# **Calidad de Software**

## **Tema 2.2: Calidad de Proceso**

Depto de Sistemas Informáticos y Computación

Universitat Politècnica de València, España

email: [sabrahao@dsic.upv.es](mailto:sabrahao@dsic.upv.es)



# Contenido

- Tema 1: Introducción
  - Fundamentos de la Calidad del Software

- Tema 2: Perspectivas de Calidad

## 2.1 Calidad de Producto

- Estándares de Calidad de Producto
- Modelos de Calidad
  - Práctica 1 (Grupo): Definición de un Modelo de Calidad
- Calidad de Arquitecturas Software
  - Práctica 2 (Indiv.): Evaluación de Arquitecturas (ATAM)

## 2.2 Calidad de Proceso

- Modelos y Estándares de Evaluación y Mejora de Proceso
- Trabajo Académico 1 (Indiv.): Evaluación de una Técnica de Priorización de requisitos funcionales y no funcionales

## 2.3 Calidad en Uso

- Estándares de Calidad en Uso
- Métodos de Evaluación de Usabilidad
- Práctica 3 (Grupo) Evaluación Usabilidad y UX de QUIZIFY

# Contenido

## ■ Tema 3: Métricas del Software

- El paradigma Objetivo/Pregunta/Métrica (GQM)
- Definición de Métricas de Calidad
- Validación Teórica y Empírica
- **Práctica 4 (Grupo): Definición de Métricas**

## ■ Tema 4: Estimación de Proyectos de Software

- Problemática de la estimación de proyectos
- Métodos de Medición de Tamaño Funcional
  - Análisis de Puntos de Función
- Definición de indicadores de productividad, calidad, etc.
- **Trabajo Académico 2 (Indiv.): Ejercicio sobre Estimación de Tamaño**

# CALIDAD DE PROCESO

- Proceso Software
- Procesos del Ciclo de Vida del Software
- Estándares y Modelos de Referencia de Proceso
- Evaluación y Mejora de Procesos



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA



# El problema...

- La mayoría de los proyectos software no usan procesos bien definidos. Los miembros del equipo (re)inventan los procesos sobre la marcha
- Si se usa un proceso, los diferentes equipos normalmente usan de forma inconsistente los procesos y lenguajes de modelado
- Los procesos no están integrados adecuadamente a las herramientas, o no están adecuadamente automatizadas



# Proceso Software - Definición

*“Un conjunto de **actividades interrelacionadas** que transforman entradas en salidas (ISO, 1995)”. Un proceso define **quién** está haciendo **qué**, **cuándo**, y **cómo** alcanzar un determinado objetivo.*

*“Conjunto de **actividades**, **métodos**, **prácticas** y transformaciones que la gente usa para desarrollar y mantener software y los productos de trabajo asociados (planes de proyecto, diseño de documentos, código, pruebas y manuales de usuario)” (SEI, 1995).*

*“Proceso o conjunto de procesos usados por una organización o proyecto, para **planificar**, **gestionar**, **ejecutar**, **monitorizar**, **controlar** y **mejorar** sus actividades relacionadas con el software” (ISO, 1998).*

# Proceso Software - Definición

**NATURALEZA ESPECIAL DEL PROCESO SOFTWARE**  
**(Derniame et al., 1999)**

- Es complejo
- No es un proceso de producción típico
- Tampoco es un proceso de ingeniería “pura”
- No es (completamente) un proceso creativo
- Está basado en descubrimientos que dependen de la **comunicación, coordinación y cooperación** dentro de marcos de trabajo predefinidos

# Proceso Software - Definición

- Proceso software consiste de dos procesos interrelacionados (Derniame et al., 1999):
  - **Proceso de Producción**, relacionado con la construcción y mantenimiento del producto software.
  - **Proceso de Gestión**, que es el encargado de estimar, planificar y controlar los recursos necesarios (personas, tiempo, tecnología, ...) para poder llevar a cabo y poder controlar el proceso de producción.

# Proceso Software - Definición

- Elementos relacionados con el proceso software (Fuggetta, 2000)
  - **Tecnología de Desarrollo Software**, soporte tecnológico, en forma de herramientas, infraestructuras y entornos.
  - **Métodos y Técnicas de Desarrollo Software**, uso de la tecnología y realización de las actividades.
  - **Comportamiento Organizacional**, relacionado con los recursos humanos.
  - **Economía y Marketing**, relacionado con la gestión de proyectos, debido a que el producto software final debe cumplir con unos plazos y costes determinados y debe satisfacer las necesidades del cliente al que va destinado.

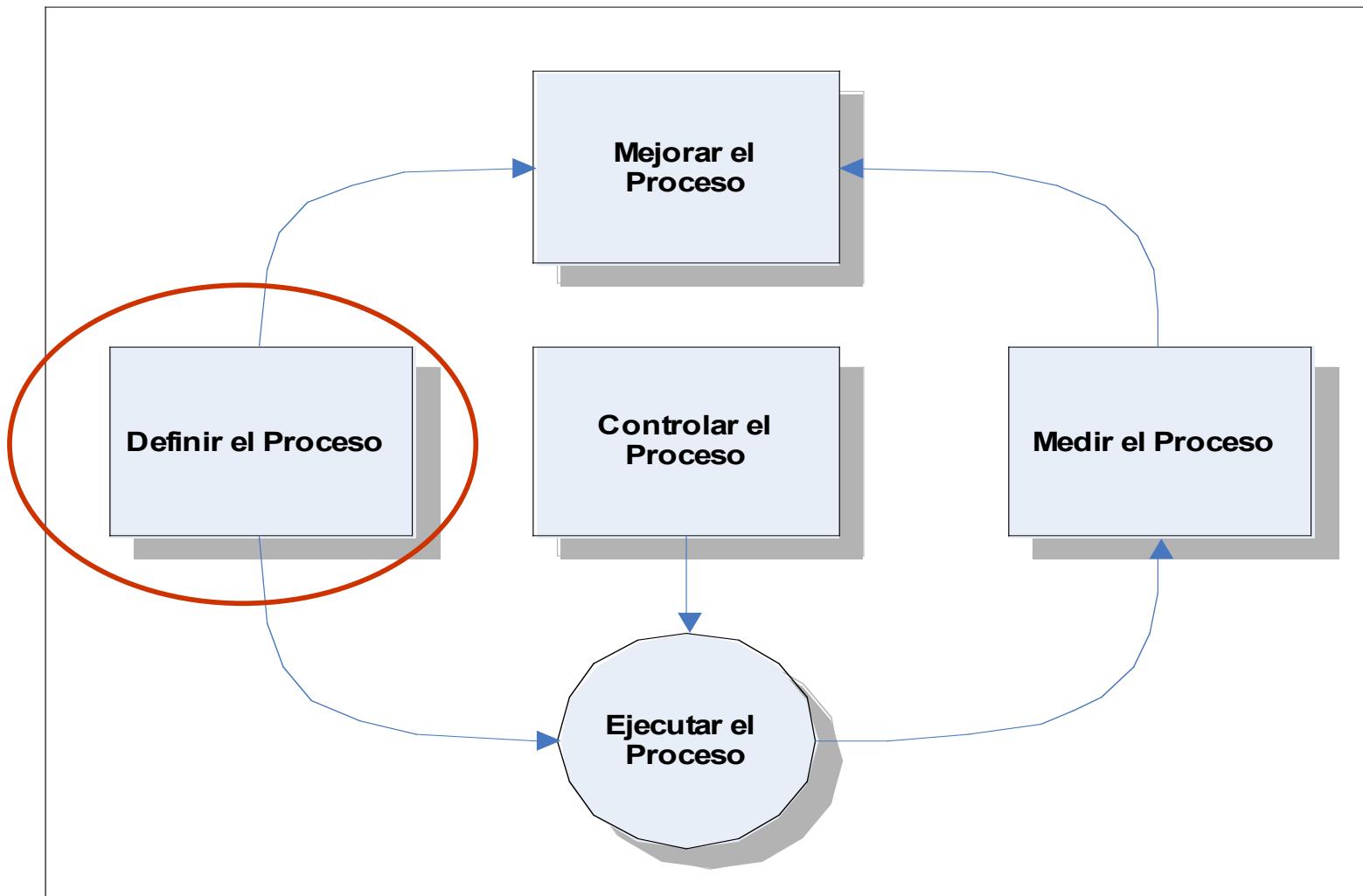
El proceso de software cubre todos los elementos necesarios (tecnologías, personal, artefactos, procedimientos, etc.) relacionados con las actividades relacionadas en la vida de un producto software



# Proceso Software - Gestión

- Los **requisitos de calidad** más significativos de los procesos software son:
  - Que produzcan los resultados esperados
  - Que estén basados en una correcta definición
  - Que sean mejorados en función de los objetivos del negocio, muy cambiantes ante la gran competitividad de las empresas hoy en día
- Estos son los objetivos de la **Gestión del Proceso Software**.
- Para aplicar esta gestión de forma efectiva es necesario asumir cuatro responsabilidades clave:
  - **Definir (Modelar), Medir, Controlar y Mejorar el Proceso.**

# 1. Definir el Proceso - Modelado



# 1. Definir el Proceso - Modelado

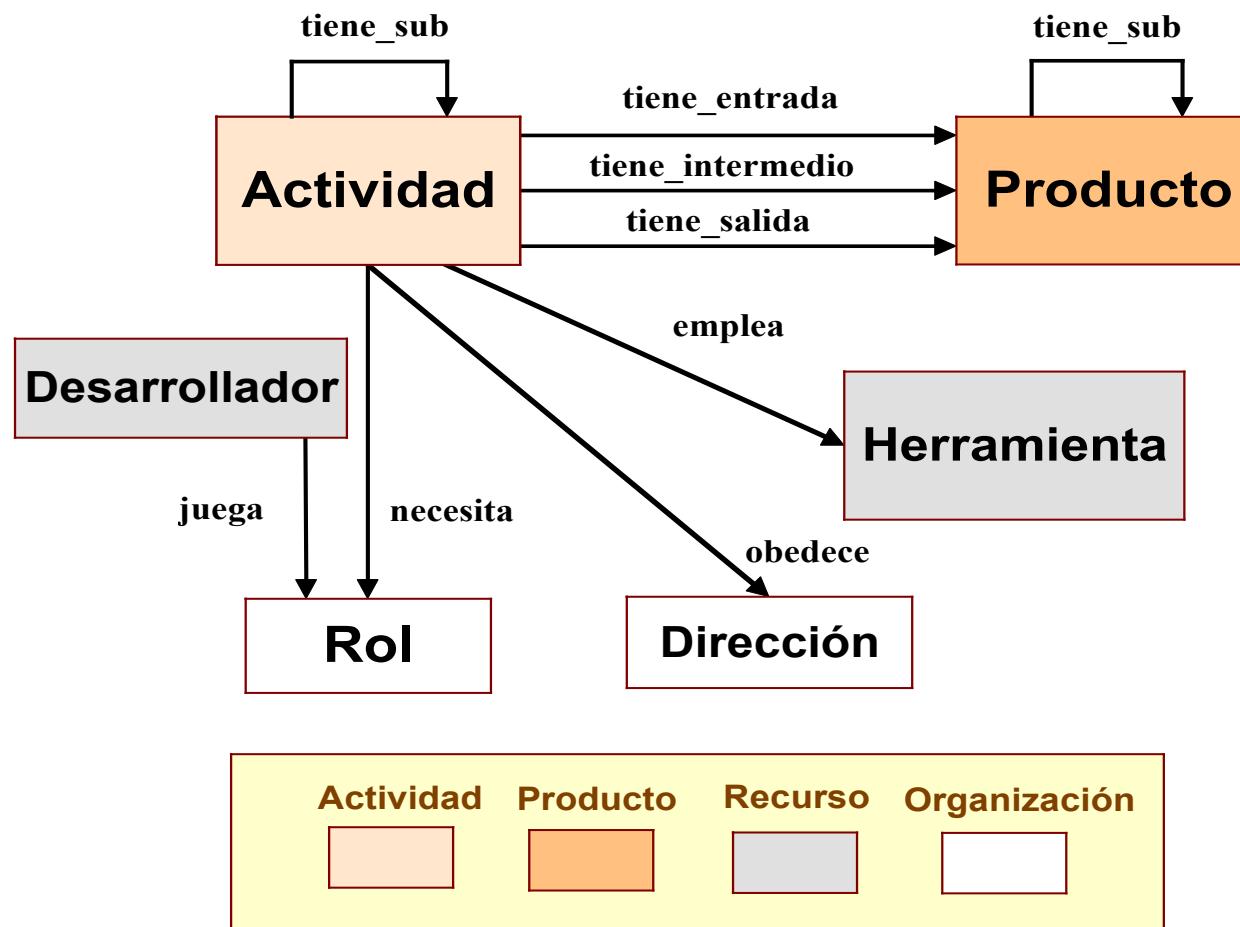
**Modelo de Procesos:** representación abstracta de una familia de procesos expresada en una adecuada notación.

- Los beneficios que motivan la introducción de modelos de proceso son (Curtis et al., 1992):
  - **Facilidad de entendimiento y comunicación**, lo que requiere que un modelo de procesos contenga suficiente información para su representación.
  - **Soporte y Control** de la Gestión del Proceso.
  - **Provisión para la automatización** orientada al rendimiento del proceso.
  - Provisión para el **soporte automático a la ejecución**
  - **Soporte a la Mejora del Proceso**, que necesita de la reutilización de procesos software efectivos y bien definidos, la comparación de procesos alternativos y el soporte al proceso de desarrollo.



# 1. Definir el Proceso - Modelado

- Un modelo de procesos está basado en un lenguaje de modelado (metamodelo + sintaxis)
- Conceptos básicos de un modelo de procesos:



# 1. Definir el Proceso - Modelado

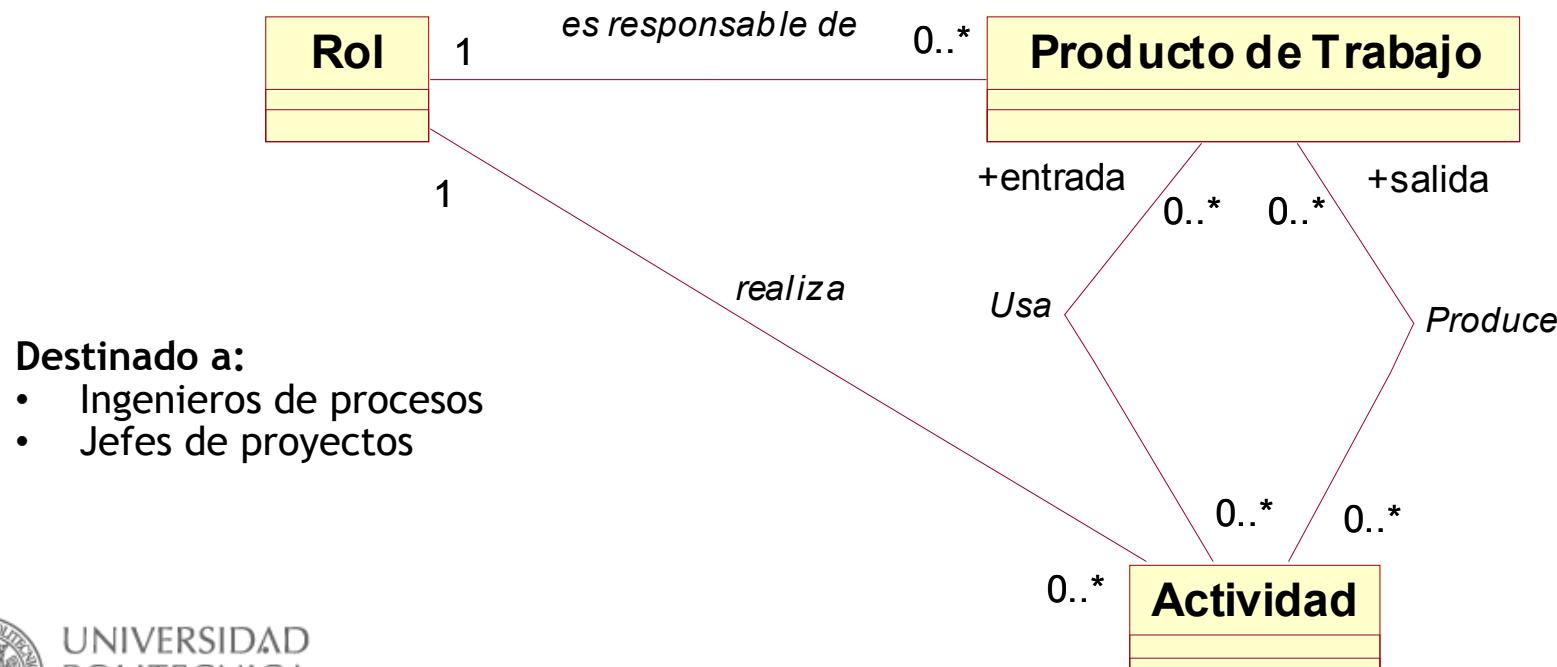
- La información de un modelo de procesos se puede estructurar bajo diferentes puntos de vista (Curtis et al, 1992):
  - **Funcional**, que representa qué elementos del proceso se están implementando y qué flujos de información son importantes para los elementos básicos del proceso.
  - **Comportamental**, que representa cuándo y bajo qué condiciones se implementan los elementos del proceso.
  - **Organizacional**, que representa dónde y por qué persona de la organización son implementados los elementos.
  - **Informativo**, que representa las entidades de información de salida o manipuladas por un proceso, incluyendo su estructura y sus relaciones.

# 1. Definir el Proceso

## Metamodelos de Procesos Software

### **SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) (OMG v1.1)**

- Estándar industrial para la representación de Modelos de Procesos de Ingeniería del Software e Ingeniería de Sistemas. Lenguaje general de modelado procesos.
- Perfil de UML 2: extiende los mecanismos de UML de una forma estandarizada con el propósito de modelar procesos de desarrollo de software



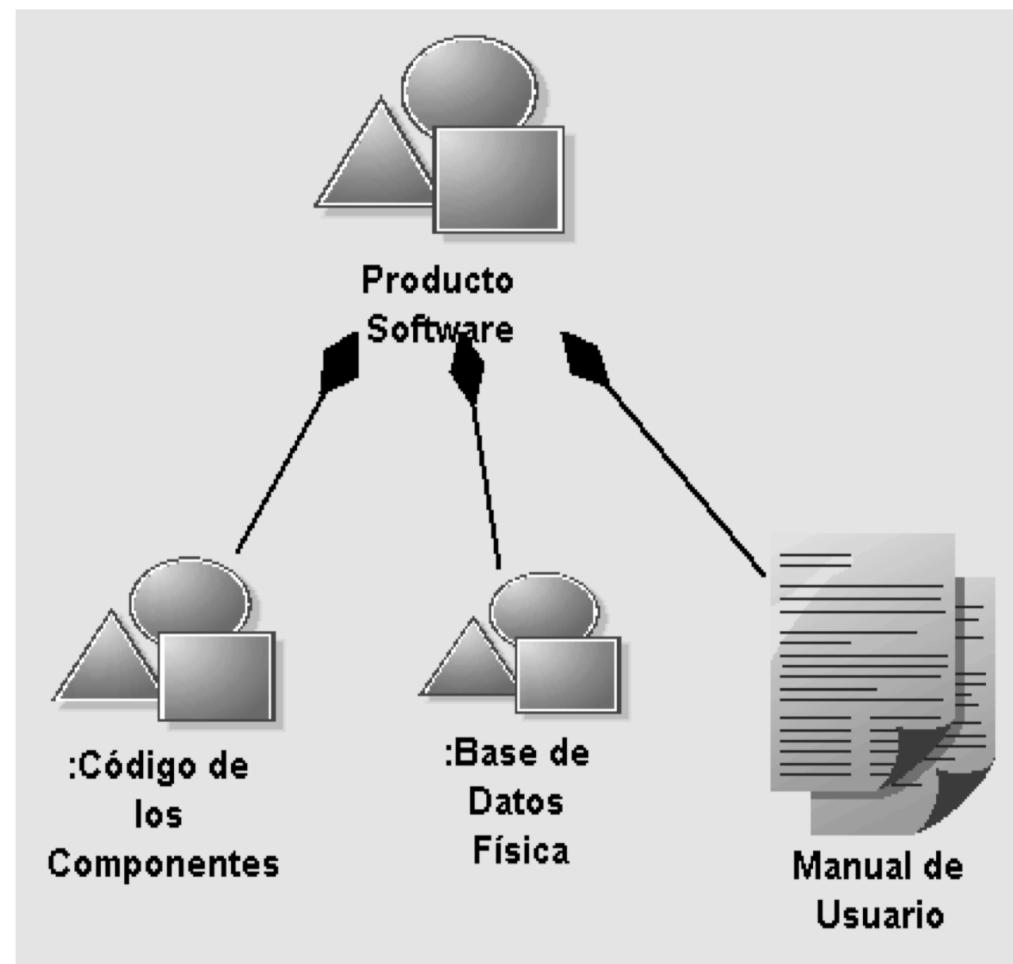
# 1. Definir el Proceso - Modelado

## SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) OMG v 1.1

TABLA I. ESTEREOTIPOS GRÁFICOS DE LOS ELEMENTOS SPEM

Elemento	Estereotipo UML
Activity	
Document	
Guide	
Process	
Phase	
Process Package	
Rol	
WorkProduct	
WorkDefinition	
Model	

□ **WorkProduct (Producto de Trabajo):** cualquier elemento producido o modificado por un proceso. Puede ser una información, documento, modelo, código fuente , etc..

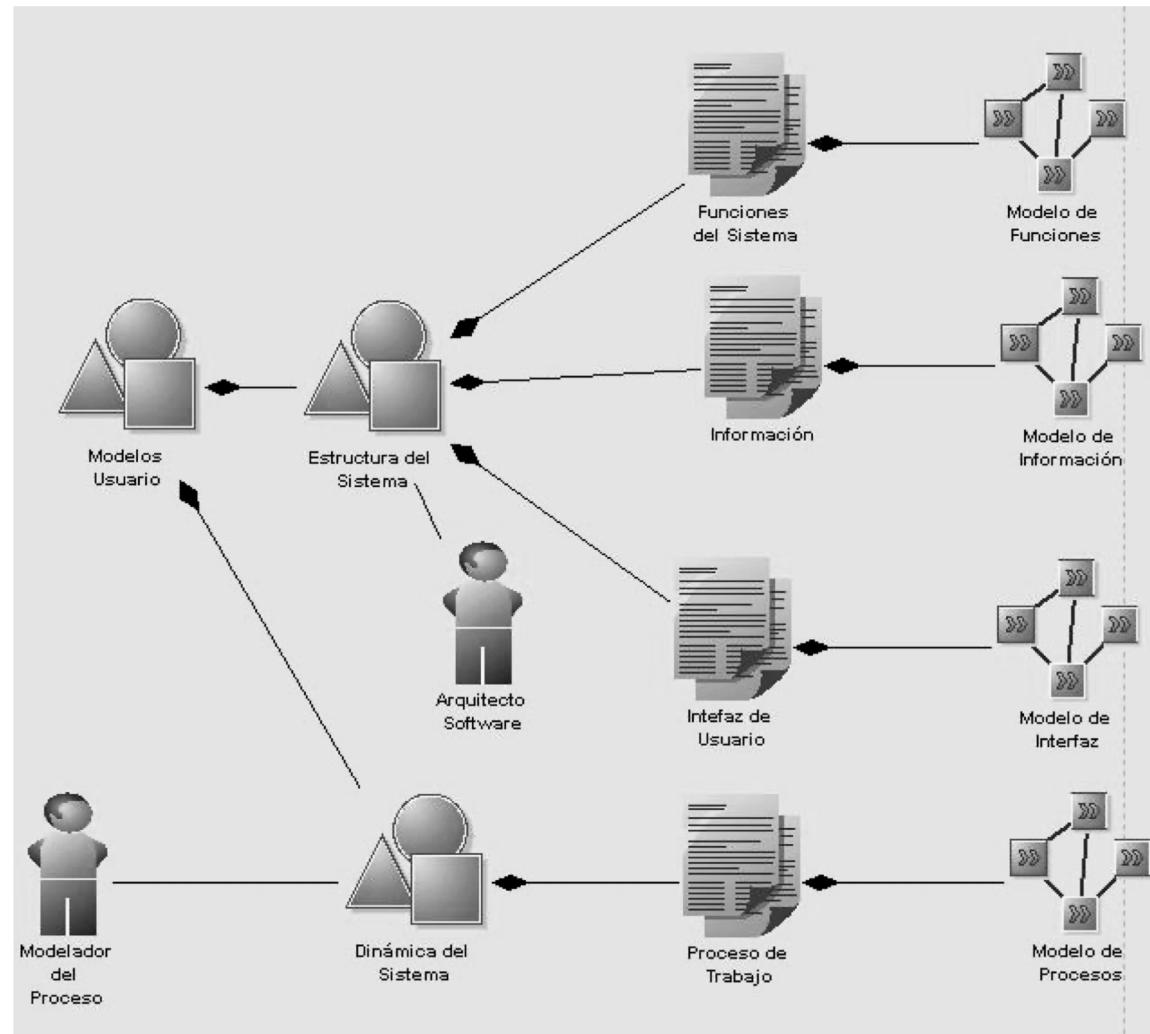


# 1. Definir el Proceso - Modelado

## SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) OMG v 1.1

TABLA I. ESTEREOTIPOS GRÁFICOS DE LOS ELEMENTOS SPEM

Elemento	Esterotipo UML
Activity	Yellow rounded rectangle
Document	Icon with a page and a pencil
Guide	Icon with a ruler and a circle
Process	Icon with a spiral
Phase	Icon with three parallel arrows pointing right
Process Package	Icon with a folder and a document
Role	Icon with a person walking
WorkProduct	Icon with a document and a gear
WorkDefinition	Icon with two parallel arrows and a loop
Model	Icon with a network of nodes and connections



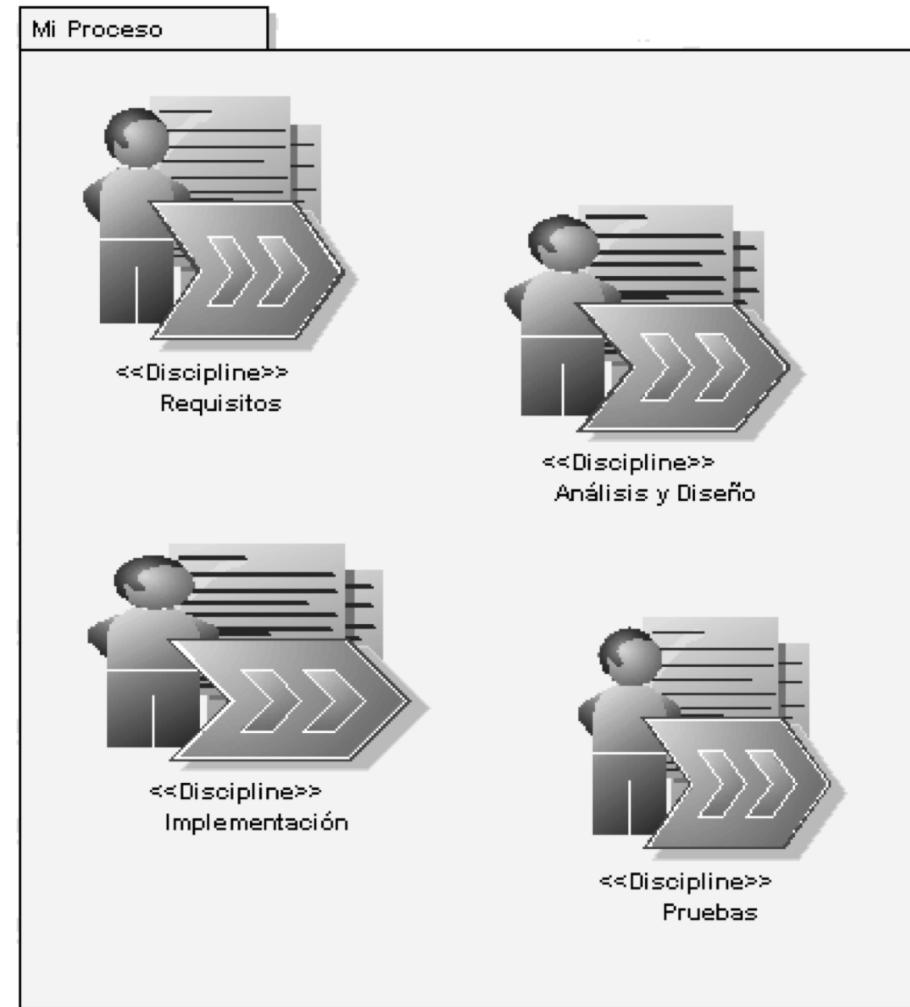
# 1. Definir el Proceso - Modelado

## SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) OMG v 1.1

TABLA I. ESTEREOTIPOS GRÁFICOS DE LOS ELEMENTOS SPEM

Elemento	Estereotipo UML
Activity	Yellow rounded rectangle
Document	Icon of a document with lines
Guide	Icon of a ruler and square
Process	Icon of a spiral
Phase	Icon of three parallel arrows pointing right
Process Package	Icon of a puzzle piece
Rol	Icon of a person
WorkProduct	Icon of a document with a red seal
WorkDefinition	Icon of a yellow arrow with a loop
Model	Icon of a network of nodes

**Discipline (Disciplina):** es una especialización particular de Package que divide las actividades dentro de un proceso de acuerdo a un tema común.



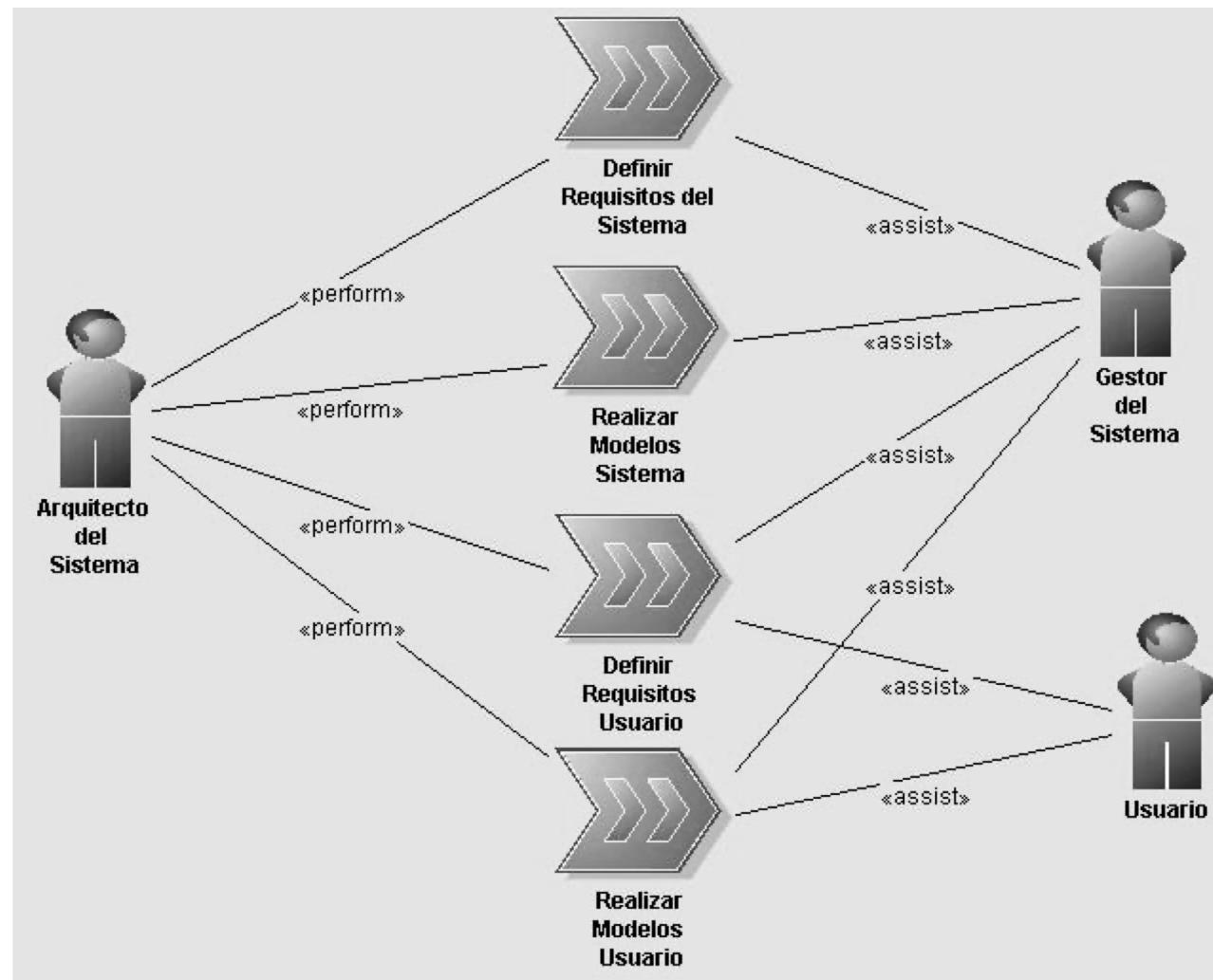
# 1. Definir el Proceso - Modelado

## SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) OMG v 1.1

TABLA I. ESTEREOTIPOS GRÁFICOS DE LOS ELEMENTOS SPEM

Elemento	Esterotipo UML
Activity	Yellow arrowhead
Document	Document icon
Guide	Ruler icon
Process	Swirl icon
Phase	Yellow double arrowhead icon
Process Package	Map icon
Rol	Blue person icon
WorkProduct	Icon with green triangle and red square
WorkDefinition	Yellow double arrowhead icon
Model	Network icon

**Phase (Fase):** una especialización de *WorkDefinition*. Las fases son definidas con una restricción de secuencialidad.



# 1. Definir el Proceso - Modelado

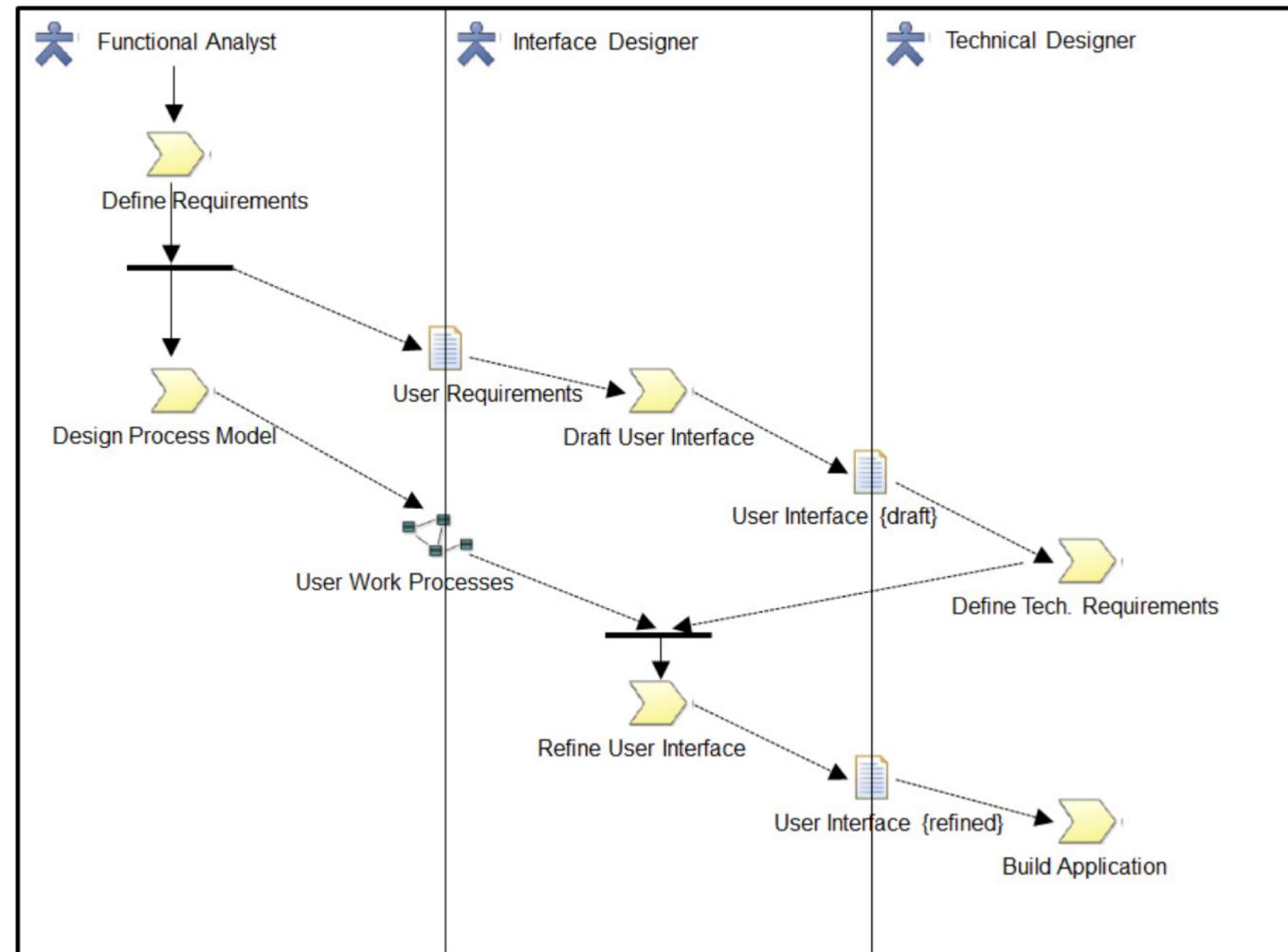
## SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) OMG v 1.1

Se pueden usar **Diagramas UML** para presentar diferentes perspectivas de un modelo de procesos de software

**Diagramas de actividad:**  
describen la secuencia de actividades con sus productos de entrada y de salida, así como los estados de flujo

TABLA I. ESTEREOTIPOS GRÁFICOS DE LOS ELEMENTOS SPEM

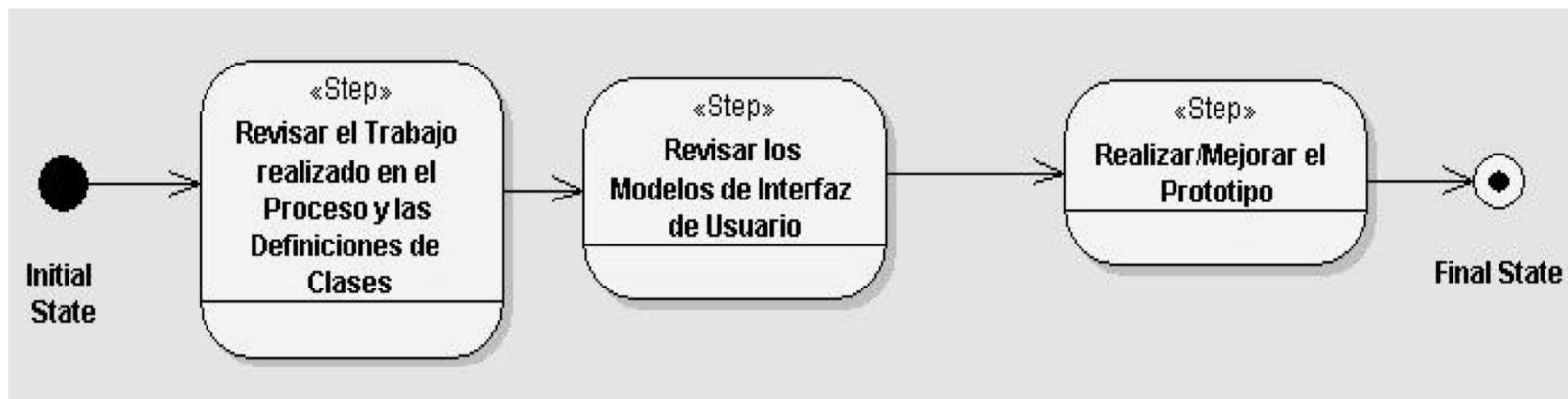
Elemento	Estereotipo UML
Activity	➤
Document	📄
Guide	📐
Process	🌀
Phase	➡➡
Process Package	📦
Rol	👤
WorkProduct	📝
WorkDefinition	➡➡
Model	➡➡➡



# 1. Definir el Proceso - Modelado

## SPEM (*Software Process Engineering Metamodel*) (OMG v 1.1)

**Diagramas de estado:** presentan el funcionamiento de los elementos del modelo SPEM.  
Se permite la anidación y el paralelismo.

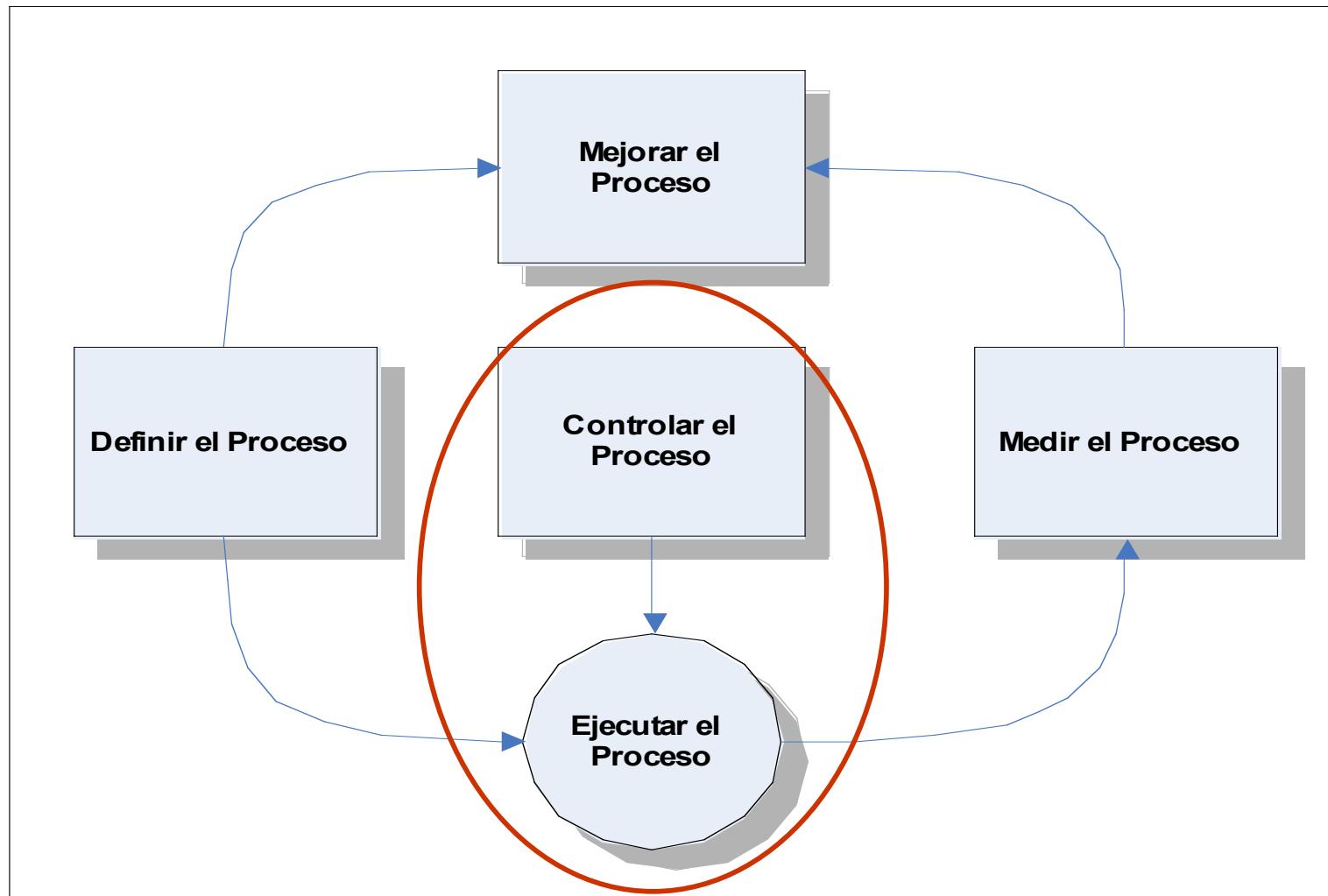


### ■ Beneficios de SPEM

- Se puede disponer de modelos de Proceso de Software en formato procesable por computador, lo que:
  - Facilita la comprensión y comunicación humana
  - Facilita la reutilización
  - Proporciona soporte a la gestión y mejora de procesos
  - Guía la automatización de procesos



# Proceso Software - Gestión



# 2 y 3: Ejecución y Control de Proceso

- Los **proyectos software** de una empresa se llevan a cabo de acuerdo a los **modelos de procesos** definidos
- Es importante poder controlar en todo momento la **ejecución de estos proyectos** (y los procesos correspondientes) para garantizar que se obtienen los resultados esperados.
- Para ello, podemos utilizar “**Entornos de Ingeniería del Software orientado a Procesos (PSEE)**” que son sistemas software que ayudan en el modelado de los procesos usando un lenguaje y su posterior automatización por medio de su reificación (*enactment*).
- Ejemplos de PSEE: SPADE, APEL, SERENDIPITY

# Procesos del Ciclo de Vida Software

- ¿Qué es el Ciclo de Vida del Software?

*“Un marco de referencia que contiene los procesos, actividades y tareas involucradas en el desarrollo, la explotación y el mantenimiento de un producto de software, abarcando la vida del sistema desde la definición de los requisitos hasta la finalización de su uso (ISO, 2002).*

# Procesos del Ciclo de Vida Software

**ISO/IEC 12207 especifica:**

Lo que se debe hacer

**ISO/IEC 12207 no especifica:**

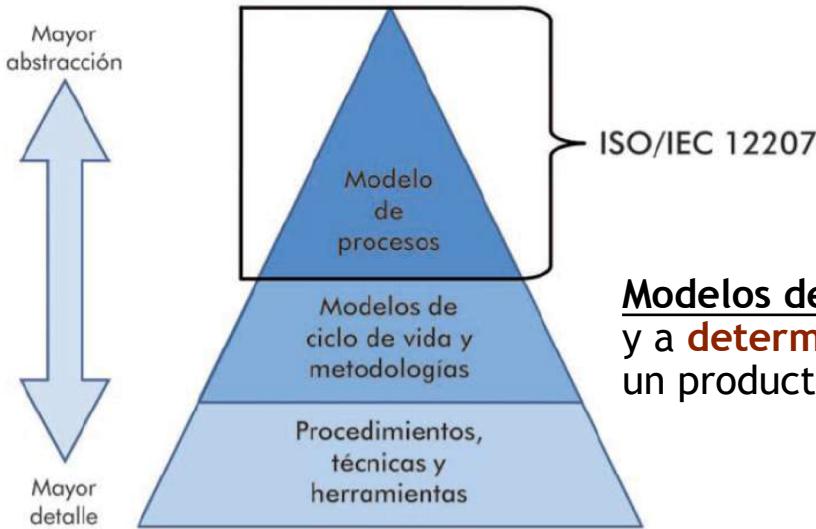
Cómo se debe hacer (metodología)

ISO/IEC 12207 se puede adaptar a los distintos **modelos de ciclo de vida de desarrollo de software (SDLC)**:

- Cascada, Incremental, Espiral, Evolutivo, Ágil, etc.

SDLC indica **cómo se organizan los procesos** de la ISO/IEC 12207

# Modelos de Procesos y Procesos



**Modelo de procesos:** definen cuáles son las mejores prácticas que una organización debe implementar para el desarrollo de software

**Modelos de ciclo de vida:** ayudan a comprender el proceso software y a **determinar el orden de las actividades** necesarias en la vida de un producto software

## ¿Qué es un proceso?



# Procesos del Ciclo de Vida Software

- CONCEPTO DE CICLO DE VIDA
- PROCESOS DEL CICLO DE VIDA SW

ISO/IEC 12207: 43 procesos agrupados en 7 grupos y éstos en 2 conjuntos:

- 6. Procesos del ciclo de vida de desarrollo Software
- 7. Procesos específicos Software

NG	Grupo de Proyectos	Nº
6.1	Acuerdo o convenio	2
6.2	Organización del proyecto	5
6.3	Proyecto	7
6.4	Técnicos	11
7.1	Implementación Software	7
7.2	Soporte Software	8
7.3	Reutilización Software	3



# System Context Processes

Agreement Processes	Project Processes	Technical Processes
Acquisition Process (Clause 6.1.1)	Project Planning Process (Clause 6.3.1)	Stakeholder Requirements Definition Process (Clause 6.4.1)
Supply Process (Clause 6.1.2)	Project Assessment and Control Process (Clause 6.3.2)	System Requirements Analysis Process (Clause 6.4.2)
<b>Organizational Project-Enabling Processes</b>		
Life Cycle Model Management Process (Clause 6.2.1)	Risk Management Process (Clause 6.3.4)	System Architectural Design Process (Clause 6.4.3)
Infrastructure Management Process (Clause 6.2.2)	Configuration Management Process (Clause 6.3.5)	Implementation Process (Clause 6.4.4)
Project Portfolio Management Process (Clause 6.2.3)	Information Management Process (Clause 6.3.6)	System Integration Process (Clause 6.4.5)
Human Resource Management Process (Clause 6.2.4)	Measurement Process (Clause 6.3.7)	System Qualification Testing Process (Clause 6.4.6)
Quality Management Process (Clause 6.2.5)		Software Installation Process (Clause 6.4.7)
		Software Acceptance Support Process (Clause 6.4.8)
		Software Operation Process (Clause 6.4.9)
		Software Maintenance Process (Clause 6.4.10)
		Software Disposal Process (Clause 6.4.11)

# Software Specific Processes

SW Implementation Processes	SW Support Processes
Software Implementation Process (Clause 7.1.1)	Software Documentation Management Process (Clause 7.2.1)
Software Requirements Analysis Process (Clause 7.1.2)	Software Configuration Management Process (Clause 7.2.2)
Software Architectural Design Process (Clause 7.1.3)	Software Quality Assurance Process (Clause 7.2.3)
Software Detailed Design Process (Clause 7.1.4)	Software Verification Process (Clause 7.2.4)
Software Construction Process (Clause 7.1.5)	Software Validation Process (Clause 7.2.5)
Software Integration Process (Clause 7.1.6)	Software Review Process (Clause 7.2.6)
Software Qualification Testing Process (Clause 7.1.7)	Software Audit Process (Clause 7.2.7)
	Software Problem Resolution Process (Clause 7.2.8)
Software Reuse Processes	
Domain Engineering Process (Clause 7.3.1)	Reuse Program Management Process (Clause 7.3.3)
Reuse Asset Management Process (Clause 7.3.2)	

# Procesos del Ciclo de Vida Software

## Proceso de Gestión de la Calidad

Pretende asegurar que los **productos, servicios e implementaciones** de los procesos del ciclo de vida cumplen los **objetivos de calidad organizacionales** y se logran los objetivos del cliente.

Como resultado de este proceso se tiene que conseguir:

- Definir **políticas y procedimientos de gestión de la calidad** de la organización;
- Definir **objetivos de calidad** de la organización;
- Definir **responsabilidades** para la gestión de la calidad;
- Monitorizar el estado de la satisfacción del cliente;
- Llevar a cabo acciones apropiadas cuando los objetivos de calidad no se alcanzan.

## ■ Ejercicios:

1. ¿Cuál es la diferencia entre proceso software y ciclo de vida? ¿Cómo estos conceptos están relacionados?
2. La ISO 12207 es un estándar para los procesos del ciclo de vida del software de la organización que comprende 17 procesos agrupados en 3 categorías: principales, de apoyo, y de organización. Este es un proceso del tipo: (a) Manual, (b) Automático; (c) Ejecutable
3. Los modelos en cascada, evolutivo y en espiral en la ingeniería del software; se conoce como: (a) ingeniería de requisitos; (b) proceso software; (c) ciclo de vida;
4. Determinar los requisitos de software para el sistema de inventarios es una actividad que corresponde al proceso de: (a) producción; (b) gestión; (c) apoyo
5. ¿Qué representa un modelo de procesos desde el punto de vista organizacional? (a) cuando y bajo qué condiciones se implementan los elementos de proceso; (b) determinar qué elementos de proceso se están implementando; (c) donde y por que personas de la organización son implementados los elementos de proceso.



## ■ Ejercicios:

6. El modelo de procesos que consiste en decir quién (rol) realiza qué (tarea) para, a partir de unas entradas (productos de trabajo) obtener unas salidas (productos de trabajo), se conoce como: (a) UML; (b) SPEM; (c) APEL
7. Cuando el proceso software está relacionado con el soporte tecnológico en forma de herramientas, infraestructura y entornos; se refiere a la categoría de: (a) métodos y técnicas de desarrollo de software; (b) comportamiento organizacional; (c) tecnología de desarrollo software.
8. Desarrollar y poner en producción la funcionalidad de matrícula en línea del sistema de gestión académica, con respecto al proceso software ¿a qué elemento corresponde? (a) producto; (b) actividad; (c) recurso.
9. La idea central de SPEM para representar procesos está basada en tres elementos básicos, que son: (a) rol, producto de trabajo y tarea; (b) descriptivo, informales y formales; (c) producto, proceso y persona.



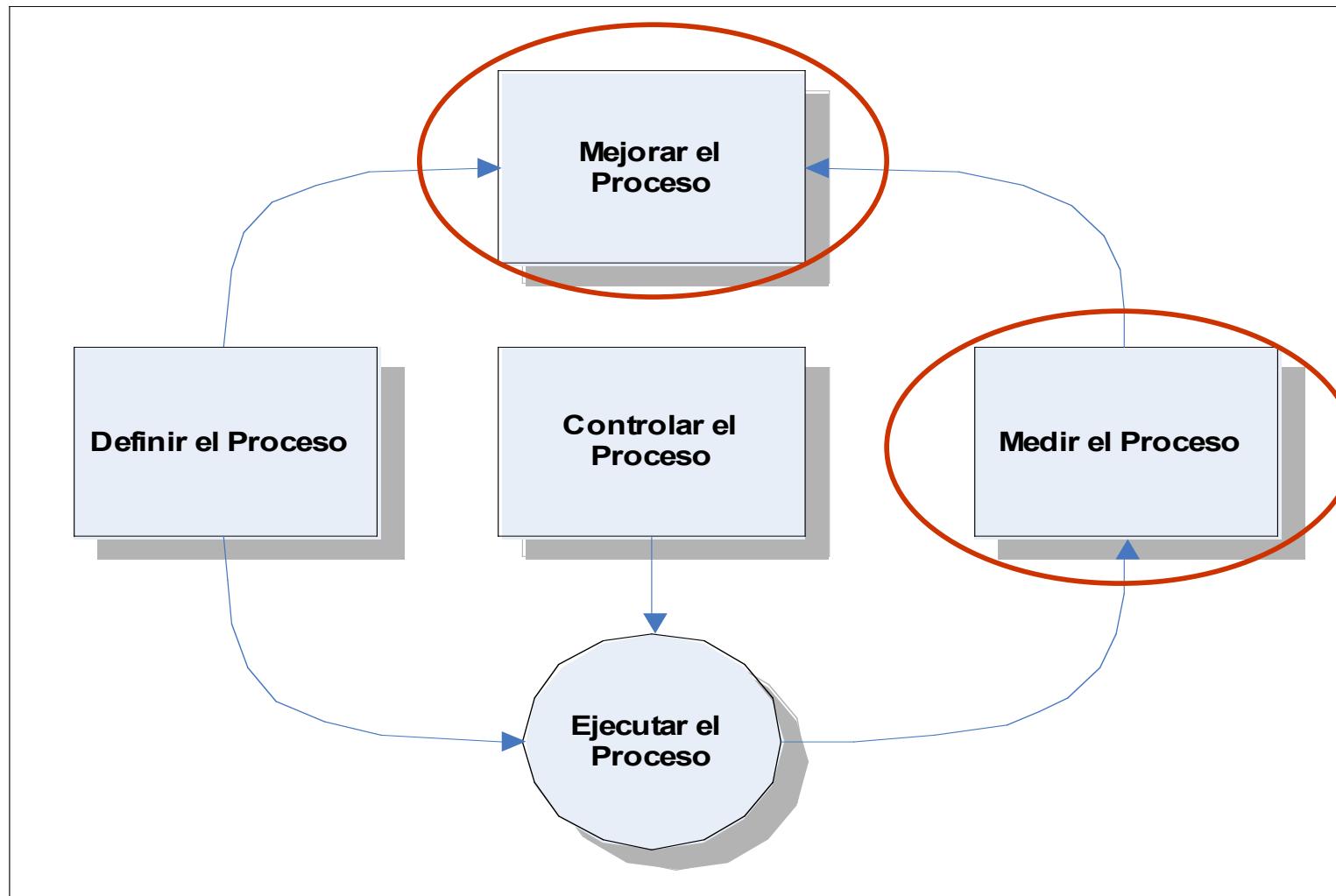
## ■ Ejercicios:

10. La primera responsabilidad clave para realizar una gestión efectiva del proceso es: (a) definición; (b) medición y mejora; (c) ejecución y control.
11. Cuando el producto software está relacionado con los recursos humanos, es decir grupos de personas que están coordinadas y se gestionan desde una estructura organizacional; se refiere a la categoría: (a) métodos y técnicas de desarrollo software, (b) comportamiento organizacional; (c) tecnología de desarrollo software
12. Al conjunto parcialmente ordenado de actividades llevadas a cabo para gestionar, desarrollar y mantener sistemas software, se conoce como: (a) ingeniería del software; (b) proceso software; (c) ciclo de vida.
13. En un proyecto de construcción de software para la gestión académica de un colegio, la conformación del equipo de desarrollo es una actividad que corresponde al proceso de: (a) producción; (b) gestión; (c) apoyo

## ■ Ejercicios:

14. La especificación de la arquitectura de la aplicación, en el proceso software se conoce como: (a) actividad; (b) producto; (c) recurso
15. Representar los elementos de interés que intervienen en la definición de un proceso, constituyen un paso fundamental para la comprensión y mejora continua de los procesos en una organización se conoce como: (a) validación de procesos; (b) ejecución y control; (c) modelado de procesos

# Proceso Software - Gestión



# Evaluación, referencia y mejora de procesos

- Es un examen disciplinado de los procesos usados en una organización junto a un **conjunto de criterios** para determinar la **capacidad de esos procesos** para ser realizados dentro de los objetivos de calidad, coste y planificación.
- El propósito es caracterizar la práctica actual, **identificando debilidades y fortalezas** y la habilidad del proceso para controlar o evitar las causas de baja calidad, desviaciones en coste o planificación (**ISO IEC 15504-1:1998**)

# Evaluación, referencia y mejora de procesos

- **Estándares y guías**, que establecen lo que debería hacerse en una situación contractual
  - Estándares como EIA Interim Standard (IS) 632 para procesos Ing. Sistemas
- **Métodos de evaluación**, que permiten juzgar y decidir sobre la capacidad de los procesos y la madurez de las organizaciones
  - SCAMPI, ISO/IEC 15504/33000, entre otros
- **Modelos de referencia**, que establecen un camino a seguir describiendo las características de los buenos procesos en diferentes aspectos organizacionales
  - CMMI, ISO/IEC 12207 (Ing. del software), ISO/IEC 15288 (Ing. Sistemas)
  - ISO 9001 (y su guía para el software ISO 90003)
- **Métodos de selección de contratistas**, que permiten comparar sus fortalezas y debilidades y minimizar el riesgo de la compra
  - Software Capability Evaluation (SCE) o el SDCE (fuerzas armadas EE.UU)

# Estándares y Modelos de Referencia

- **Capability Maturity Model Integrated (CMMI) del SEI**

- El modelo más empleado y maduro
- Valora el desarrollo de software en sistemas de gran complejidad
- Visión completa del proceso de madurez organizacional
- Incluye mecanismos para mejora continua de los procesos.

- **Bootstrap:**

- Enfocado a pequeñas y medianas empresas.
- Valora la madurez global de una organización.
- Examina procesos individuales de software y valora la conveniencia y el impacto de nuevas tecnologías.

- **ISO/IEC 15504 (SPICE) / substituida por ISO/IEC 33000:**

- Combina elementos de ISO, CMM y Bootstrap
- Objetivo: definir un marco común de referencia en el que convivan el resto de los modelos mencionados.
- Enfocado a estudiar el nivel de madurez de los procesos individuales (tiene en cuenta el contexto de los procesos evaluados).
- Produce un perfil del proceso, en vez de un resultado válido/no válido.



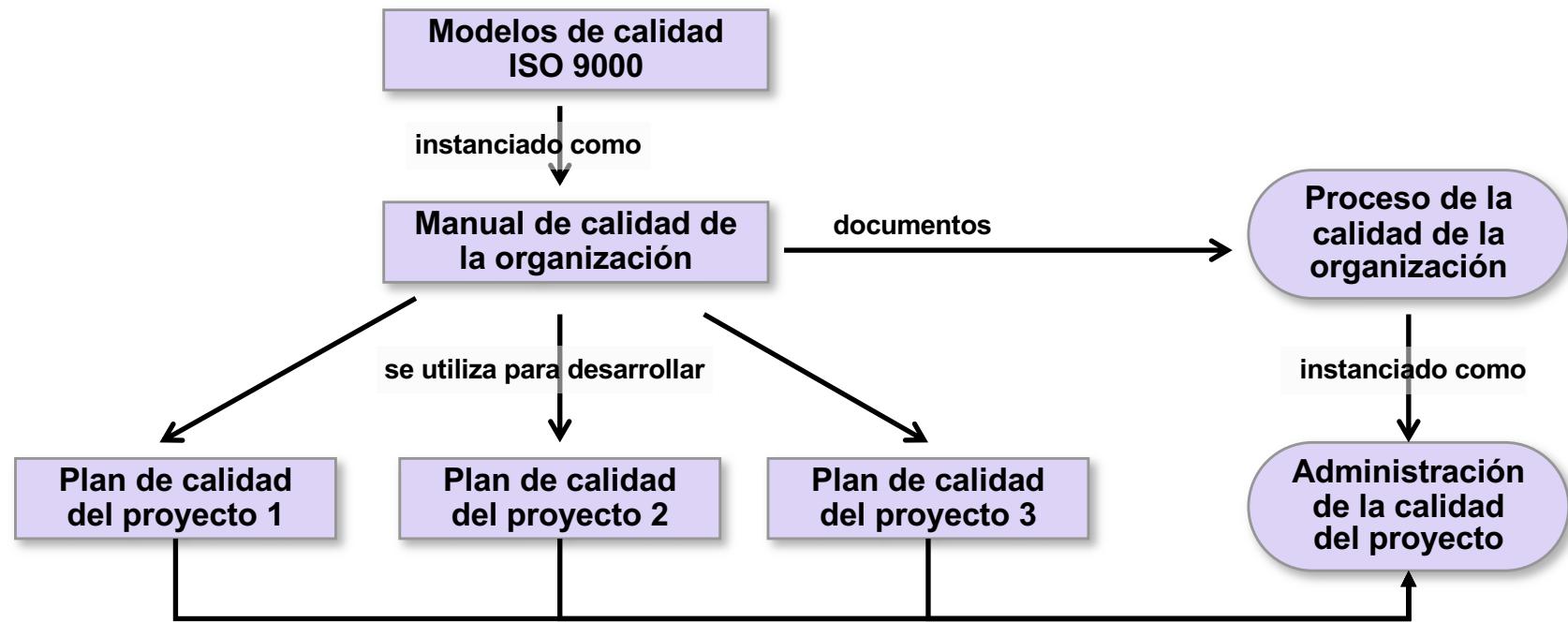
# ISO 9000: 2008

- Conjunto de estándares internacionales para la **gestión y control de calidad de los procesos**.
  - Guía de gestión de la calidad: **diseño e implantación de Sistemas de Calidad**
  - Describe los requerimientos generales para garantizar la calidad
  - Aplicable a un rango de organizaciones desde industrias de servicio a industrias de manufactura.
- La ISO 9001 (**Sistemas de Gestión de la Calidad - requisitos**) es aplicable a organizaciones que diseñan, desarrollan y mantienen productos **con fines contractuales o de certificación**.
  - Se aplica a organizaciones que necesitan demostrar su capacidad para proporcionar de manera regular productos o servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.
  - Debe ser instanciado para cada organización.

# Certificación ISO 9000

- **Utilidad:** Prevenir reclamaciones, defectos, cumplir requisitos del cliente.
- Los clientes demandan cada vez más que sus desarrolladores tengan la certificación ISO 9000.
- Los estándares de calidad y procedimientos deberán ser documentados en un **Manual Organizacional de Calidad**.
- Personal externo puede certificar que una organización conforma con los estándares ISO 9000.
- **ISO/IEC 9003** es una guía de aplicación de la ISO 9001 al software. No es certificable. Es una norma de buenas prácticas.

# ISO 9000



# Modelos de Referencia: ISO 9000

- Serie ISO-9000: conjunto de normas de sistemas de calidad y guías asociadas que se publicaron por la ISO (Organización Internacional de Normalización).
- ISO9000: describe los elementos de garantía de calidad en términos genéricos que pueden aplicarse a cualquier negocio, con independencia de los productos o servicios ofrecidos.
- Obtención de certificado:
  - Auditores externos examinan el Sistema de Calidad y las operaciones de una empresa.
  - Si es correcto, se recibe el certificado.
  - Auditorías de seguimiento cada seis meses.
- Procesos documentados y practicados como se hayan descrito en el estándar.
  - Ventajas: comprensión, control y mejora de los procesos y la red de procesos.
  - Inconveniente: burocracia y papeleo.
- ISO9000 describe los elementos de un sistema de garantía de calidad:
  - estructura organizativa
  - procedimientos
  - procesos y recursos para implantar la planificación de la calidad
  - control de calidad
  - garantía de calidad
  - mejora de la calidad
- ISO 9000 NO describe cómo debe implementar una organización estos elementos del sistema de calidad.
- Objetivo: diseñar e implementar un sistema de garantía de calidad que cumpla los estándares y acople los productos, servicios y cultura de la empresa.

## ISO 9001

- ☞ Estándar aplicable a la Ingeniería del Software
- ☞ 20 requisitos de un sistema de garantía de calidad efectiva:
  - Responsabilidad de la gestión
  - Sistema de calidad
  - Revisión de contrato
  - Control de diseño
  - Control de datos y documentos
  - Compras
  - Control del producto suministrado por el cliente
  - Identificación y posibilidad de seguimiento del producto
  - Control del proceso
  - Inspección y prueba
  - Control de inspección, medición y equipo de pruebas
  - Inspección y estado de prueba
  - Control de producto no aceptado
  - Acción correctora y preventiva
  - Tratamiento, almacenaje, empaquetamiento, preservación y entrega.
  - Control de registros de calidad
  - Auditorías internas de calidad
  - Formación
  - Servicios
  - Técnicas estadísticas
- ☞ Más orientada a empresas de fabricación

## ISO 9000-3

Guía para la aplicación de ISO 9001 en el desarrollo, suministro y mantenimiento de software

# Beneficios y limitaciones del ISO 9001

## ■ Beneficios al implantar ISO 9001 (2000):

- Incremento de la productividad.
- Menos repeticiones de trabajo.
- Incremento de la satisfacción interna.
- Mejora continua.
- Incremento en los márgenes de ganancia.

## ■ Limitaciones del ISO 9001:

- Su escasez de directrices para la implantación del proceso de mejora en algunas industrias o campos específicos.
- Ausencia de prioridades de implantación por áreas.
- Su ámbito general lo hace **complejo de implementar en empresas medianas y pequeñas**, así como también en filiales de una gran empresa.

# Capability Maturity Model (CMM)

- Es un **modelo para la evaluación y mejora de procesos** para el desarrollo, mantenimiento y operación de sistemas de software.
- Sirve para medir **el grado de madurez de los procesos** de una empresa.
- **1986:** El Software Engineering Institute propone un modelo para evaluar el grado de madurez con que las organizaciones desarrollaban software.
- **1991:** aparece el CMM, prácticamente en su forma actual:
  - Basado en casos reales
  - Refleja las necesidades de los profesionales del desarrollo de software y de la mejora del proceso.
  - Está documentado (<http://www.sei.cmu.edu> )
- **Madurez del proceso:**
  - Refleja la **capacidad de una organización para producir software de calidad** (cuanto más madura es una organización, mejor definido será el proceso de software).
  - Proceso de software maduro: mayor productividad y calidad del producto.
  - Las empresas van pasando por **cinco niveles de madurez**.



# Objetivo de CMM

## Organización inmadura

- Apaga fuegos
- Tiene pocos recursos propios
- Tiene éxito gracias a los héroes
- Hay altibajos en la productividad por rotación de recursos
- Las planificaciones son poco realistas.
- Mucho esfuerzo dedicado a “mantenimiento”
- Los plazos de entrega son impredecibles
- Los empleados están descontentos

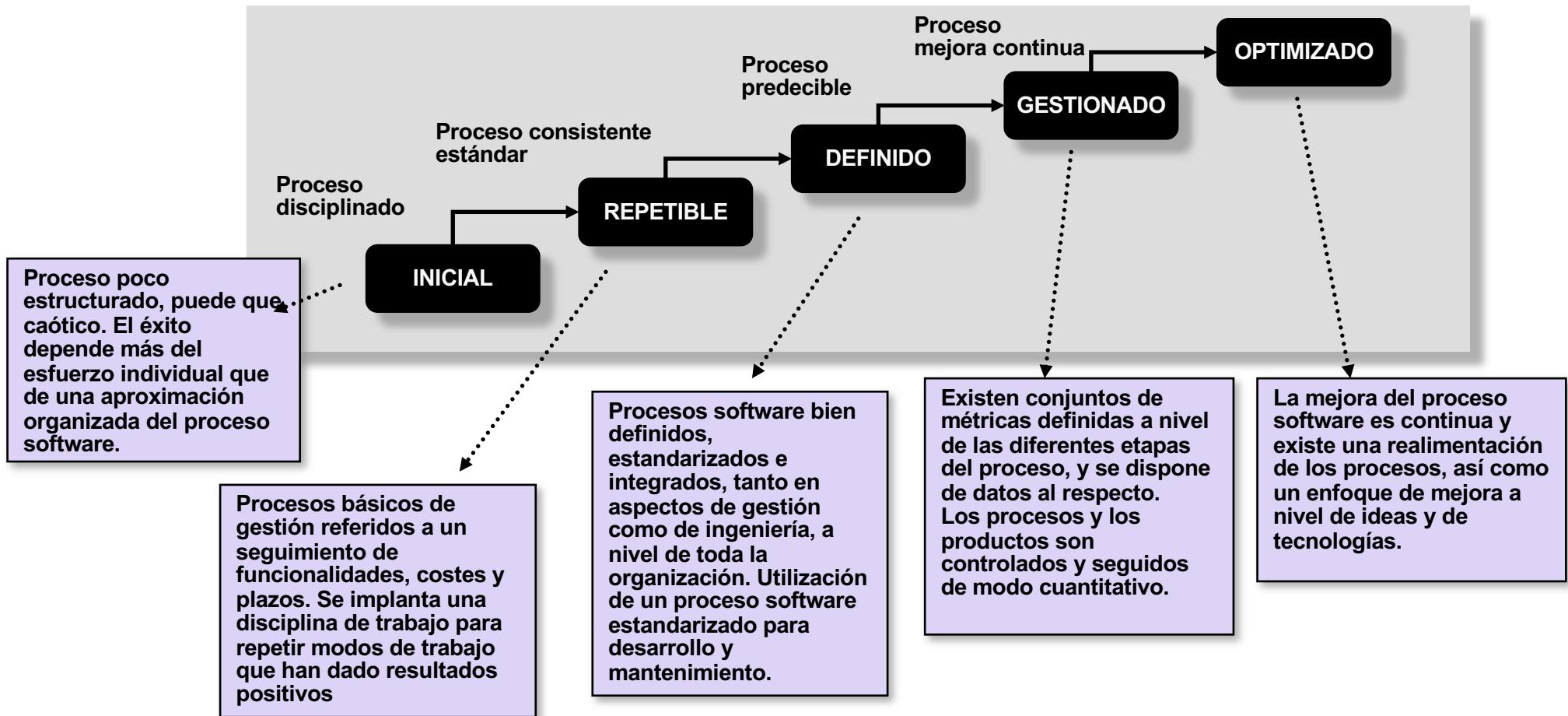
## Organización madura

### Organización A

- Tiene procesos definidos
- Tiene responsabilidades definidas
- El conocimiento está en la organización
- Resultados predecibles
- Entrega con la calidad esperada
- Cumple plazos de entrega
- Incrementa la productividad
- Reconocer las mejoras
- Satisface a los clientes
- Los empleados están a gusto



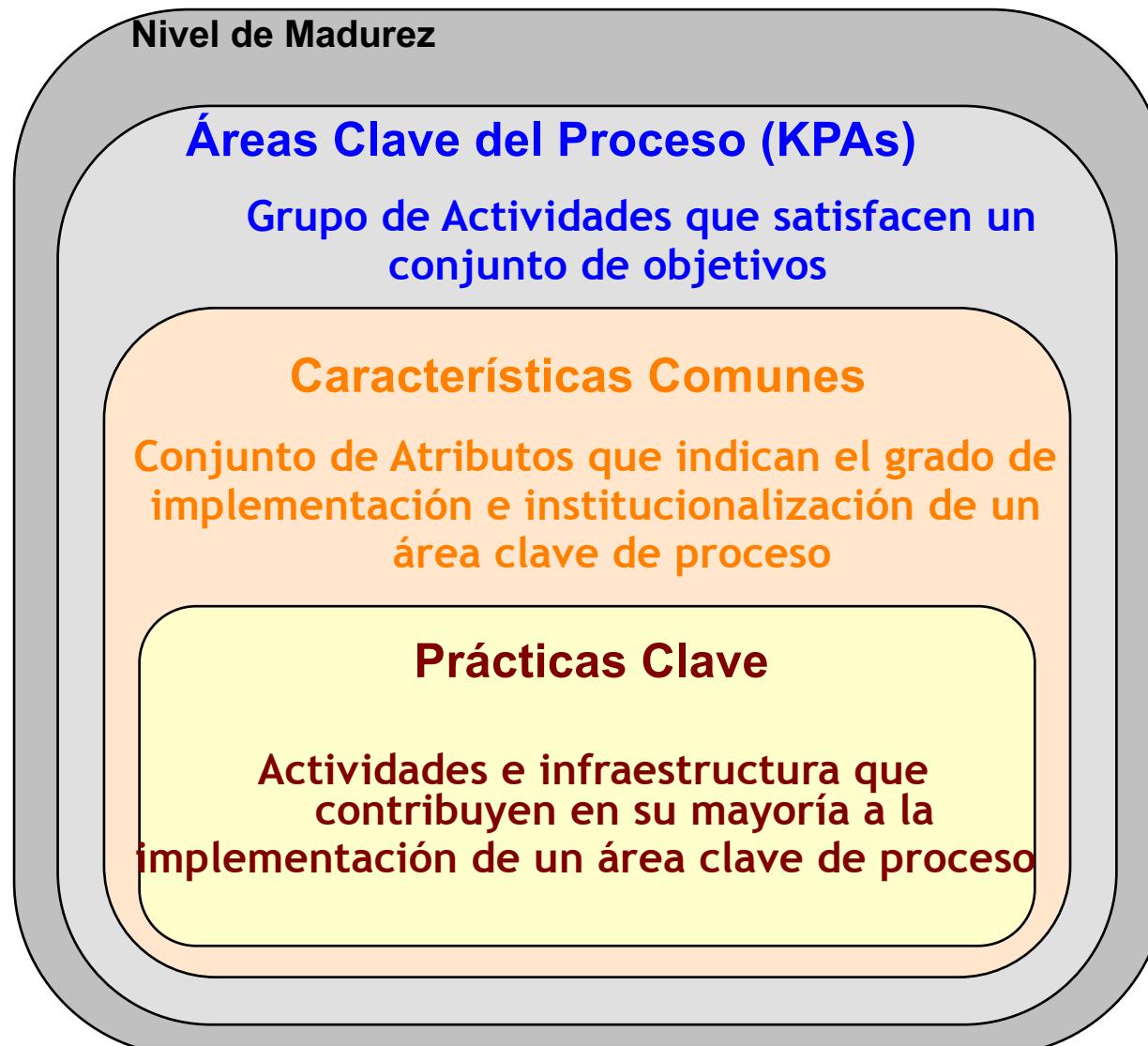
# Capability Maturity Model (CMM)



Lo que más afecta a estas organizaciones es la fuga de conocimiento por la alta rotación de personal y esto se controla adecuadamente con la **definición e institucionalización de procesos**, como parte de la cultura de la empresa.



# Capability Maturity Model (CMM)



# Capability Maturity Model Integrated (CMMI)

- El CMMI es un conjunto de productos y servicios que sirven para mejorar los procesos en las organizaciones. Contiene 3 modelos:
  - **CMMI para Desarrollo**: mejora de procesos y productos), **CMMI para Adquisición** (mejora de procesos para optimizar la cadena de suministro) y **CMMI para Servicios** (mejora de procesos para mejorar desempeño de servicios).
- **Objetivos:**
  - Eliminar inconsistencias
  - Reducir duplicaciones
  - Incrementar la claridad y comprensión
  - Proporcionar terminología común
  - Proporcionar estilos consistentes
  - Mantener componentes comunes
  - Asegurar la consistencia con ISO 15504
- Dos versiones:
  - **Representación Escalonada** (por etapas)
  - **Representación Continua**



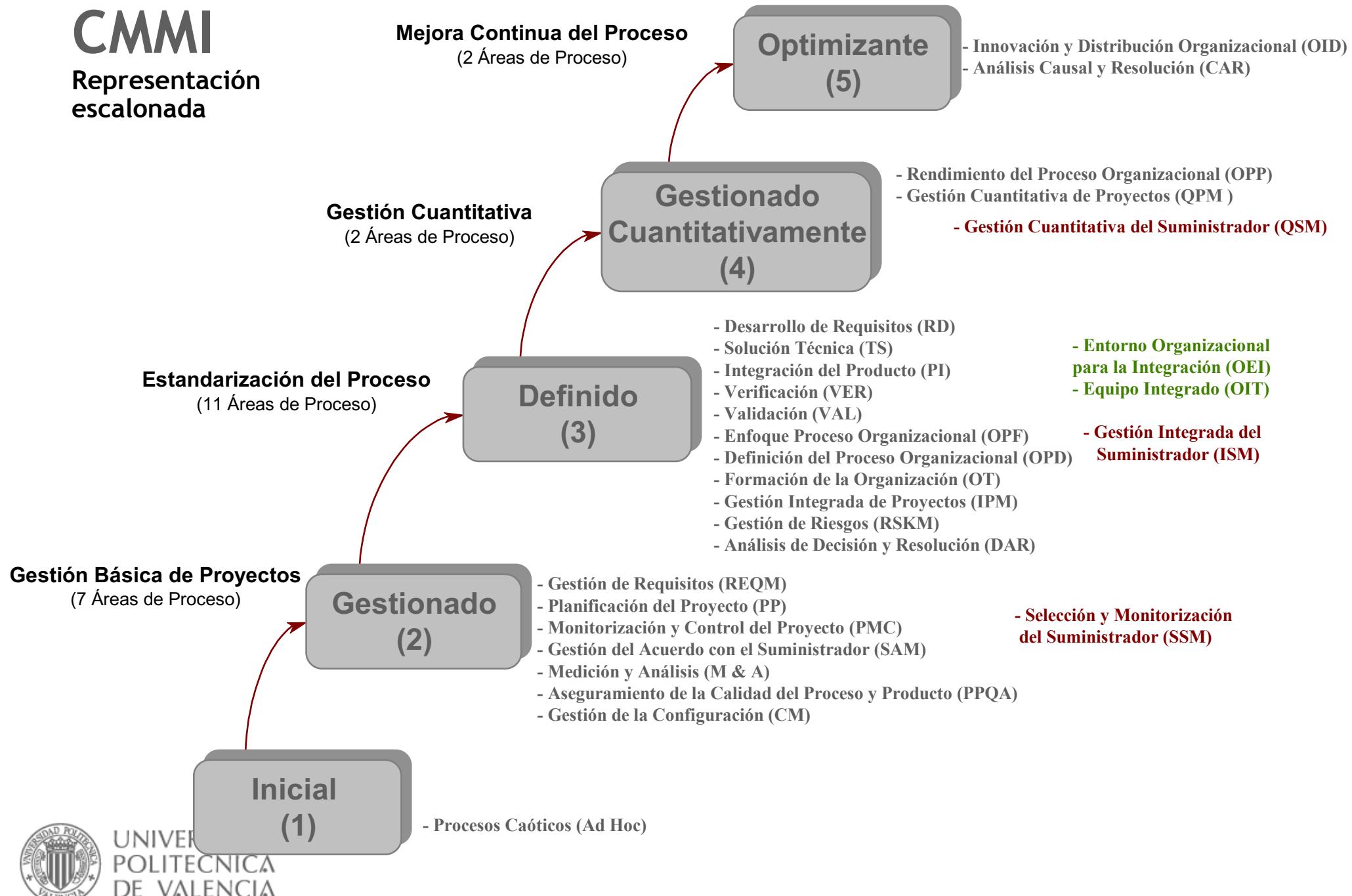
# Capability Maturity Model Integrated (CMMI)

- Representación Escalonada:



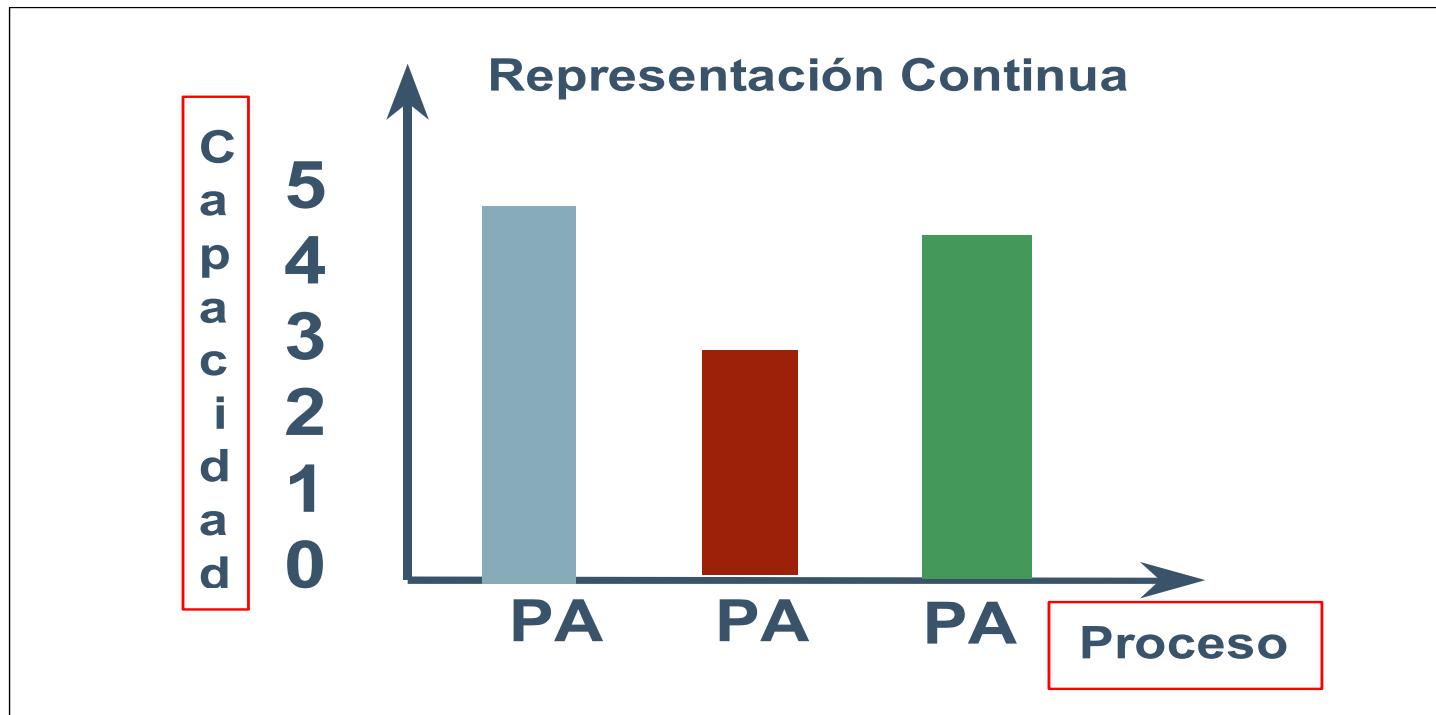
# CMMI

Representación  
escalonada



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

# Capability Maturity Model Integrated (CMMI)

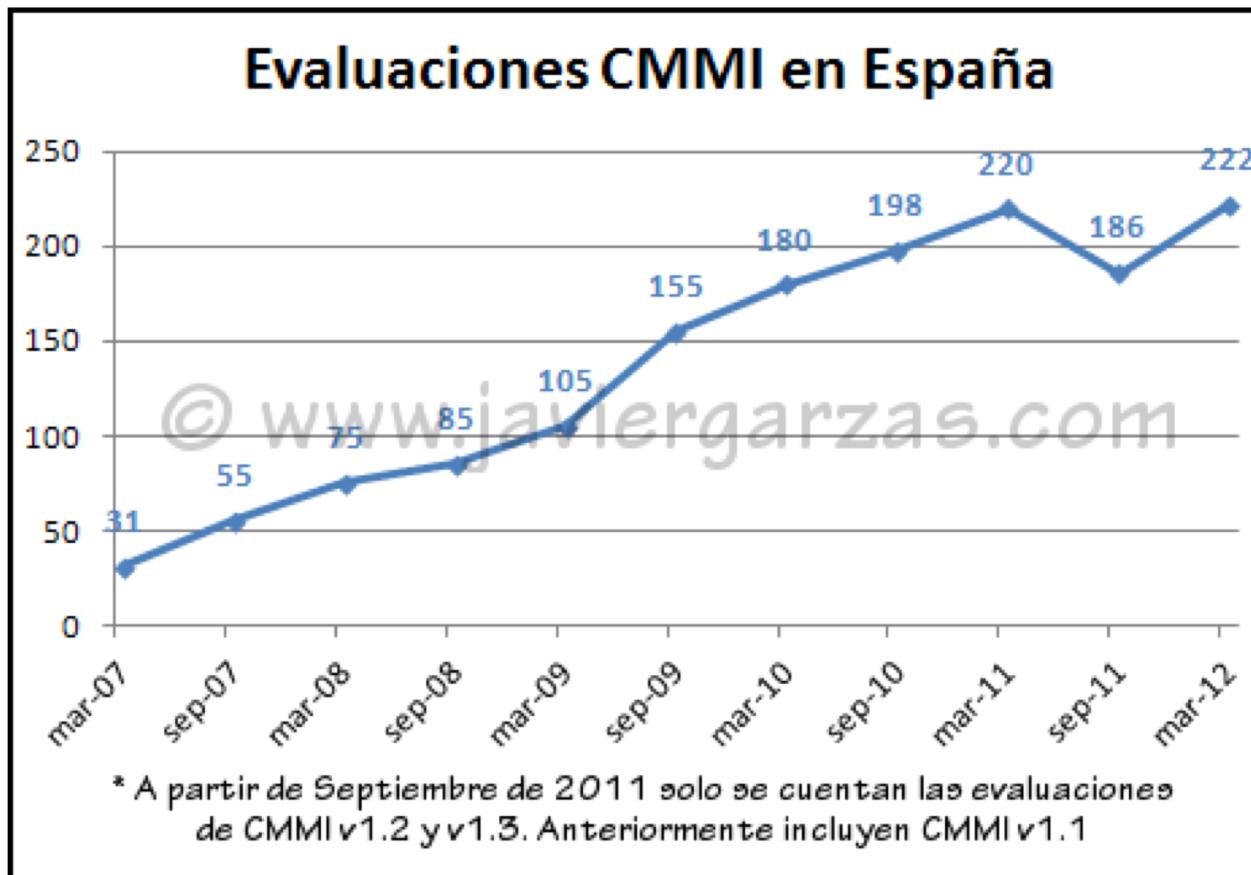


- Se denomina continua porque ninguna etapa discreta está asociada con la madurez de la organización.
- El modelo continuo tiene áreas de procesos (PA) que contienen prácticas específicas y genéricas que dan soporte al incremento de la capacidad de los procesos de una organización de manera individual.



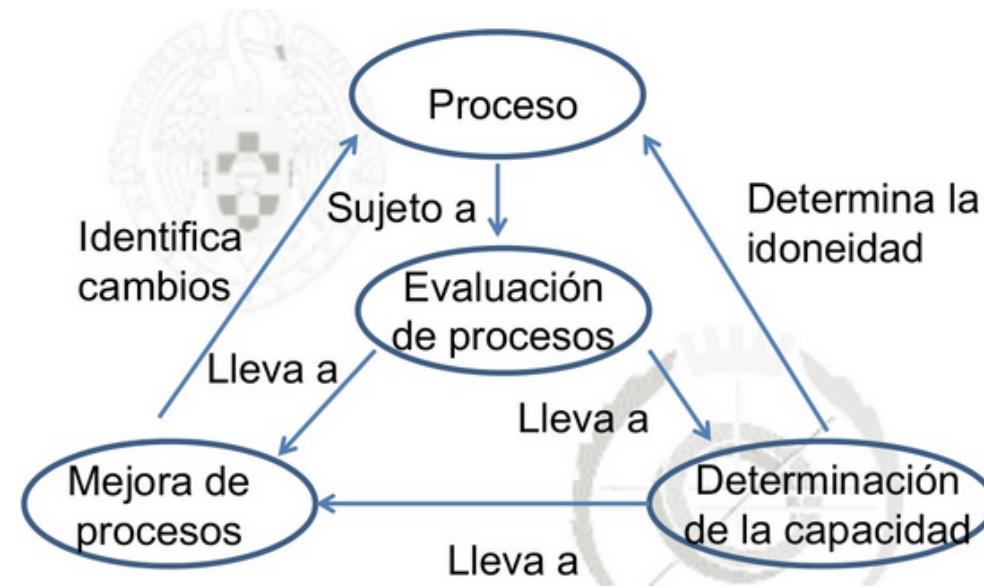
# Capability Maturity Model Integrated (CMMI)

- El país del mundo con más evaluaciones CMMI es China, con 1866. Le siguen Estados Unidos (1278) e India (518).
- España sería cuarta (222) y Japón quinta, con 187.



# ISO/IEC 15504 (SPICE)

- Determinación de la capacidad y mejora de los procesos de software.  
**Software Process Improvement and Capability dEtermination (SPICE).**
- Conjunto de 7 normas para establecer y mejorar la **capacidad y madurez** de los procesos de las organizaciones, proporcionando los principios requeridos para “**realizar una evaluación de la calidad de los procesos**”.
  - Parte 2: Requisitos mínimos para realizar una evaluación de mejora de procesos y determinación de la **capacidad de los procesos**.
  - Parte 7: describe las bases para llevar a cabo **evaluaciones por niveles de madurez** (6 niveles de madurez).



# Propósito de la ISO/IEC 15504 (SPICE)

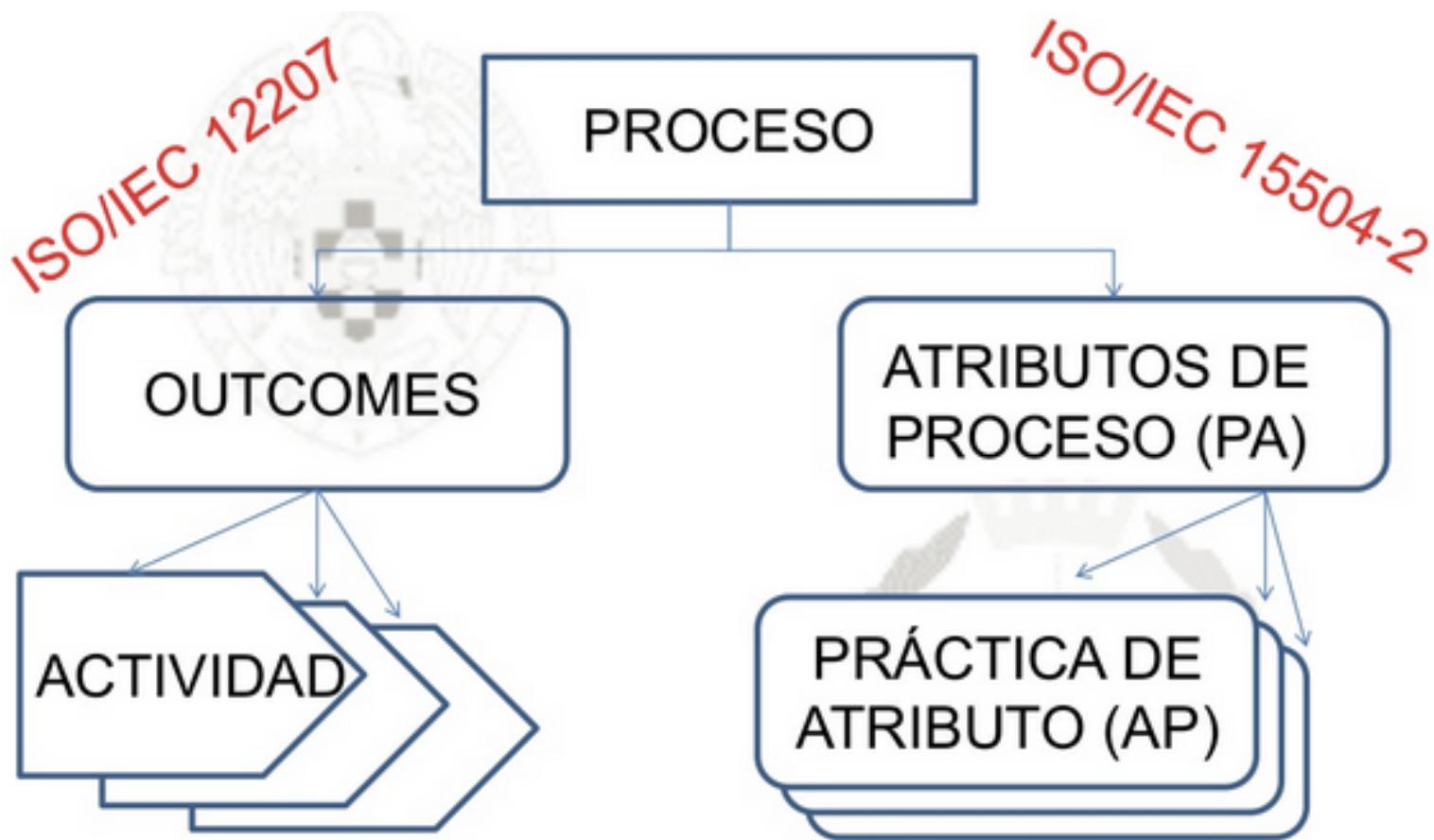
- La definición de los procesos se realiza sobre ISO/IEC 12207.
- A diferencia de CMMI (certificación a nivel de la organización), **SPICE certifica para cada proceso un nivel final, en un proyecto/área determinados.**
- Una empresa puede aplicarlo con el objetivo de:
  - Comprender el estado de sus propios procesos para mejorarllos.
  - Determinar la idoneidad de sus propios procesos para un requisito particular o un conjunto de requisitos.
  - Determinar la idoneidad de los procesos de otra organización para un contrato determinado o un conjunto de contratos.
- En España ha sido adoptada por AENOR quien ha adaptado los procesos para empresas medianas y PYMES lo que facilita su implantación en este sector
- **Entidad certificadora:** AENOR y otras organizaciones y empresas
- **Empresas certificadas en España:**
  - <http://www.iso15504.es/>

# Propósito de la ISO/IEC 15504 (SPICE)

- La ISO 15504 puede evaluar diferentes modelos de procesos.
- Hay muchos modelos de procesos en la industria (CMMI-DEV o el ISO/IEC 12207 que se suele usar con la ISO).
- Un modelo de procesos describe “procesos tipo” (p.e., “gestión de requisitos” o “diseño de la arquitectura”) que podemos encontrar en una organización que desarrolla software con calidad.
- Un “**modelo de procesos**” define un catálogo, una colección estructurada, buenas prácticas que describen las características de un proceso efectivo (mientras que el **modelo de evaluación**, es decir, la ISO 15504, proporciona los principios requeridos para realizar una **evaluación de la implantación de dicho modelo de procesos en una organización**).

# ISO/IEC 15504 (SPICE)

## ■ Modelo de evaluación



Los atributos determinan si un proceso alcanza un nivel de capacidad:

Nivel 0 = Proceso Incompleto; Nivel 1 = Proceso Realizado; Nivel 2 = Proceso Gestionado; Nivel 3 = Proceso Establecido; Nivel 4 = Proceso Predecible; Nivel 5 = Proceso Innovado



# ISO/IEC 15504 (SPICE)

## ■ Madurez de las Organizaciones

L5 Optimizada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mejora continua para cumplir los objetivos de negocio</li></ul>
L4 Predecible	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se gestionan cuantitativamente los procesos</li></ul>
L3 Establecida	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se utilizan procesos adaptados basados en estándares</li></ul>
L2 Gestionada	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se gestionan los procesos y los productos de trabajo se establecen, controlan y mantienen</li></ul>
L1 Básica	<ul style="list-style-type: none"><li>• Se implementan y alcanzan los objetivos de los procesos</li></ul>
L0 Inmadura	<ul style="list-style-type: none"><li>• No hay implementación de procesos</li></ul>



# ISO/IEC 15504 (SPICE)

## Ejemplo: Nivel 1

- En el nivel 1, “la organización simplemente implementa y alcanza de manera básica los **resultados del proceso (outcomes)**”, y al alcanzar los resultados propuestos es posible identificar las salidas (resultados) del proceso evaluado.
- Procesos Básicos: No. 1, 2 y 3

No.	Nombre del Proceso	Objetivo	Resultados del Proceso
1	<b>Suministro (SUM)</b>	Proporcionar al cliente un producto o servicio que cumpla con los requisitos acordados.	<ul style="list-style-type: none"><li>- Identificación del cliente.</li><li>- Respuesta a solicitud del cliente.</li><li>- Acuerdo entre cliente y proveedor, en cuanto al desarrollo, mantenimiento, explotación, entrega e implantación.</li><li>- Desarrollo del producto.</li><li>- Entrega de producto.</li><li>- Implantación del producto.</li></ul>
2	<b>Definición de los Requisitos de Usuario (RQU)</b>	Definir los requisitos del sistema para proporcionar los servicios necesarios a usuarios y otros afectados en un entorno definido.	<ul style="list-style-type: none"><li>-Especificación de características y contexto de los servicios.</li><li>-Definir restricciones del sistema.</li><li>-Definir requisitos.</li><li>-Validación de conformidad a los servicios.</li><li>-Base para negociar y acordar la entrega del producto.</li></ul>
3	<b>Análisis de los Requisitos del Sistema (RQSIS)</b>	Transformar los requisitos de los stakeholders en un conjunto deseado de requisitos técnicos del sistema que guiarán el diseño del sistema.	<ul style="list-style-type: none"><li>-Definir requisitos funcionales y no funcionales.</li><li>-Aplicar técnicas para solución del proyecto.</li><li>-Comprobar precisión de requisitos.</li><li>-Establecer costos, calendario e impacto de los requisitos del sistema en el</li></ul>

Para realizar tanto las auditorías internas como la auditoría final, debe haber evidencia objetiva extraída de los resultados del proceso!

# ISO/IEC 15504 (SPICE)

## Prácticas de Atributo de cada Atributo de Proceso

Para evaluar cada atributo de proceso, es necesario evaluar las prácticas atributo (AP), dichas prácticas son actividades importantes que se deben realizar para la consecución del atributo de proceso asociado.

Atributo de Proceso (PA)	Prácticas de Atributo (AP)
PA 1.1 Realización del proceso	AP 1.1.1 Alcanzar las salidas del proceso
PA 2.1 Gestión de la realización	AP 2.1.1 Definir los objetivos del proceso AP 2.1.2 Planificar y controlar el proceso AP 2.1.3 Adaptar la realización del proceso AP 2.1.4 Asignar la responsabilidad y autoridad para el proceso AP 2.1.5 Asignar los recursos y la información para el proceso AP 2.1.6 Gestionar la comunicación entre las partes involucradas
PA 2.2 Gestión de los productos de trabajo	AP 2.2.1 Definir los requisitos para los productos de trabajo AP 2.2.2 Definir los requisitos para la documentación y control de los productos de trabajo AP 2.2.3 Identificar, documentar y controlar los productos de trabajo AP 2.2.4 Revisar y adaptar los productos de trabajo para cumplir los requisitos definidos

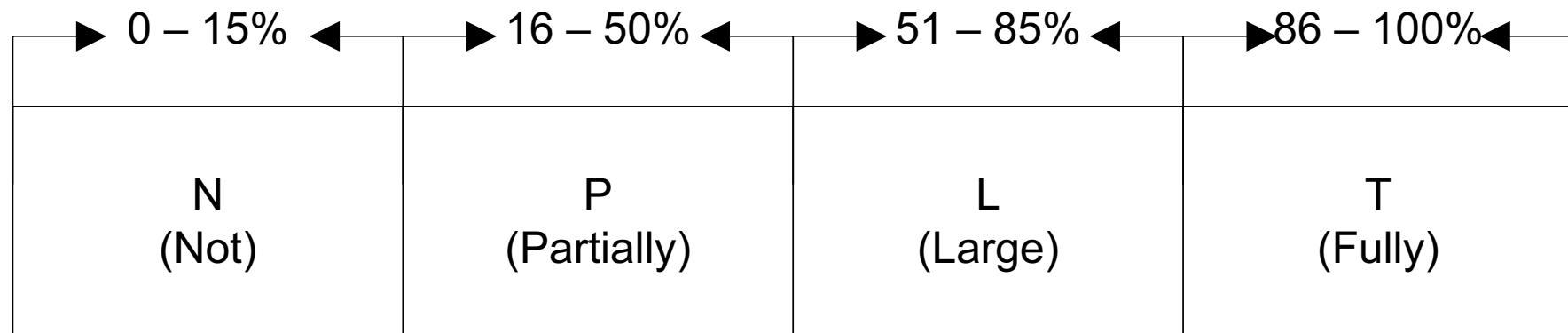
Cada atributo mide un aspecto particular de la capacidad del proceso



# ISO/IEC 15504 (SPICE)

## Criterios de evaluación estipulados por la ISO 15504

- No se debe aplicar en organizaciones con menos de 20 personas, ya que podría ser improductivo (documentación extensa, alto coste, etc.)
- Los auditores que emitirán su valoración sobre la certificación, soportan el proceso según la **calificación de los Atributos de Proceso**, que depende del resultado de las Prácticas Atributo asociadas y *outcomes*.
- Criterios de evaluación que tienen en cuenta los auditores:



NI (No implementado)

PI (Parcialmente  
Implementado)

AI (Ampliamente  
Implementado)

CI (Completamente  
Implementado)



UNIVERSIDAD  
POLITECNICA  
DE VALENCIA

Esta norma obliga a evaluar empezando por el Nivel 1 y, si son alcanzados (AI o CI) los atributos de los procesos asociados a un cierto nivel, permite evaluar un nivel superior

# CMMI vs. SPICE

CMMI	SPICE
Modelo en dos dimensiones (nivel de madurez y capacidades de los procesos)	Modelo en dos dimensiones (procesos y capacidad)
5 niveles de madurez (inicial, repetible, definido, gestionado, optimizado)	6 niveles de capacidad (incompleto, realizado, gestionado, establecido, predecible, en optimización)
18 áreas clave (kpa: key practice areas) que definen 52 objetivos y centenares de prácticas)	6 categorías de procesos con 238 tipos de procesos
Se realizan auditorias para revisar el nivel	Se realizan auditorias para revisar el nivel
<b>CMM, certifica un nivel final para una organización</b>	<b>SPICE, certifica para cada proceso un nivel final, en un proyecto/área determinados</b>
<b>*Coste: Nivel 2 = \$19,200.00 + otros</b>	<b>Coste: 30.000€ aproximadamente</b>

**\*Influyen varios factores.** Si consideramos únicamente los honorarios del evaluador, suponiendo que son \$200.00/hora. Podríamos considerar para una evaluación de Nivel 2 unas 64 a 96 horas que serían entre \$12,800.00 y \$19,200.00. Para el nivel 3, 4 y 5 se podrían considerar entre 96 y 160 horas.



# ¿CMMI o SPICE?

Con el crecimiento de las implantaciones de SPICE, especialmente en España desde que apareció el modelo de AENOR para la evaluación y mejora de la calidad software con ISO 15504, junto con los requerimientos que por parte del Estado español se están **pidiendo a las empresas que desarrollan software y que quieran participar en licitaciones públicas** que se certifiquen en algún nivel de madurez de ISO 15504 o CMMI. Pero ¿qué estándar deberían implantar?

## Aspectos a tener en cuenta:

- **El mercado objetivo de la empresa que se quiere certificar.** Para una empresa que desarrolla software con clientes en EEUU, CMMI es lo más recomendado; en EEUU la norma ISO 15504 no es muy desconocida. En España ambas son válidas para que una empresa se presente en licitaciones y concursos públicos.
- **El coste de la certificación.** La certificación en CMMI es bastante más cara que en ISO 15504, más si consideramos que en CMMI se requiere que personal de la empresa haga el curso oficial de CMMI, y que varias personas de la organización participen 100% en la auditoría CMMI, de varios días, lo que incrementa aún más los costes.



# ¿CMMI o SPICE?

- **Las otras normas implantadas en la organización.** Normas como ISO 27001 (para los sistemas de gestión de la seguridad de la información) o ISO 20000 (para la gestión de los servicios) han tenido una gran demanda en los últimos años. Ambas normas siguen el modelo PDCA, y son más cercanas a la “filosofía” de ISO 15504, por lo que, de disponer de dichas normas, ISO 15504 será más fácil de adoptar por la organización que CMMI.
- **El organismo certificador.** Hay varias organizaciones que certifican ISO 15504, pero uno de los organismos más prestigiosos es AENOR, que emite directamente un certificado si se ha superado cierto nivel ISO 15504. En el caso de CMMI, la certificación no la emite el SEI; el SEI sólo acredita a los auditores (*“lead appraisers”*) que voluntariamente elaboran un diploma, en el que se muestran los datos y resultados de la auditoría, pero que no es un documento oficial.
- **La madurez de las implantaciones del modelo.** Ambos modelos tienen prácticamente la misma antigüedad pero las implantaciones de CMMI son muy superiores a las de ISO 15504, por lo que de CMMI hay mucha más información, es más conocido y popular, existe más documentación, traducciones del modelo, guías, herramientas, etc.



# MoProSoft

- Modelo de Procesos de Software, desarrollado para la industria mexicana, el cual agrupa los procesos de una organización en tres grandes categorías:
  - **Alta Dirección**, que contiene el proceso de Gestión de Negocios.
  - **Gerencia**, que está integrada por los procesos de Gestión de Procesos, Gestión de Proyectos y Gestión de Recursos.
  - **Operación**, que está integrada por los procesos de Administración de Proyectos Específicos, Desarrollo y Mantenimiento de Software
- Cada proceso tiene definido los roles responsables de la ejecución de las prácticas. Los roles se asignan al personal de la organización de acuerdo a sus habilidades y capacitación para desempeñarlos. Así mismo, se consideran al Cliente y al Usuario como roles externos a la organización.
- Para más información: <http://www.moprossoft.com.mx>

# MPS.BR

- Modelo de mejora y evaluación de proceso de software para las micro, pequeñas y medianas empresas de la industria del software de Brasil (desde el 2003).
- Este modelo se basa en las normas internacionales ISO/IEC 12207, ISO/IEC 15504 y CMMI-SE/SW (SOFTEX, 2006).
- El modelo MPS.BR está dividido en tres componentes:
  - **Modelo de Referencia (MR-MPS)**
    - Guía General (para mejora de procesos)
    - Guía de Adquisición
  - **Método de Evaluación (MA-MPS)** - valido por 3 años
    - Guía de Evaluación
  - **Modelo de Negocio (MN-MPS)**
    - Documentos del Programa
- MR-MPS define niveles de madurez los cuales se obtienen de combinar procesos y la capacidad que éstos alcancen.



# MPS.BR

- Equivalencia del nivel de madurez: MPS.BR y CMMI

MPS.Br	CMMI
Level G (partially managed)	Between 1 and 2
Level F (managed)	2
Level E (partially defined)	Between 2 and 3
Level D (largely defined)	Between 2 and 3
Level C (defined)	3
Level B (quantitatively managed)	4
Level A (optimized)	5

- Para más información: [www.softex.br/mpsbr](http://www.softex.br/mpsbr)

# Resumen

- La ISO 9000 tiene un enfoque más general que modelos como CMMI o SPICE. Tiene como propósito que la organización implemente un **Sistema de Calidad, independientemente del tipo de proceso que tenga.**
- La gestión de la calidad del software (ISO 9000-3) se refiere a asegurar que el software cumple con los estándares requeridos.
- Los modelos de proceso agrupan las mejores prácticas de desarrollo.
- Implantar CMMI consiste en implementar un programa de mejora de procesos, lo que supone un cambio organizacional.
- En CMMI la mejora es un proceso gradual, para eso se usan los niveles. Mediante los niveles las organizaciones pueden implementar un programa de mejora gradual.



# Resumen

- La calidad de todos los componentes integrados en el proceso de desarrollo del software NO mejora necesariamente por el simple hecho de adoptar un estándar.
- Es necesario que el proceso de adopción conlleve una gestión del cambio adecuada.
- El modelo seleccionado no es tan importante como el compromiso de mejora.
- Hoy en día la mayoría de **empresas usan más de un modelo**, estándar o tecnología de mejora. Por ejemplo: CMMI e ISO; CMMI y Six Sigma; CMMI y PMBOK; CMMI, ITIL y COBIT, etc. No todos los modelos, estándares y tecnologías de mejora tienen el mismo alcance, de modo que varios son complementarios.

## ■ Ejercicios:

1. Modelo CMMI - El área de proceso cuyo propósito es proporcionar a la dirección y al resto del personal una visión objetiva de los procesos y los productos de trabajo asociados es: (a) gestión de requerimientos; (b) aseguramiento de la calidad del proceso y producto; (c) gestión de la configuración.
2. ¿Cuáles de las siguientes áreas de proceso no pertenecen a la categoría de Soporte (Support)? (a) Gestión de Configuración (CM); (b) Desarrollo de Requerimientos (RD); (c) Medición y Análisis (MA); (d) Gestión de Requerimientos (REQM); (e) Validación (VAL); (f) Aseguramiento de la Calidad de Proceso y producto (PPQA)

## ■ Ejercicios:

3. ¿Cuáles de las siguientes son áreas de proceso del Nivel de Madurez 2 de CMMI? (a) Definición de Requerimientos (RD); (b) Gestión de Requerimientos (REQM); (c) Gestión Integrada de Proyecto (IPM); (d) Control y Monitorización de Proyecto (PMC)
4. ¿Cuáles de las siguientes son áreas de proceso del Nivel de Madurez 3 de CMMI? (a) Definición de Requerimientos (RD); (b) Gestión de Requerimientos (REQM); (c) Gestión Integrada de Proyecto (IPM); (d) Control y Monitorización de Proyecto (PMC)
5. ¿Cuál es el principal propósito del modelo CMMI para Desarrollo? (a) Asegurar que una organización tiene toda la documentación apropiada; (b) Mejorar los procesos de una organización que sirven para desarrollar y mantener productos; (c) Obtener una certificación internacional; (d) Elaborar un programa de mejora de procesos

## ■ Lecturas recomendadas:

- Piattini M. G., García F., Rodríguez I., Pino F., Calidad de Sistemas de Información, 5<sup>a</sup> Edición, 2019, Rama.