

# Audit Quality and Management of Information Systems - Appunti

Francesco Lorenzoni

Febrero 2025



# Contents

<b>I</b>	<b>Introduction to ACG</b>	<b>5</b>
<b>1</b>	<b>Calidad</b>	<b>9</b>
1.1	¿Qué entendemos por “sistema de información”	9
1.2	Calidad	9
1.2.1	Modelos de Calidad	9
1.2.2	Métricas	9
1.3	Requisitos	10
1.4	Gestión de la Calidad	10
1.4.1	ISO 9001	11
1.4.1.1	Quality control and assurance	11
1.4.1.2	SPI - Software Process Improvement	11
1.4.2	Coste de la calidad	12
<b>2</b>	<b>Estrategias de Testing</b>	<b>13</b>
2.1	Tipos de Testing	13
2.1.1	Testeo Unitario	13
2.1.1.1	JUnit	14
2.1.2	Testeo de Integración	14
2.1.2.1	Mockito	16
2.2	Testeo de Sistema	16
2.3	Testeo de aceptación	16
2.3.1	Regresión	16
2.4	Gestión de Defectos, métricas y mas	16
2.4.1	Métricas	16
2.4.2	Mutación	17
2.4.3	Organización del testing	17
<b>3</b>	<b>Diseño de casos de prueba</b>	<b>19</b>
3.1	Modelos	19
3.1.1	Clases de equivalencia	19
3.2	Tablas de decisión	19
3.3	Valores Límites	21



## Part I

# Introduction to ACG



## Información General para la evaluación

Di lunedì seminarios fino a fine marzo... I seminari sono parte del 25% della observación Da marzo iniziano le prácticas, che sono un altro 25% 30% è una prova scritta 20% è una prova orale





# Chapter 1

## Calidad

### 1.1 ¿Qué entendemos por “sistema de información”

**Definition 1.1 (Sistema de información)** *Conjunto único de hardware, software, bases de datos, telecomunicaciones, personas y procedimientos configurado para recolectar, manipular, almacenar y procesar datos para convertirlos en información*

Entonces un sistema de información necesita de una **entrada** de datos, un **procesamiento** de los mismos y una **salida** de información.

### 1.2 Calidad

**Definition 1.2 (Calidad - 1)** *La calidad para Pressman (1998) es el cumplimiento con:*

- ◊ los requerimientos funcionales y de rendimiento explícitamente establecidos,
- ◊ los estándares de desarrollo explícitamente documentados
- ◊ con las características implícitas que se esperan de todo software desarrollado profesionalmente.

**Definition 1.3 (Calidad - 2)** *Según las standards ISO e IEEE la calidad es El grado con el que un sistema, componente o proceso cumple con los requisitos especificados y las necesidades o expectativas del cliente o usuario.*

**Definition 1.4 (Calidad - 3)** *Según la ISO 91260, la calidad es el conjunto de propiedades La totalidad de características de un producto de software que tienen como habilidad, satisfacer necesidades explícitas o implícitas.*

#### 1.2.1 Modelos de Calidad

Los modelos de calidad son herramientas que permiten evaluar la calidad de un producto o servicio. Ellos apuntan a identificar características estándar relacionadas con la calidad del software a través de atributos de calidad. Atributos de calidad incluyen:

- ◊ Adecuación Funcional
- ◊ Seguridad
- ◊ Fiabilidad (reliability)
- ◊ Usabilidad
- ◊ Eficiencia
- ◊ Mantenibilidad
  - Reparabilidad
  - Adaptabilidad
  - Portabilidad

En relación con Mantenibilidad, el OPEN/CLOSED principle dice que un software debe estar abierto para extensión pero cerrado para modificación.

- ◊ Compatibilidad

Estos atributos pueden cambiar según los modelos

En general los atributos pueden ser externos o internos. Los primeros derivados de la relación entre el entorno y el sistema (para ello, el proceso o el sistema debe ejecutarse), e.g. reliability, robustness, usability. Los segundos derivados directamente de la descripción del producto o del proceso.

#### 1.2.2 Métricas

Es necesario desarrollar métricas de calidad, que deben ser:

- ◊ Simples y fáciles de usar
- ◊ Empírica e intuitivas
- ◊ Consistente y objetivas

Por ejemplo, centrémonos en la mantenibilidad. Podemos medirla con las siguientes métricas:

- ◊ Acoplamiento
- ◊ Cohesión
- ◊ Complejidad Ciclomática de McCabe
- ◊ Código Chum
- ◊ Code Coverage
- ◊ Código Muerto
- ◊ Duplicación de Código
- ◊

## 1.3 Requisitos

Los requisitos son fundamentales en el software, y pueden ser utilizados para medir la calidad de este. Pero es importante notar que es necesario poder verificar si los requisitos están satisfechos con la implementación. Además, necesitamos también algunos controles sobre los requisitos, como complejidad, consistencia, completitud, corrección, claridad, verificabilidad, rastreabilidad, prioridad, viabilidad, flexibilidad, no ambigüedad, no redundancia, no contradicción, no vaguedad, no sobre-especificación, no sub-especificación.

Requisitos no funcionales son más fáciles de verificar que los funcionales, porque son más objetivos.

**Definition 1.5 (Requisito no funcional verificable)** *Una frase que incluye alguna medida que puede ser objetivamente probada.*

Matrices de trazabilidad son herramientas que permiten verificar la trazabilidad de los requisitos. Hay muchas matrices en las slides, algunas relacionan requisitos con casos de uso, otros con pruebas, otros con componentes del sistema.

### Ejercicio 1 / Analisis Requisitos

Javier dice cosas correctas. Aparte de las cosas que mencionó, se puede ver cómo no hay muchos números en los requisitos; el documento dice que es necesario hacer backups, pero, ¿cuántos backups? ¿con qué frecuencia? ¿con qué software?.

## 1.4 Gestión de la Calidad

La calidad del proceso contribuye a la calidad del producto, y la calidad del producto contribuye a la calidad en uso.

- ◊ **Producto:** entregado al cliente
- ◊ **Proceso:** conjunto de actividades que se realizan para producir un producto

Hay algunos pasos importantes en la gestión de la calidad:

- ◊ Preparación y utilización de recursos
  - Humanos
  - Económicos
  - Infraestructura
  - Conocimientos y experiencia
- ◊ Procesos
  - Estratégicos
  - Operativos
  - Soporte
- ◊ Políticas de trabajo
 

Una política de trabajo de calidad es una manifestación que realiza una empresa acerca de cómo actúa y cuáles son las pautas o reglas que establecen en el día a día para trabajar que le lleven a mejorar continuamente y hacer las cosas bien a la primera.

Una parte crítica de la política de calidad es detectar y analizar los problemas en una empresa y los resultados no alcanzados
- ◊ Objetivos
 

“Conseguir una productividad del 100% de los desarrolladores” o “Aumentar la satisfacción de los cliente” son objetivos mal planteados.

### 1.4.1 ISO 9001

La ISO 9001 es una norma internacional que especifica los requisitos para un sistema de gestión de la calidad (SGC). Las organizaciones utilizan la norma para demostrar la capacidad para proporcionar productos y servicios que cumplen con los requisitos del cliente y los reglamentarios aplicables. El principal objetivo de la ISO 9001:2015 es lograr que una compañía consiga la satisfacción del cliente mediante el establecimiento de procesos de mejora continuada dentro de la misma.

Propone también un método de **mejora continua**, el PDCA (Plan, Do, Check, Act).

#### 1.4.1.1 Quality control and assurance

- ◊ **Quality Control:** A part of quality management focused on fulfilling quality requirements  
Parte de la gestión de calidad de software que comprueba que el proyecto sigue sus estándares, procesos y procedimientos, y que el proyecto produce los productos (entregables) internos y externos requeridos.
- ◊ **Quality Assurance:** A part of quality management focused on providing confidence that quality requirements will be fulfilled  
Parte de la gestión de calidad de software que asegura que los estándares, procesos y procedimientos son apropiados para el proyecto y se han implementado correctamente.
- ◊ los *procesos* incluyen todas las actividades involucradas en el diseño, codificación, pruebas y mantenimiento;
- ◊ los *productos* incluyen software, datos asociados, documentación, y toda la documentación para soporte y reportes.

Los ingenieros del software realizan el trabajo técnico. En cambio, un grupo de SQA (Software Quality Assurance) se responsabiliza en la planificación de aseguramiento de la calidad, supervisión, mantenimiento de registros, análisis e informes.

El principal propósito del control de calidad es asegurar que el producto satisface los requisitos mediante **pruebas** y **revisiones** de los requisitos funcionales y no funcionales.

#### 1.4.1.2 SPI - Software Process Improvement

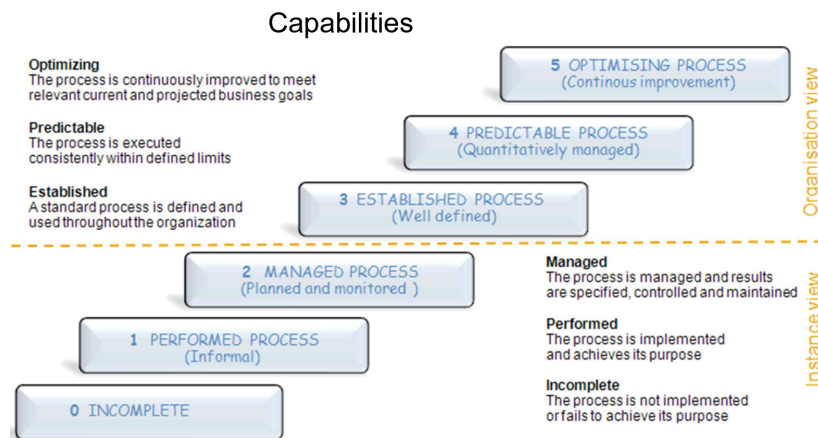


Figure 1.1: Spice Model for Process Improvement

Modelos de Madurez establecen marcos de referencia que evalúan la capacidad de una organización para desarrollar productos o servicios de calidad de manera consistente y predecible; van a evaluar la madurez de los procesos de desarrollo de software o sistemas.

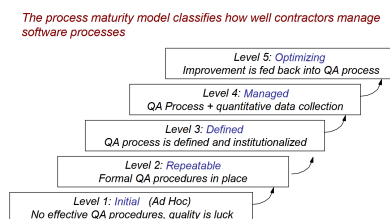


Figure 1.2: Capability Maturity CMMI

### Complaints about Models

- ◊ No siempre se ven como tan relevantes y actuales por los ingenieros del software
- ◊ Pueden conllevar mucha burocracia
- ◊ Pueden requerir trabajo manual tedioso si no tienen herramientas software de soporte

Entonces, *to effectively apply standards, limit overhead!*

## 1.4.2 Coste de la calidad

$$\text{Coste de la calidad} = \text{Coste de conformidad} + \text{Coste de no conformidad} \quad (1.1)$$

**Definition 1.6 (Coste de conformidad)** *costes de las actividades para:*

- ◊ Valoración/Estimación: detección de defectos (testeo)
- ◊ Prevención: de errores (aseguramiento de calidad, etc)

**Definition 1.7 (Coste de no conformidad)** *costes de las actividades para:*

- ◊ Corrección: de defectos (reparación de errores)
- ◊ Fallos: en el producto (retrabajo, etc)
- ◊ Pérdida de clientes
- ◊ Costes de juicios
- ◊ etc.

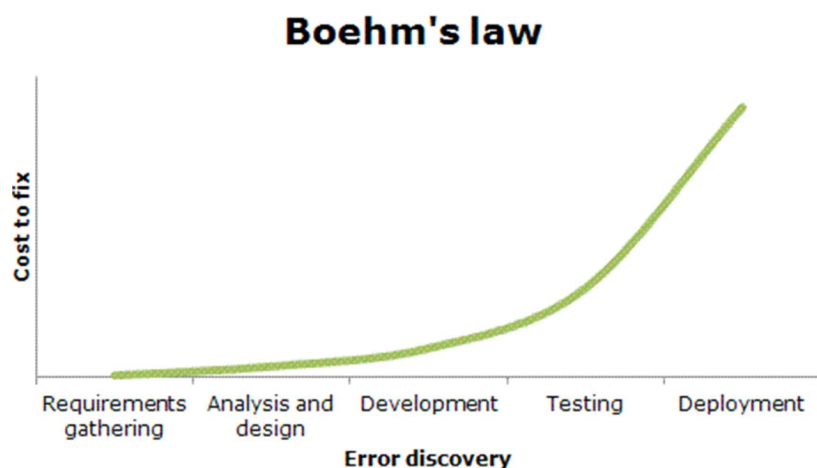


Figure 1.2: Según Boehm, el coste de corregir un error aumenta exponencialmente con el tiempo. Entonces, el **testing** es un momento crítico en el desarrollo de software, porque permite de encontrar errores antes de que el coste de corregirlos sea más alto.

## Chapter 2

# Estrategias de Testing

El proceso de testing dentro de un proyecto de software es una actividad que tiene como objetivo verificar y validar que el software cumple con los requisitos especificados.

El proceso de testing conlleva:

- ◊ planificación,
- ◊ diseño,
- ◊ ejecución de pruebas y
- ◊ evaluación

La gestión de calidad debe garantizar que el proceso de testing se lleve a cabo de manera eficiente y eficaz.

## 2.1 Tipos de Testing

- ◊ Testeo **unitario**  
Testeo de unidades de software individuales
- ◊ Testeo de **integración**  
Testeo de los interfaces de y la interacción entre las unidades previamente testeadas
- ◊ Testeo de **sistema**  
Testeo del sistema entero
- ◊ Testeo de **aceptación**  
Testeo del sistema y los criterios de aceptación previamente establecidos con el cliente

### 2.1.1 Testeo Unitario

Las **unidades** son Clases/Métodos (en OO), Procedimientos, Módulos o Componentes. Como se definen las unidades depende del diseño, de la criticidad del software (más crítico implica unidades más pequeñas), de la empresa (estrategia), o del tiempo disponible.

Una **prueba unitaria** (`unit test`) es una pieza de código escrita por un desarrollador que pone a prueba un pequeño y específico trozo de código. Es una manera relativamente barata para mejorar la calidad del código producido, pero *NO* es para usuarios, gerentes, jefes de proyectos: está hecha para los programadores. El programador examina o ejecuta una pequeña parte de su código, para testear: la funcionalidad que él o ella piensa que tiene que tener

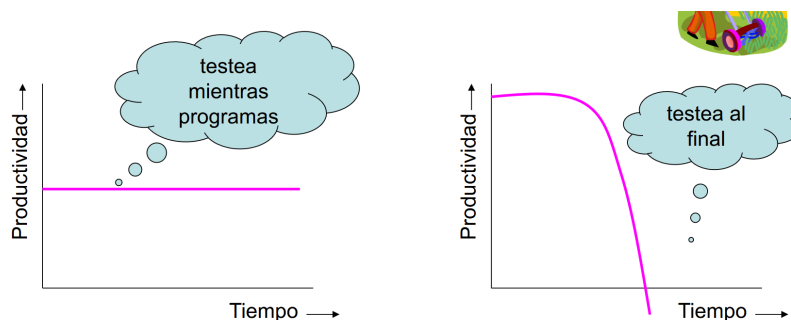


Figure 2.1: Posponer el testeo unitario cuesta mucho tiempo

“ No es mi trabajo hacer testeo, tenemos un departamento de calidad ” — Bad programmer

Entonces ¿cuál es el trabajo de un programador? El trabajo de cada programador es producir código que funciona y que no contenga “muchos” errores

### 2.1.1.1 JUnit

JUnit es un framework de testing para Java. JUnit es una herramienta que ayuda a los programadores a escribir pruebas unitarias en Java. JUnit ha sido importante en el desarrollo de la metodología de programación extrema (XP). `@Test` son los métodos de prueba.

- ◊ `@BeforeEach` se invoca antes de la ejecución de cada test
- ◊ `@AfterEach` se invoca después de la ejecución de cada test
- ◊ `@BeforeAll` se invoca antes de la ejecución de todos los tests
- ◊ `@AfterAll` se invoca después de la ejecución de todos los tests

```
public class TestDB {
    static private Connection dbConn;
    static private Account acc;
    @BeforeAll
    public static void setUpBeforeAll(){
        dbConn = new Connection("Oracle",15,fred
            , "f");
        dbConn.connect();
    }
    @AfterAll
    public static void tearDownAfterAll(){
        dbConn.disconnect();
        dbConn = null;
    }
    @BeforeEach
    protected void setUp(){
        acc = new Account();
    }
    @AfterEach
    protected void tearDown(){
        acc = null;
    }

    public void testAccountAccess(){
        .../Uses dbConn and acc
    }
    public void testEmployeeAccess(){
        .../Uses dbConn and acc
    }
}
```

En el ejemplo anterior, se muestra un test de una clase `Account` que tiene una conexión a una base de datos. Se puede ver que se crea una conexión a la base de datos en el método `setUpBeforeAll` y se cierra en el método `tearDownAfterAll`. Además, se crea una instancia de la clase `Account` en el método `setUp` y se destruye en el método `tearDown`.

Los metodos son ejecutados en el siguiente orden:

- ◊ `setUpBeforeAll`
- ◊ `setUp`
- ◊ `testAccountAccess`
- ◊ `tearDown`
- ◊ `setUp`
- ◊ `testEmployeeAccess`
- ◊ `tearDown`
- ◊ `tearDownAfterAll`

### 2.1.2 Testeo de Integración

**Definition 2.1 (Testeo de Integración)** *El testing de las interfaces y la interacción entre las unidades previamente testeadas mientras que se ensambla el sistema entero*

- ◊ ¿Qué componentes son el foco del testeo de integración?
- ◊ ¿En qué orden vamos a testear las interfaces?
- ◊ ¿Qué técnicas utilizamos para testear las interfaces?

Hay tres estrategias:

1. **Big Bang** (todos los componentes a la vez)
2. **Bottom-up** (de abajo hacia arriba)
3. **Top-down** (de arriba hacia abajo)

Para hacer el testing *bottom-up* necesitamos **drivers**. Un driver es un programa que invoca un componente bajo testeo, por ejemplo, para simular un componente de un nivel superior cuyo código todavía no está disponible (está todavía en desarrollo).

Para hacer el testeo de integración de manera *top-down*, se necesita dobles, que simulan componentes de un nivel inferior (“Stub”, “dummy”, “fake”, “mock”).

El *Big Bang* testing se utiliza solo para sistemas pequeños, ya que es muy difícil de manejar en sistemas grandes.

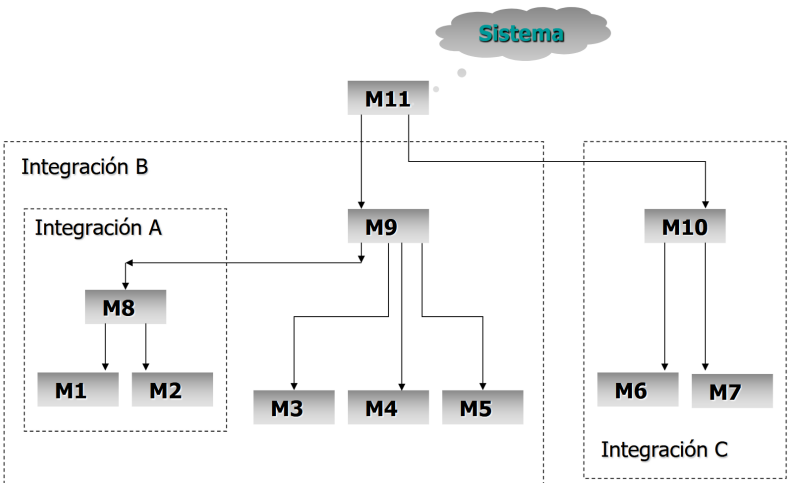


Figure 2.2: Arbol de dependencia y Bottom-up testing

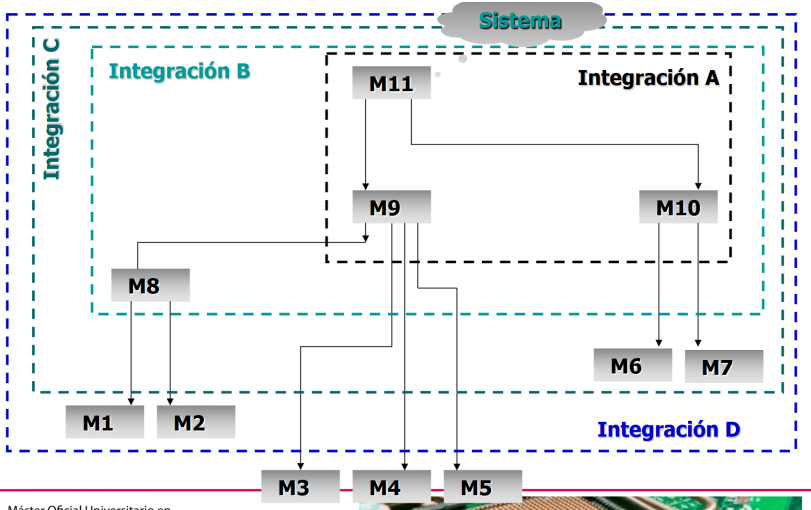


Figure 2.3: Top-down testing

### 2.1.2.1 Mockito

Mockito es un framework de testing para Java que permite crear objetos simulados (mocks) de clases y interfaces. Mockito se utiliza para simular objetos que son necesarios para realizar pruebas unitarias. Se puede integrar con JUnit para realizar pruebas unitarias en Java. En las slides se muestran ejemplos de cómo utilizar Mockito. Mockito es muy comodo para implementar el testeo de integración de manera *top-down*.

## 2.2 Testeo de Sistema

Se verifica que se cumple los requisitos especificados, es decir, que el sistema realiza correctamente todas las funciones que se han detallado en las especificaciones dadas por el usuario del sistema.

Es necesario automatizar las pruebas, y por esto se utilizan herramientas como *Selenium*, que permite automatizar pruebas en navegadores web: en este caso, hablamos de pruebas de **funcionalidad**.

Para testar el **rendimiento** (tiempo de respuesta, carga, memoria.) se utilizan herramientas como *JMeter* o *NeoLoader*.

Otros aspectos importantes que el testeo debe cubrir son **Seguridad** y **Usabilidad**.

## 2.3 Testeo de aceptación

Esto testeo es dirigido a los criterios de aceptación previamente establecidos con el cliente. Se puede hacer de manera manual o automatizada.

### 2.3.1 Regresión

Testeo que se necesita hacer después de cambios en el software para asegurar que no se ha introducido defectos.

El testeo de **regresión** se tiene que automatizar por el simple hecho de que el testeo de regresión manual *NO SE HACE*.

## 2.4 Gestión de Defectos, métricas y mas

El proceso de clasificación de defectos incluye tres fases:

1. Detección de defectos
2. Investigación de defectos
3. Resolución de defectos
  - ◊ **Actividad** (que estábamos haciendo cuando encontramos el fallo)
  - ◊ **Fase del proyecto** (en que estábamos cuando encontramos el fallo)
  - ◊ **Repetitividad** (¿se puede repetir el error?)
  - ◊ **Síntoma** (fallo del sistema, mensaje de error, entrada no aceptado, resultado incorrecto, etc.)
  - ◊ **Causa** (nuestro producto, componente externo, usuario, etc.)
  - ◊ **Origen** (especificación de requisitos, diseño, programación, etc.)
  - ◊ **Impacto** (misión: crítico, medio, ...; en la planificación; para el cliente, etc.)

### 2.4.1 Métricas

Las métricas son observaciones cuantitativas para:

- ◊ Informar sobre el **progreso del proyecto** de testeo
  - ¿Qué tareas han terminado en tiempo?
  - ¿Qué tareas han terminado antes?
  - ¿Qué tareas han tenido retraso?
  - ¿Cómo vamos siguiendo la planificación?
  - Si no vamos bien, ¿cuáles son las razones?
  - ¿Qué productividad ha tenido persona/equipo X?
- ◊ Informar sobre la **calidad del software**
  - ¿Podemos parar el testeo?
  - ¿Podemos entregar producto?
  - ¿Hemos resuelto todos los defectos?
  - ¿Cómo estamos gestionando los defectos?
  - ¿Cuántos defectos hemos encontrado por: subsistema, origen, causa, severidad, etc...?
- ◊ Informar sobre la **calidad del testeo**
  - ¿Estamos haciendo los tests necesarios?
  - ¿Están siendo efectivos los tests?
  - ¿Estamos utilizando los casos de prueba adecuados?
  - ¿Necesitamos tener en cuenta diferentes casos de prueba?



La cobertura del testeo es una métrica importante para evaluar la calidad del testeo. La cobertura del testeo es la medida de la cantidad de código que ha sido ejecutado por los tests, especialmente en lo que se refiere a instrucciones, decisiones y condiciones (múltiples).

Pero puede referirse también a la cobertura de los requisitos, de los casos de uso, de los casos de prueba, etc.

Listing 2.1: Con 1 test donde `x==y` se cubre todo el código, pero no todas las decisiones. En efecto, el defecto ocurre cuando `x!=y`

```
int foo_3 ( ) {  
    int* p = NULL;  
    int x;  
    if (x==y) {  
        p = &x;  
    }  
    *p = 123;  
}
```

## 2.4.2 Mutación

La mutación es una técnica de testing que consiste en introducir errores en el código fuente para ver si los tests son capaces de detectarlos. Se puede utilizar para evaluar la calidad de los tests.

## 2.4.3 Organización del testing

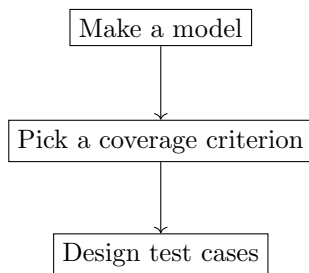
Se puede dedicar un equipo de testeo integrado, con un jefe, o se puede haber que desarrolladores y testadores son las mismas personas y no hay testadores a tiempo completo. La ventaja de tener un equipo de testeo es que se puede tener una visión más objetiva del software, ya que los testadores no han desarrollado el software; al contrario, si los desarrolladores hacen el testeo, no tienen que comunicar con los testadores, y conocen el software.

Otra técnica de organización es *Outsourcing*, que consiste en contratar una empresa externa para hacer el testeo. La ventaja es que se puede tener una visión más objetiva del software, y se puede tener acceso a expertos en testeo. La desventaja es que se puede tener problemas de comunicación, y que se puede tener problemas de confidencialidad.



# Chapter 3

## Diseño de casos de prueba



### 3.1 Modelos

Recuerda que el SUT (System under test) es el sistema bajo prueba.

#### 3.1.1 Clases de equivalencia

Se modela el input domain, y para ello se utilizan clases de equivalencia. Es importante notar que las clases de equivalencia son una asunción, y no una verdad absoluta, pueden ser erróneas.

Sea  $R$  una relación de equivalencia sobre un conjunto  $A$ .

Para cada  $a \in A$ , llamaremos clase de equivalencia de  $a$ , al conjunto formado por todos los elementos de  $A$  que estén relacionados con él a través de  $R$ .

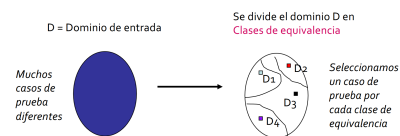


Figure 3.1: Dividir el dominio

Este modelo permite identificar conjuntos de pruebas de tamaño manejable seleccionando unos pocos casos de prueba para cada clase de equivalencia. Permite también medir la efectividad de la prueba en términos de cobertura relacionada con el modelo de partición creado. Además, el proceso de partición obliga al tester a pensar sistemáticamente sobre lo que importa

Es importante enumerar las clases de equivalencia, y no mezclarlas sobre todo. Cuando se va a escribir las pruebas, cada prueba tiene que ser relacionada con una o más clases de equivalencia, y tenemos que indicar a cuales.

### 3.2 Tablas de decisión

Se puede utilizar para programas que toman decisiones basadas en condiciones lógicas sobre combinaciones de entradas, parámetros y/o variables, eligiendo diferentes acciones o respuestas.

- ◊ La acción o respuesta que se toma no depende del orden en que se evalúa los valores de los parámetros y variables.
- ◊ La acción o respuesta que se toma no depende de entradas o salidas anteriores
- ◊ Cada condición corresponde a una variable, relación o predicado
- ◊ Valores posibles para las “Condition Entries”
  - Booleano (**True** / **False**) - Tabla de decisión de entrada limitada
  - Valores - Tabla de decisión de entrada extendida
  - Valor “No Importa” (Don’t care value)

Órdenes posibles: "cheque", "depósito", "pago factura", "retirada de fondos"		
Parámetro	Clase Válida	Clase Inválida
Código de área	1. $200 \leq \text{código} \leq 999$	2. código $< 200$ 3. código $> 999$ 4. no es un número
Clave identificativa	5. 6 caracteres exactos	6. menos de 6 caracteres 7. más de 6 caracteres
Órdenes posibles	8. cheque 9. depósito 10. pago factura 11. retirada de fondos	12. no es orden válida

Figure 3.1: Ejemplo de una aplicación bancaria

Los datos de entrada son:

- ◇ Código de area: número de tres dígitos que no empieza ni por 0 ni por 1
- ◇ Clave identificativa de la operación: 6 caracteres alfanuméricos
- ◇ Órdenes posibles: "cheque", "depósito", "pago factura" , "retirada de fondos"

Parámetro	Clase Válida	Clase Inválida
Capital	$c > \min$	$c \leq \min$
Ingreso	$i \geq 0$	$i < 0$
Deuda	$d \geq 0$	$d < 0$
Impagados	$T \vee F$	
Impagados $\wedge$ cond	1) $T \wedge (i - d) < c/3$ 2) $F \wedge (i - d) \geq c/3$ 3) $T \wedge (i - d) \geq c/3$ 4) $F \wedge (i - d) < c/3$	

Table 3.1: Ejemplo de clases de equivalencia para una aplicación bancaria

- ◇ si el cliente está en una lista de impagados y el sueldo bruto menos la deuda es inferior al capital solicitado dividido entre 3, la solicitud pasa a No Concedida.
- ◇ si el cliente no está en ninguna lista, y el sueldo bruto menos la deuda es mayor o igual al capital solicitado dividido entre 3, se clasifica como Pre- concedida.
- ◇ en cualquier otro caso pasa a En estudio

◊ Cada acción es una operación que hay que ejecutar

		Rules			
		Rule 1	Rule 2	Rule 3	Rule 4
Conditions section	Condition 1				
	Condition 2		Condition entries		
	Condition 3				
	Condition 4				
Actions section	Action 1		Action entries		
	Action 2				

Figure 3.2: Tabla decision

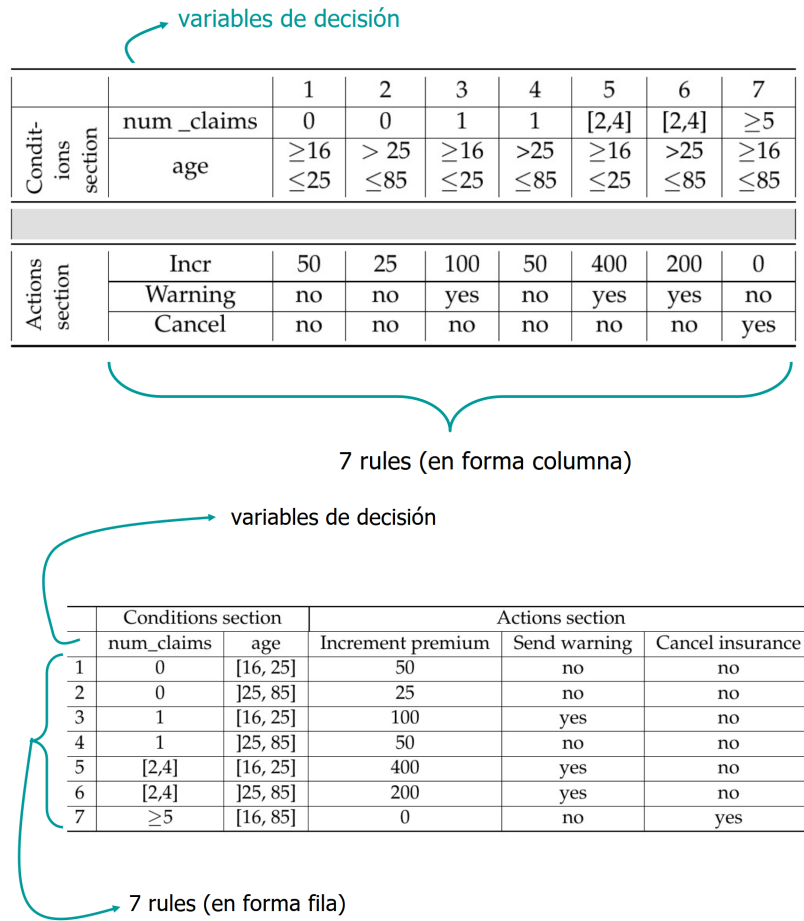


Figure 3.2: Forma columna y forma fila de tablas de decisión

3.3 Valores Límites

- ◊ Intervalo: un subconjunto del espacio de los valores de entrada de un programa.
- ◊ Punto límite de un intervalo (boundary) : aquel punto que según sea incrementado o decrementado un valor epsilon infinitesimal dará como resultado un valor perteneciente o no a dicho intervalo.
- ◊ Desigualdad del límite : una expresión algebraica con  $>$ ,  $<$ ,  $\geq$ ,  $\leq$  que define parte de los puntos que pertenecen a un intervalo o dominio.
- ◊ Condiciones de igualdad : una expresión algebraica con  $=$ ,  $\neq$

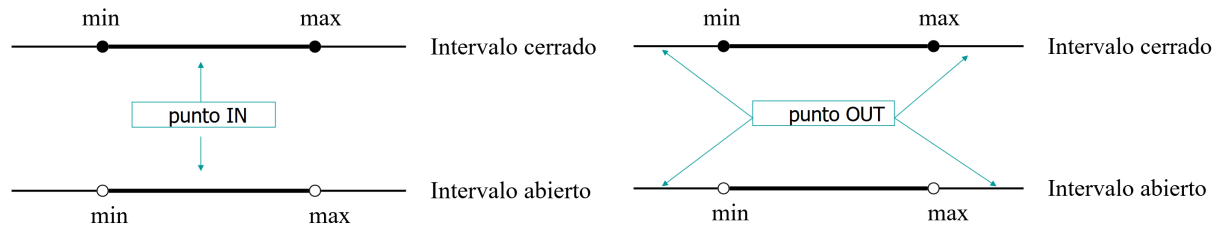


Figure 3.3: puntoINOUT

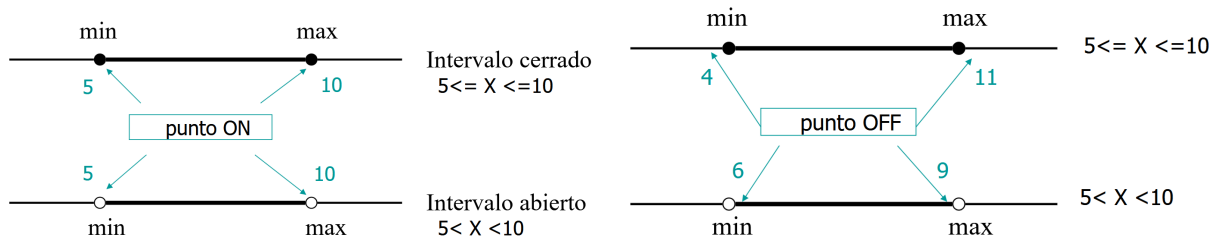


Figure 3.4: puntoONOFF

- ◇ PUNTO IN : un punto que pertenece al intervalo
- ◇ PUNTO OUT : un punto que no pertenece al intervalo
- ◇ PUNTO ON : un punto que pertenece al intervalo y es un límite
- ◇ PUNTO OFF : un valor cerca del punto límite de un intervalo

La estrategia para diseñar las pruebas de valores límites es 1 punto ON + 1 punto OFF para cada desigualdad de límite.

Ejemplos:

- ◇  $3 \leq \text{extras} \leq 10$ 
  - Puntos ON:  $\text{extras} = 3$ ;  $\text{extras} = 10$
  - Puntos OFF:  $\text{extras} = 2$ ;  $\text{extras} = 9$
- ◇  $2000 \leq \text{precio\_base} \leq 5000$ 
  - Puntos ON?
  - Puntos OFF?