



## *Calidad del Software*

Desarrollo de Sistemas de  
Información Corporativos

**Departamento de Informática**

# Contenido

---

- Compromiso con la calidad.
- ¿Qué es calidad?
- Calidad del producto vs calidad del proceso.
- Mejora continua.
- La calidad del Sw.
- Fallos, defectos y errores.
- Economía de la calidad.
- Estándares y normas.

# Compromiso con la calidad

- Hoy en día el sw controla innumerables sistemas que afectan a prácticamente todos los aspectos de nuestra actividad diaria, muchas de ellas críticas. El incorrecto funcionamiento o el no funcionamiento de alguna parte de él puede producir incomodidades y/o ciertos costes pero también pueden conllevar graves riesgos económicos o incluso poner en peligro para la salud o la vida de las personas.
- Ofrecer productos de calidad es una responsabilidad que comienza por un compromiso personal: “Poner todos los medios para conseguir que proceso de desarrollo produzca bienes que cumplan los especificaciones requeridas.”

# ¿Qué es calidad?

- Dos famosos fabricantes de automóviles (A y B) entraron en competencia para vender a un jeque árabe uno de sus automóviles. El jeque analizó las características de ambos vehículos. Las medidas de potencia a 8500 rpm eran:

A: 450CV

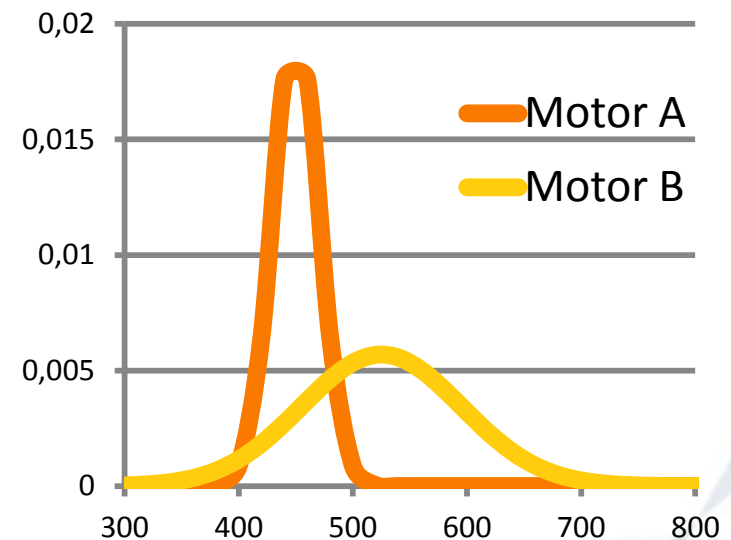
B: 525CV.

**¿Cual del los dos motores es de más calidad?**

# ¿Qué es calidad? /2

Analizando el comportamiento estadístico de los motores fabricados, se determinó que las desviaciones de las citadas potencias eran:

- A:  $\mu=450$   $\sigma =CV 20 CV$ .
- B:  $\mu=525$   $\sigma=CV 70 CV$ .



**¿Cuál es el motor de mejor calidad?**

# ¿Qué es calidad? /3

- La calidad de un producto debería referirse siempre a:

**“COMO DE BIEN EL PRODUCTO  
CUMPLE LO QUE SE ESPERABA DE ÉL”**

- Bajo este criterio ¿Cuál de los dos motores es de más calidad?

**Para estimar la calidad de un producto es necesario  
previamente conocer sus especificaciones.**

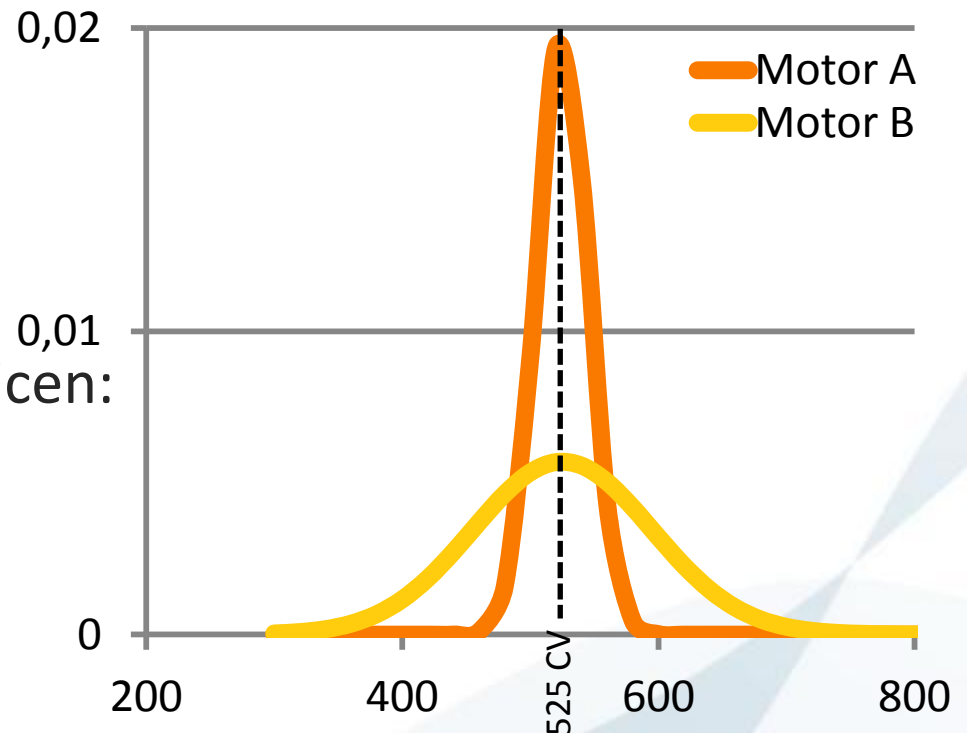
# ¿Qué es calidad? /4

Supongamos que ambos motores entregan la misma potencia nominal.

- A:  $\mu=525$   $\sigma=CV$  20 CV.
- B:  $\mu=525$   $\sigma=CV$  70 CV.

Y que las especificaciones dicen:  
Potencia  $\geq 525$  CV

**¿Cuál tiene más calidad?**



# ¿Qué es calidad? y/5

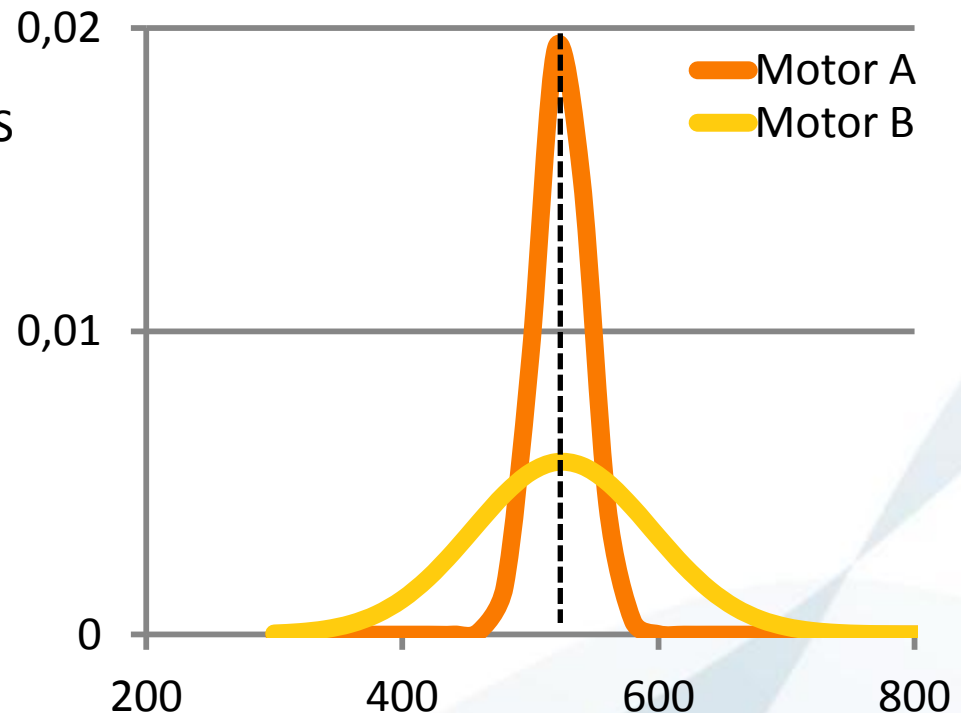
Las distribuciones presentadas:  
NO REPRESENTAN EL COMPORTAMIENTO DE UN AUTOMOVIL

Por el contrario representan el comportamiento estadístico de TODOS los motores producidos.

NO significa que un motor a veces entregue 520 y otras veces 530

Sino que algunos motores de los producidos entregan 520 y otros 530

Ambos productos tienen la misma probabilidad de cumplir la especificación



*En esta coyuntura la decisión del jeque es trivial, para cumplir con el objetivo de calidad sólo hace falta probar todos los coches hasta encontrar uno, entre todos los producidos por A y por B, que cumpla con la especificación de potencia.*

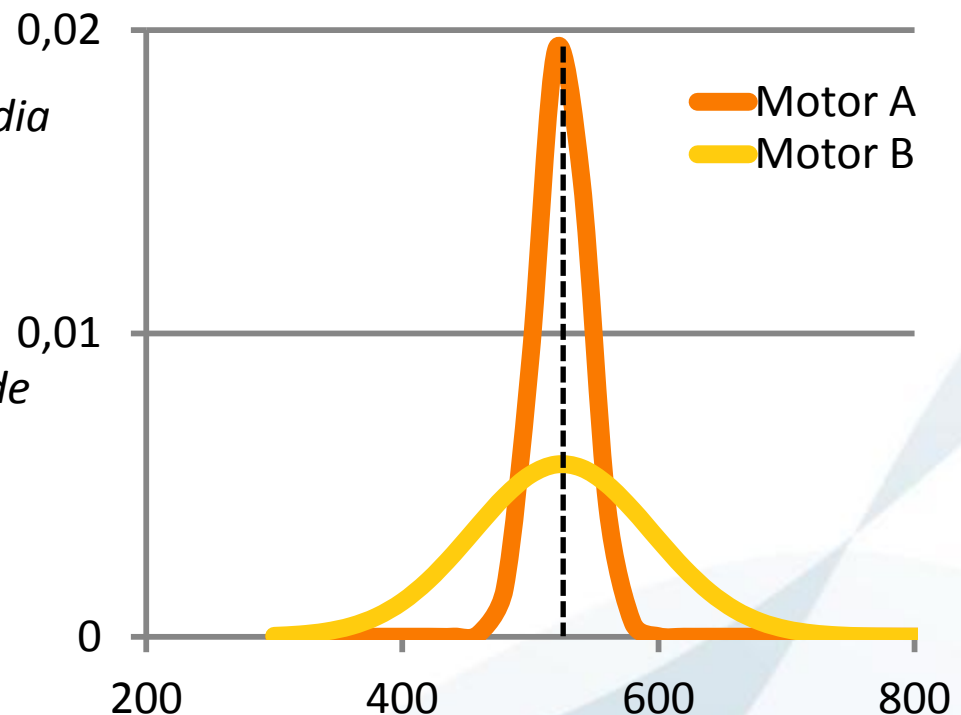


# Calidad de Producto y de Proceso

La confusión creada en la transparencia anterior proviene del hecho de no distinguir entre la calidad del producto y la calidad del proceso de producción.

Mientras la **calidad del producto** estudia la adecuación del producto a las especificaciones.

La **calidad del proceso** estudia la capacidad del sistema de producción de obtener productos que cumplan las especificaciones.



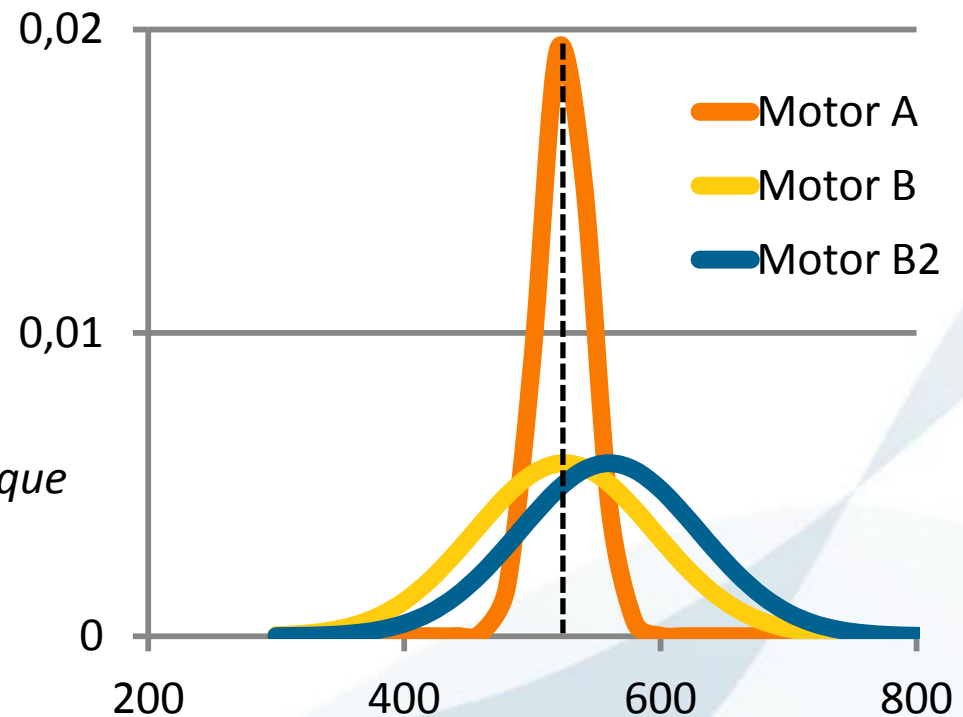
**¿Cuál es el proceso de mayor calidad?**

# Calidad de Proceso

El fabricante B, con objetivo de mantener el nivel de competitividad, decide cambiar las especificaciones de su producto aumentando la potencia nominal tal y como se muestra en la figura.

El presidente de la compañía en un informe ante el consejo de administración dijo:

*“Hemos ampliado la potencia de nuestros motores para compensar nuestra mayor dispersión, de modo que en el peor de los casos nos encontraremos en las mismas condiciones que la competencia”.*



**¿Valorar esta decisión?**

# Calidad de Proceso y/2

¿Por qué no es bueno que nuestros productos se encuentren **por debajo** de las expectativas?

¿Por qué no es bueno que nuestros productos se encuentren **por encima** de las expectativas?

¿Por qué no es bueno que nuestros productos tengan una gran **variabilidad** en sus prestaciones?

**Por tanto nuestro objetivo es tener una campana de Gauss lo mas estrecha posible.**

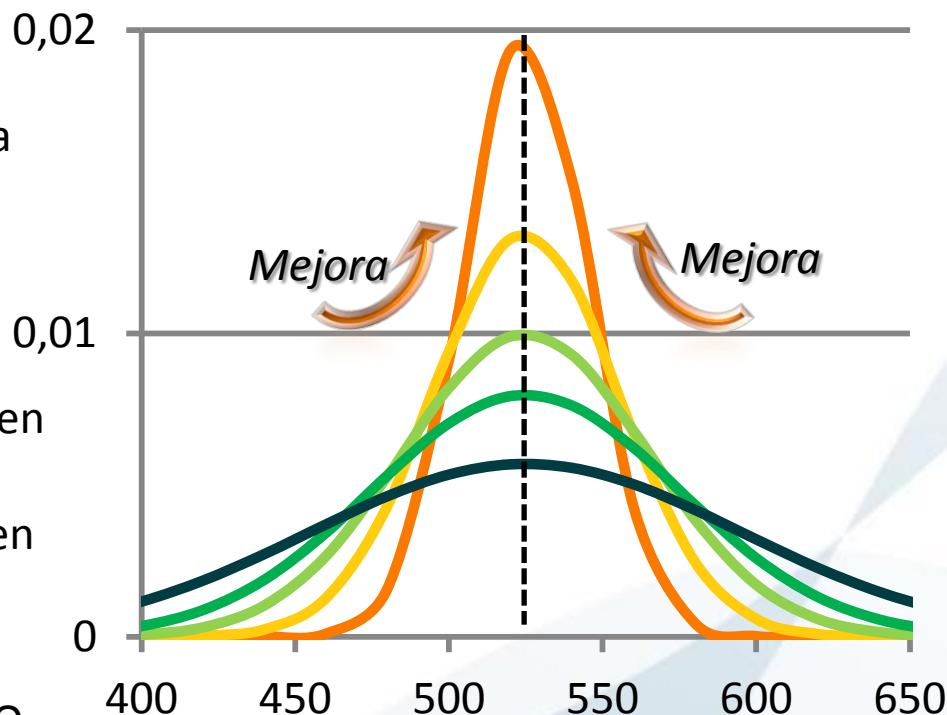
# Mejora continua

Una vez ejecutado un buen proceso estamos obligados a mejorar ya porque los competidores lo hagan y nos puedan dejar fuera del mercado, o simplemente por la necesidad aplicar el conocimiento adquirido a la mejora nuestros costes incrementando la rentabilidad de la inversión.

Perseguimos por tanto reducir la varianza de nuestra gaussiana como objetivo prioritario, acompañado de un objetivo secundario de mejorar su media

La ingeniería de software hace hincapié en la calidad y en la mejora del proceso productivo en la confianza de que un buen proceso asegura un buen producto.

Hablamos entonces de “ASEGURAMIENTO DE LA CALIDAD” y de “MEJORA CONTINUA” como raíles que permiten orientar el negocio del software en un mercado competitivo.



# Calidad del software.

## DEFINICION:

Concordancia con los requerimientos funcionales y de rendimiento **explícitamente** establecidos con los estándares de desarrollo explícitamente documentados y con las características **implícitas** que se espera de todo Sw. desarrollado profesionalmente (Pressman).

Dentro del concepto de que el software de calidad debe cumplir con los requisitos podemos afirmar que:

- Existen requisitos explícitos expresados por el cliente, por los desarrolladores o por otros stakeholders.

Ej.: La aplicación deberá computar los saldos de las cuentas de los clientes y presentarlos en formato #.##0,00€.

- Existen requisitos legales, reglamentarios o normativos exigidos por las leyes y normas que sean aplicables al proyecto.

Ej.: Ley Orgánica de Protección de Datos.

- Existen requisitos vinculados a las buenas prácticas.

Ej.: Se seguirá la metodología xxx.

- Existe requisitos basados en razones deontológicas.

Ej.: El sistema no saturará el servidor de la competencia.

- Existen requisitos NO EXPLICITOS y cuya necesidad es evidente.

Ej.: La página web no presentará faltas de ortografía.

**Y todos ellos  
habrá  
que cumplirlos**



# Otras definiciones

*“Software quality is the degree to which software possesses a desired combination of attributes (e.g., reliability, interoperability).”*

IEEE Standard 1061-1992 Standard for a Software Quality Metrics Methodology.

*“Quality comprises all characteristics and significant features of a product or an activity which relate to the satisfying of given requirements”.*

German Industry Standard DIN 55350 Part 11

*“Quality is the totality of features and characteristics of a product or a service that bears on its ability to satisfy the given needs”.*

ANSI Standard (ANSI/ASQC A3/1978)

# Trabajos en calidad.

## DEFINIR

... los objetivos de calidad.

... los procedimientos de aseguramiento de la calidad.

Utilización/Adaptación de modelos/procedimientos estándar de calidad.

*¿Cómo se puede definir de forma precisa cuál es la calidad deseada?*

## CONTROLAR

... la calidad de los productos y de los procesos.

Detectar: pruebas + inspecciones.

Vigilar la ejecución de los procedimientos.

*¿Cómo se puede evaluar si un producto es de calidad?*

## GARANTIZAR, ASEGURAR, GESTIONAR

... la calidad

Prever, Planear, Prevenir, Medir, Actuar.

*¿Cómo desarrollar un producto para que sea de calidad?*

## MEJORAR

... continua y progresivamente con la vista en los objetivos de calidad.

Registrar, Analizar, Revisar, Proponer.

*¿Cómo detectar los factores ABC (20-80/80-20) de la mejora?*

# Fallos, defectos y errores

## FALLOS

Un fallo ocurre cuando algo deja de funcionar :

- Cuando debería de hacerlo o
- Como debería de hacerlo.

*Un infarto cardíaco es un FALLO.*

Los fallos están referidos directamente al (in)cumplimiento de las especificaciones tanto explícitas como implícitas. (definición de calidad)

La OCURRENCIA de fallos señala la distancia del producto al objetivo de la calidad y en consecuencia del proceso que lo creó.



# Fallos, defectos y errores

## DEFECTOS

Un defecto es la causa de un fallo.

Es algo en el producto que:

Está, pero no debe.

No está, pero debe .

No está como debe estar.

*La acumulación de colesterol en el sistema circulatorio es un DEFECTO.*

Desde el punto de vista de la corporación, sus efectos se computan como “COSTE DE LA NO CALIDAD”, que se agravan cuanto más “tiempo” permanezca sin ser eliminado.

La PRESENCIA de defectos apunta de forma directa a la validez de los procedimientos de inspección y prueba.

# Fallos, defectos y errores

## BUGS (BICHOS)

Un bug es el término común usado para describir un defecto, en un programa.

La introducción del término "bug" a menudo se atribuye Grace Hopper, que en 1946 informó sobre la causa de una avería en uno de los primeros equipos electromecánicos de (MARK II).

Hopper junto con otros operadores encontraron una polilla muerta que bloqueaba un contacto. El informe incluía la polilla pegada con cinta adhesiva.

Desde entonces se utiliza el término bug para nombrar a los defectos sw, debug(ear) para nombrar la operación de eliminarlos y debugger a las herramientas útiles a tal fin.

# Fallos, defectos y errores

## ERRORES

Un error es la acción que ha provocado la introducción de un defecto en el producto.

*No mantener una dieta sana y equilibrada es un **ERROR***

La COMISIÓN de errores señala de forma directa a la calidad de los procesos de desarrollo.

# Fallos, defectos y errores

---

- Un fallo **OCURRE** durante el FUNCIONAMIENTO del equipo.
- Un defecto se **INTRODUCE** en el PRODUCTO durante su desarrollo.
- Un error lo **COMETE** una PERSONA durante el desarrollo.

# Fallos, defectos y errores

## ERRORES DE LOS USUARIOS

UN FALLO PROVOCADO POR UN ERROR DE UN USUARIO  
ES UN DEFECTO NUESTRO

Los usuarios también cometen, pero eso no debe comprometer las prestaciones del sistema. No deben producir fallos.

No es razonable trasladar la culpa al usuario de las averías causadas por la incorrecta utilización (salvo especificación).

Por ello calidad atender también a la formación y entrenamiento de los usuarios

Además de ello, la calidad del producto y por tanto del proceso de desarrollo debe plantearse bajo la perspectiva del uso y por tanto debe preverse cualquier eventualidad que pueda ocurrir durante la explotación y proteger el sistema frente a ello.

# Coste de la falta de calidad.

## Coste de los defectos (después de...)

Un defecto que llega a la fase de explotación y pervive hasta que ocasiona un fallo arrastra un volumen impredecible de perjuicios que se pueden estimar económicamente.



*Costes debidos a la subsanación del defecto.*

*Perdida de imagen.*

*Penalizaciones contractuales.*

*Responsabilidades civiles derivadas.*

*Responsabilidades penales.*

En la etapa final se debe impedir la entrega de productos defectuosos al cliente.

Procedimientos de inspección:

Revisión:

Protocolos de revisión.

Pruebas:

Diseño del plan de pruebas.

Diseño del protocolo de pruebas.

Formación y entrenamiento del equipo de pruebas.

# Coste de la calidad.

## Coste de los defectos (durante...)

Los procedimientos de detección final de defectos son:

Caros:

*Es un trabajo largo, tedioso y “realizado por especialistas”.*

Poco productivos:

*La tasa de detección de defectos sobre el producto terminado no es muy alta.*

Mal considerados:

*Sus costes son de difícil justificación en la cuenta de resultados*

Lo ideal es que los defectos no crucen la frontera del desarrollo.

El coste de un defecto está directamente relacionado con la “distancia” entre el momento en que se introdujo y el momento en que se detecto.

De ello se deduce la importancia de la detección temprana y de la incorporación de procedimientos de revisión en todas las etapas.

# Coste de la calidad.

## Coste de los defectos (antes...)

El único defecto barato es aquel que no se introdujo.

Por muy pronto que se detecte un defecto implica como mínimo la realización del RETRABAJO\* necesario para su corrección.

Pero en casos más problemáticos incorpora además el RETRABAJO de las tareas que, pese a haber sido bien realizadas, arrastraron los efectos del error. *(No siempre está claro cuáles son.)*

Las metodologías de desarrollo deben contemplar estos aspectos y :

- Minimizar el espacio para la comisión de errores (procedimientos).
- Permitir registrar las relaciones entre las distintas piezas del desarrollo (trazabilidad)
- Habilitar procedimientos de detección temprana (revisiones, pruebas).

**\*Retrabajo: Trabajo que hay que hay que repetir.**



# Coste de la calidad.

## La calidad cuesta

Por muy atractivo que pueda resultar el concepto “0-defectos”, cualquier nivel de aseguramiento de la calidad implica un coste para la corporación, y es evidente que el “coste de la calidad” no puede resultar mayor que el “coste de la no calidad”.

Se ha de prestar especial atención al impacto que la calidad tiene en la cuenta de resultados a fin de mejorar y abaratar los procedimientos.

# Coste de la calidad.

---

## Coste de la Calidad

Prevención de errores: Construcción de la Calidad

Detección de defectos: Control de Calidad

## Coste de la no Calidad

Corrección de defectos

Repercusiones externas: falta de credibilidad,  
descontento de los usuarios, responsabilidad civil,  
pérdida de clientes

# Pasos necesarios al establecer los Requisitos de Calidad



- Selección de factores
- Organización en orden de importancia
- Los criterios asociados se obtienen del modelo
- Se eligen o definen las métricas a calcular para cada criterio o factor
- Se establecen los valores deseables (finales o directos, intermedios o predictivos)
- Se establecen los valores mínimos aceptables

# Trabajos en calidad.

## Definición de modelos.

- El modelo de McCall
  - 3 ejes o puntos de vista
  - 11 factores
  - 23 criterios
  - 41 métricas
- El modelo de Boehm
  - 7 factores
  - 12 criterios

# El Modelo de McCall.

FACILIDAD DE MANTENIMIENTO

(¿Puedo arreglarlo?)

FACILIDAD DE PRUEBA

(¿Puedo probarlo?)

FLEXIBILIDAD

(¿Puedo modificarlo?)

INTEROPERABILIDAD

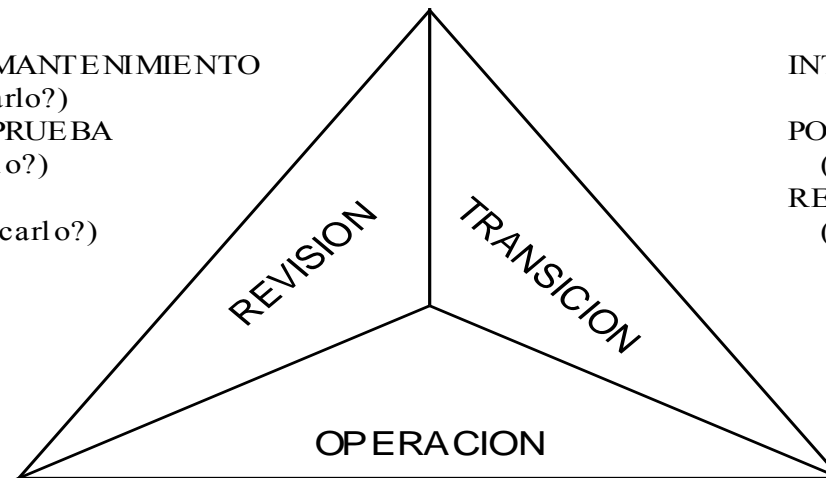
(¿Podré comunicarlo con otros sistemas?)

PORTABILIDAD

(¿Podré utilizarlo en otra máquina?)

REUSABILIDAD

(¿Podré reutilizar parte del software?)



CORRECCION (¿Hace el software lo que yo quiero?)

FIABILIDAD (¿Lo hace de forma exacta todo el tiempo?)

EFICIENCIA (¿Se ejecutará sobre mi hardware lo mejor posible?)

INTEGRIDAD (¿Es seguro?)

FACILIDAD DE USO (¿Puedo ejecutarlo?)

# Modelo de Boehm.

- Características 1 nivel:
  - Fiabilidad (exactitud, robustez, completitud, consistencia, auto-documentación)
  - Portabilidad
  - Eficiencia
  - Ingeniería humana
  - Facilidad de prueba
  - Facilidad de mantenimiento
- Problemas
  - ✓ Características contradictorias
  - ✓ Incremento de coste
  - ✓ Dificultad de las métricas

# Estándar para Modelos de Calidad.

- Estándar IEEE 1061-1992
  - Factores + Subfactores + Subfactores + ... + Métricas
  - Métricas directas e indirectas
  - Calidad: Grado con el cual el software posee una determinada combinación de atributos bien definida.
  - Métrica: Función cuyas entradas son datos del software y cuya salida es un único valor numérico que se interpreta como el grado en que el software posee un determinado atributo que afecta a su calidad

# Pros y contras de un modelo de calidad.

- La calidad se concreta: algo que se puede
  - DEFINIR, MEDIR y PLANIFICAR.
- Ayudan a comprender las relaciones entre las características de un producto software.
- Ayudan a mejorar la comunicación entre usuarios, dirección y técnicos.

## PERO:

- Son empíricos, no se ha demostrado su validez absoluta.





# Esquema de la gestión de la calidad

---

- BLOQUE 1: Definición de la calidad (plan)
- BLOQUE 2: Control de calidad
- BLOQUE 3: Garantía y Gestión de calidad

# Utilizar un modelo de calidad.

## AL PLANIFICAR

### Establecer los requisitos de calidad

- Modelo fijo:
  - ✓ Se aceptan los criterios y métricas
  - ✓ Se aceptan las relaciones entre factores, criterios y métricas
  - ✓ Se establecen como requisitos de calidad un subconjunto de los factores de calidad
- Definición particular de la calidad
  - ✓ Se acepta la filosofía de la descomposición
  - ✓ Se establecen como requisitos de calidad un subconjunto de los factores de calidad
  - ✓ Se decide la descomposición más adecuada con el usuario

# Utilizar un modelo de calidad.

## DURANTE EL DESARROLLO

- Implementar las métricas
- Analizar los resultados de las métricas
- Tomar medidas correctivas si es necesario

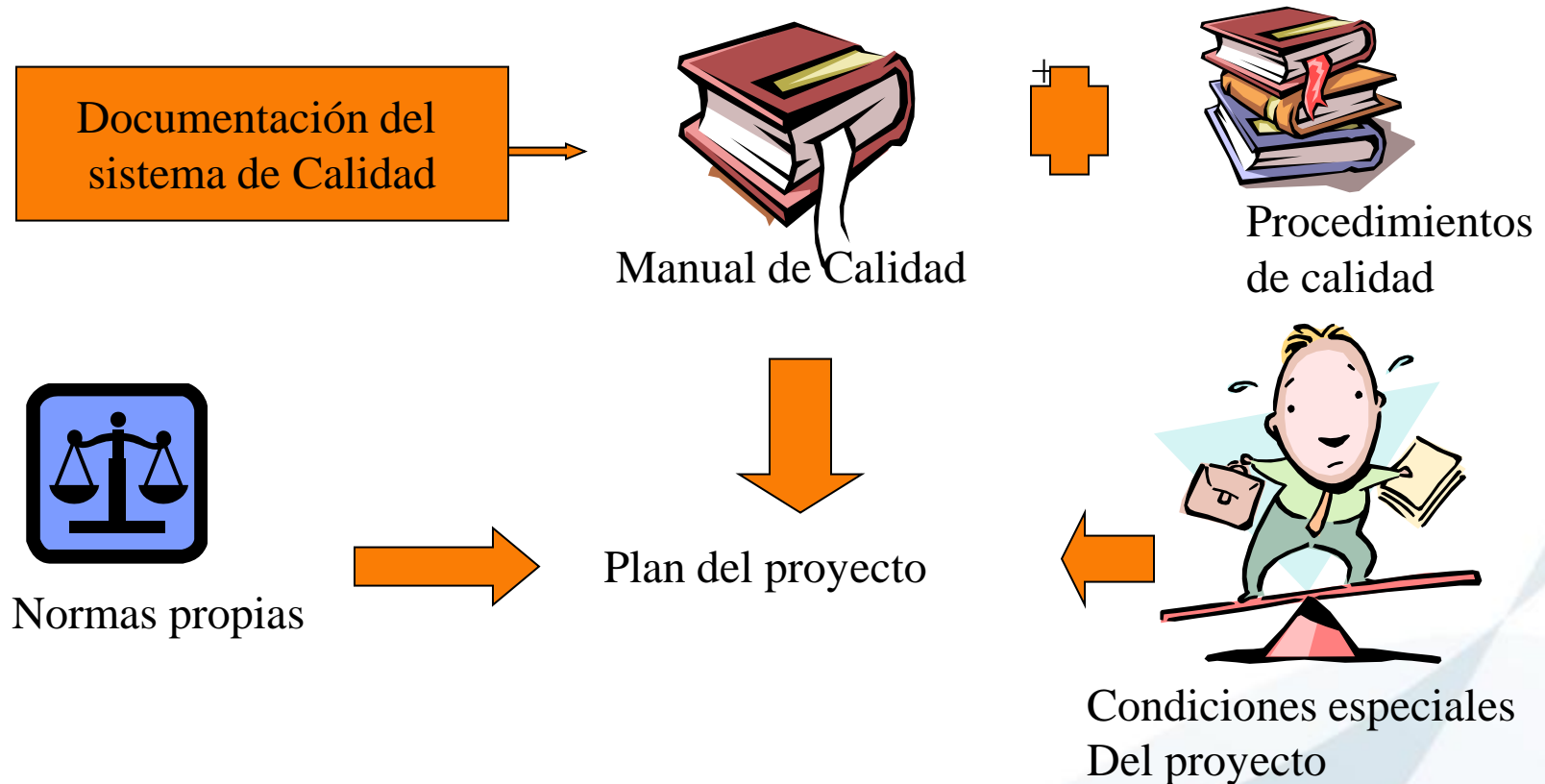
## AL FINAL

- Validar las métricas predictivas

# Niveles de calidad

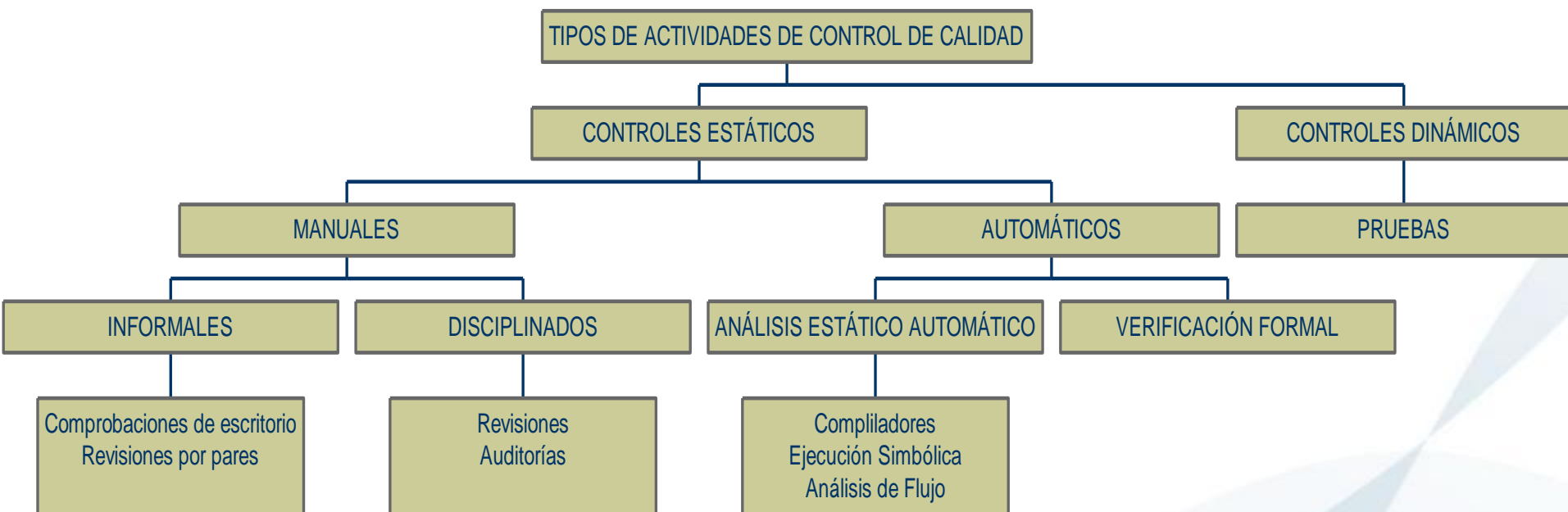
- Hay dos niveles
  - Empresa : Sistema de calidad: Fijar la estructura organizativa ligada al Sistema de calidad
    - ✓ Partes del sistema de calidad
      - Manual de calidad, procedimientos de calidad (escrita)
      - Parte practica: Aspecto físico, Aspecto Humano
  - Proyecto: Plan de calidad adaptado
    - ✓ Plan de aseguramiento de la calidad
    - ✓ Actividades de aseguramiento de la calidad

# La calidad dentro del proyecto.



# Actividades de Control de Calidad

## Actividades de Control



# Garantía de Calidad

- Conjunto de actividades de planificación, estimación y supervisión de las actividades de desarrollo, que se realizan de forma independiente del equipo de desarrollo, de tal forma que los productos software resultantes cumplan los requisitos establecidos. (Reifer)
- Actividades o prácticas que se realizan con el objetivo de asegurar un cierto nivel de calidad en el producto desarrollado.

# Estándares.

- Los estándares son una de las claves para una gestión de calidad efectiva
- Pueden ser internacionales, nacionales,
- organizacionales o del proyecto
- Los estándares del **producto** definen características que deberían exhibir todos sus componentes
- Los estándares del **proceso** definen cómo debería llevarse a cabo el proceso del DSw
- Encapsulan las tareas y evitan repeticiones de errores
- Constituyen un marco de trabajo
- Proporcionan los procedimientos necesarios
- Existen estándares aplicados
- IEEE std 730 (para aseguramiento de la calidad Sw.), ISO 9000



# Problemas con los estándares.

---

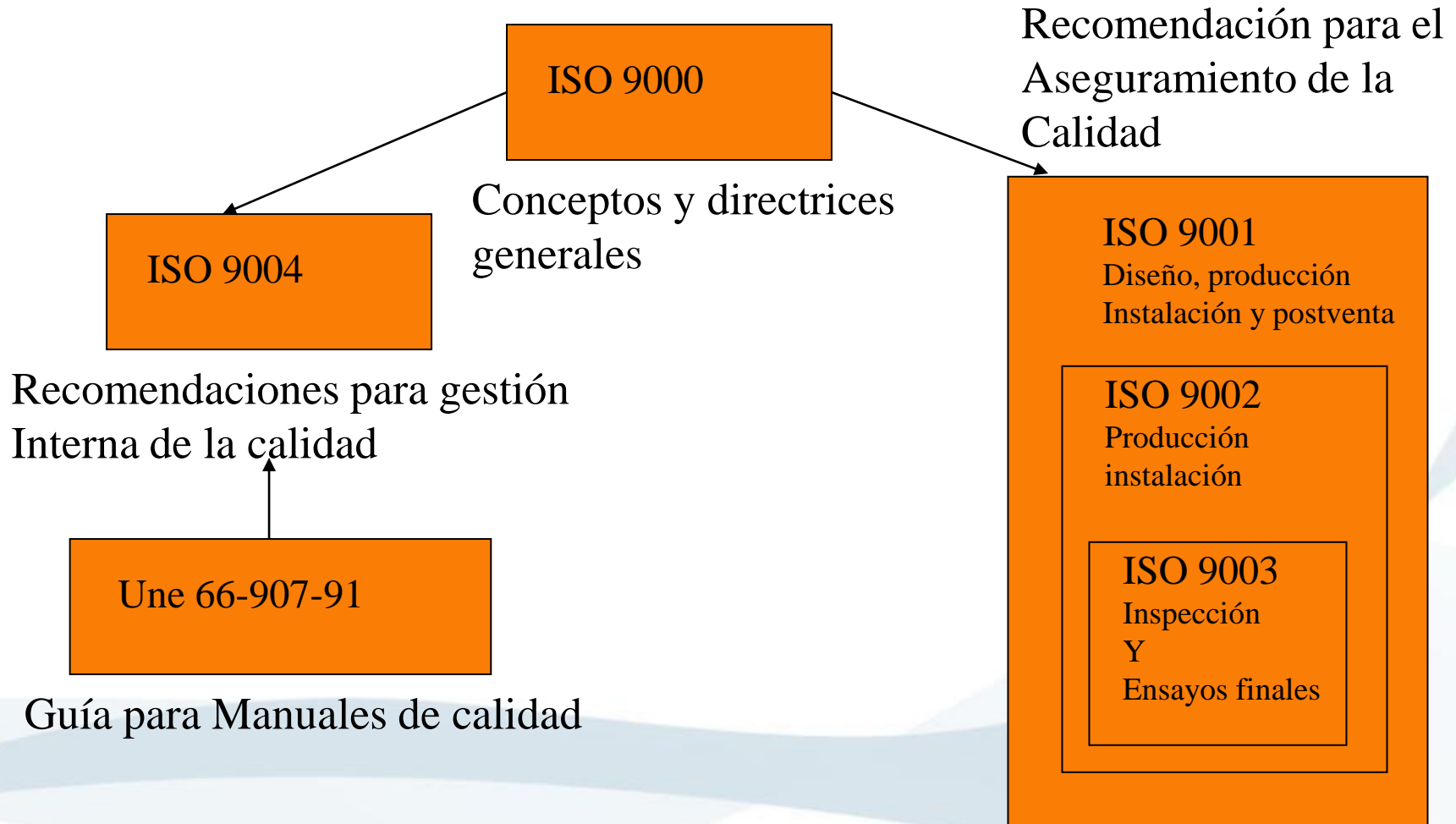
- No siempre están actualizados
- Precisan de una adaptación a dos niveles
  - Empresa (departamentos)
  - Proyecto
- Aumentan la burocracia
- No hay disponibles herramientas sw

# ISO 9000.

---

- Trata la organización como una red de procesos interconectados
- Describe en términos generales los elementos de un sistema de garantía de calidad
- Describe la integración de la organización en un sistema de calidad
- Establece las normas y las directrices

# Conjunto de normativas.



# ISO 9001.

- La guía para implantar ISO 9001 (ISO 9000 aplicada al SW)
  - ✓ Marco de trabajo de la empresa
  - ✓ Actividades del ciclo de vida
  - ✓ Actividades de apoyo
- Documentación a generar
  - ✓ Dejar constancia de la calidad
  - ✓ Ser legible, estar fechad, limpia, identificada y archivada
  - ✓ Incluir todo tipo de documento

# Recomendaciones.

---

- Compromiso con la alta dirección
- Involucrar a mandos intermedios
- Utilizar casos reales en la puesta en marcha
- Definir y realizar mecanismo de seguimiento continuo
- Buscar pacto con experto
- Hacer documentos reales
- Implantar indicadores de calidad
- Usar registros de calidad

# Plan de calidad ANSI-IEEE.

- I. Propósito del plan
- II. Referencia
- III. Gestión
  - I. Organización
  - II. Tareas
  - III. Responsabilidad
- IV. Documentación
  - I. Propósito
  - II. Documentos requeridos en IS
  - III. Otros documentos
- V. Estándares Prácticas y convenciones
  - I. Propósito
  - II. Convenciones

# Plan de calidad ANSI-IEEE.

- VI. Revisiones y Auditorias
  - I. Propósito
  - II. Requisitos de revisión
    - I. Revisión de requisitos de sw
    - II. Revisiones de diseño
    - III. Verificación de sw y revisiones de validación
    - IV. Auditoria funcional
    - V. Auditoria física
    - VI. Auditoria dentro del proceso
    - VII. Revisiones de gestión
- VII. Prueba
- VIII. Información sobre problemas y acciones correctoras
- IX. Herramientas, técnicas y metodologías
- X. Control de códigos
- XI. Control de medios
- XII. Control de distribución
- XIII. Formación
- XIV. Gestión de riesgos
- XV. Recopilación de registros, mantenimiento y retención

# Clasificación en función de consecución

- Calidad realizada
- Calidad programada
- Calidad necesaria



Auditor Externo



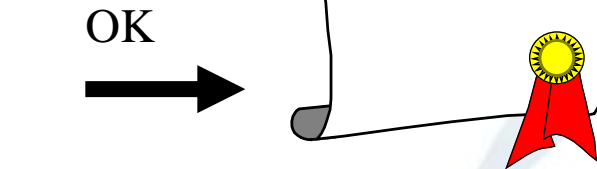
Plan de calidad



Plan de Proyecto



Revisión de proyecto



OK

KO

Acciones correctoras



# Referencias.

- **Introducción al Proceso Software Personal.**  
*Watts S. Humphrey. Editorial Addison Wesley.*
- **Software Quality Assurance. From theory to implementation.** *Daniel Galin. Editorial Addison Wesley.*
- **Ingeniería del Software. Un enfoque práctico.** *R.S. Pressman. McGraw-Hill. 2006*
- **What Does “Product Quality” Really Mean?”.** *D. Gamin, Sloan Management Review, Fall 1984, pp. 25-45.*
- **“When Good Enough Software is Best”.** *E. Yourdon, IEEE Software, May 1995, pp. 79-81.*