

# Ingegneria del Software T

Introduzione

# Argomenti

- ✱ Evoluzione dello sviluppo del software
- ✱ Prodotto software
- ✱ Processo di sviluppo del software
  - ✱ Attività
  - ✱ Modelli
  - ✱ Prototipi
  - ✱ Linguaggi di modellazione – UML
- ✱ Fattori di qualità del software

# Evoluzione dello sviluppo del software

- ✱ Seconda metà degli anni '60  
l'avvento dei calcolatori di terza generazione (circuiti integrati), rende possibili applicazioni considerate in precedenza non realizzabili
- ✱ Si rende necessario
  - ✱ Progettare
  - ✱ Realizzare
  - ✱ Effettuare la manutenzione (*manutenere*)sistemi software di grandi dimensioni

# Evoluzione dello sviluppo del software

- ✱ Nel settore dell'hardware, netto, progressivo:
  - ✱ aumento delle prestazioni
  - ✱ riduzione dei costi

# Evoluzione dello sviluppo del software

- ✱ Nel settore del software:
  - ✱ Pochissimi i progetti terminati nei tempi stabiliti
  - ✱ Rari i progetti che non sfondano il budget
  - ✱ Sistemi generalmente pieni di difetti
  - ✱ Sistemi così rigidamente strutturati che è praticamente impossibile apportare significativi cambiamenti senza doverli riprogettare totalmente
- ✱ “*Crisi del software*”

# Evoluzione dello sviluppo del software

Anni	Base tecnologica	Problema	Rivoluzione software
1950	primi calcolatori in serie	<b>produttività</b>	Assembler
1960	calcolatori mono-utente in batch	<b>produttività</b>	linguaggi di alto livello (Fortran, Cobol, Algol)
1970	tecnologia dei compilatori	<b>complessità</b>	programmazione strutturata (Pascal, C)
1980	calcolatori sempre più potenti	<b>complessità</b>	programmazione modulare ADT (Ada, Modula-2)
1990	workstation, reti, interfacce grafiche,...	<b>enorme aumento della complessità</b>	programmazione orientata agli oggetti (Smalltalk, C++, Eiffel, CLOS, Object Pascal, Java, C#, ...)

# Evoluzione dello sviluppo del software

- ✱ Da lavoro individuale e creativo (software come arte)
- ✱ A lavoro di piccoli gruppi specializzati (livello artigianale)
- ✱ Sino a lavoro di gruppi anche di grosse dimensioni in cui è necessaria un'opera di pianificazione e coordinamento (livello industriale)

# Evoluzione dello sviluppo del software

- ✱ Lo sviluppo del software deve evolvere in una disciplina ingegneristica, con basi
  - ✱ Teoriche
  - ✱ Metodologiche
- ✱ Nel 1968, durante una conferenza sull'evoluzione del software, viene coniato il termine ***“ingegneria del software”***



# Ingegneria del Software

- ✱ Una disciplina
  - ✱ tecnologica
  - ✱ gestionale
- che permette di affrontare in modo
  - ✱ sistematico
  - ✱ quantificabile (in termini di tempi e costi)
- lo sviluppo e la manutenzione dei prodotti software

# Prodotto Software

- ✱ Codice che, quando eseguito, svolge una funzione prestabilita con prestazioni prestabilite
- ✱ Strutture dati mediante le quali il codice tratta adeguatamente le informazioni
- ✱ Documenti che descrivono le operazioni e l'uso del prodotto software:
  - ✱ documentazione tecnica
  - ✱ manualistica di installazione
  - ✱ manualistica di utilizzo
  - ✱ ...

# Prodotto Software

- ✱ Può essere realizzato
  - ✱ per un particolare cliente
  - ✱ per il mercato in generale
- ✱ Può fare parte di un sistema di elaborazione che comprende
  - ✱ sia la parte software
  - ✱ sia la parte hardware

# Prodotto Software

- ✱ Si sviluppa, non si fabbrica
  - ✱ Cliente
  - ✱ Sviluppatore/i
  - ✱ Processo di sviluppo
  - ✱ Linguaggio e strumenti di modellazione
- ✱ Non “si consuma”...
- ✱ Struttura
- ✱ Caratteristiche

# Sviluppo del software

- ✱ Esistono molti esempi di
  - ✱ Progetti falliti
  - ✱ Tempi e costi non rispettati
  - ✱ Soluzioni non corrette
  - ✱ Sistemi non gestibili
- ✱ Il successo di un progetto
  - ✱ Non può essere garantito
  - ✱ È determinato
    - ✱ Principalmente da fattori umani
    - ✱ Solo secondariamente da scelte tecnologiche

# Principali cause di fallimento

- ✱ Necessità del cliente comprese male o in modo insufficiente
- ✱ Requisiti del cliente troppo instabili
- ✱ Mancanza di cooperazione tra cliente e sviluppatori
- ✱ Attese non realistiche da parte del cliente
- ✱ Mancanza di benefici per il cliente
- ✱ Fornitura insufficiente di risorse da parte del cliente

# Principali cause di fallimento

- ✱ Sviluppatori non all'altezza delle attività in cui sono coinvolti
- ✱ Capacità e conoscenza degli sviluppatori sono i fattori che maggiormente contribuiscono
  - ✱ alla qualità del software
  - ✱ alla produttività
- ✱ Buoni sviluppatori possono fornire una soluzione, ma ottimi sviluppatori possono fornire
  - ✱ soluzioni migliori
  - ✱ più velocemente
  - ✱ a minor costo

# Obiettivo dell'ingegneria del software

- ✱ Mettere in grado lo sviluppatore di affrontare la **complessità** dei grossi progetti
  - ✱ Sviluppare prodotti con le caratteristiche di qualità desiderate
  - ✱ Gestire le risorse (specie quelle umane) in modo produttivo
  - ✱ Rispettare i vincoli economici e di tempo specificati



# Ingegneria tradizionale

- ✱ Il problema dello sviluppo del software è un problema di gestione della complessità
- ✱ In altri settori, l'uomo ha imparato bene a progettare e costruire sistemi complessi, come un edificio, un'automobile, un calcolatore, un impianto industriale
- ✱ Quali sono i principi usati nell'ingegneria tradizionale per affrontare la complessità?

# Principi usati nell'ingegneria tradizionale per affrontare la complessità

- ✱ Suddivisione del progetto in sottoprogetti (moduli), e così via sino ad avere moduli facilmente progettabili
- ✱ Utilizzo di parti e sottosistemi già pronti
  - ✱ Sviluppati in casa
  - ✱ Comprati da fornitori esterni
- ✱ Standardizzazione dei componenti in modo che possano essere facilmente collegabili e intercambiabili

# Principi usati nell'ingegneria tradizionale per affrontare la complessità

- ✱ Utilizzo del calcolatore come ausilio per
  - ✱ La progettazione
  - ✱ L'esecuzione di compiti ripetitivi
  - ✱ I calcoli
- ✱ Lo sviluppo di un progetto non è lasciato al caso o all'estro di pochi progettisti, ma è un'attività in larga misura sistematica

# Processo di sviluppo del software

- ✱ Insieme strutturato di attività che regolano lo sviluppo di un prodotto software
- ✱ La struttura del processo di sviluppo può avere una forte influenza
  - ✱ sulla qualità
  - ✱ sul costo
  - ✱ sui tempi di realizzazione del prodotto

# Processo di sviluppo del software

- ✱ Stabilisce un ordine di esecuzione delle attività
- ✱ Specifica quali elaborati devono essere forniti e quando
- ✱ Assegna le attività agli sviluppatori
- ✱ Fornisce criteri per
  - ✱ monitorare il progresso dello sviluppo
  - ✱ misurarne i risultati
  - ✱ pianificare i progetti futuri
- ✱ Copre l'intero ciclo di vita del software

# Fasi del processo di sviluppo del software

1. Studio di fattibilità
2. Analisi dei requisiti
3. Specifica dei requisiti
4. Progettazione
5. Realizzazione e collaudo dei moduli
6. Integrazione e collaudo del sistema
7. Installazione e *training*
8. Utilizzo e manutenzione

## Processo di sviluppo del software

# Studio di fattibilità

- ✱ Valutazione preliminare dei costi e dei benefici per stabilire se si debba avviare lo sviluppo dell'applicazione
  - ✱ Alternative possibili
  - ✱ Scelte più ragionevoli
  - ✱ Risorse finanziarie e umane necessarie per l'attuazione del progetto
- ✱ Il contenuto di questa fase risulta largamente variabile da caso a caso, in funzione del tipo di prodotto e dei ruoli del committente e del produttore dell'applicazione

## Processo di sviluppo del software

# Studio di fattibilità

- ✱ Il risultato della fase di studio di fattibilità è un documento che dovrebbe contenere le seguenti informazioni:
  - ✱ definizione preliminare del problema
  - ✱ possibili scenari che illustrino eventuali diverse strategie di soluzione
  - ✱ costi, tempi e modalità di sviluppo per le diverse alternative
- ✱ Il committente può allocare risorse finanziarie perché venga condotto uno studio di fattibilità completo



Processo di sviluppo del software

## Analisi dei requisiti

- ✱ Un requisito è la descrizione
  - ✱ di un comportamento del sistema  
(**requisito funzionale**)
  - ✱ di un vincolo  
(**requisito non funzionale**)
    - ✱ sul comportamento del sistema
    - ✱ sullo sviluppo del sistema

## Processo di sviluppo del software

# Analisi dei requisiti

### ✱ Applicazione per la gestione di uno sportello tipo bancomat:

#### ✱ Requisiti funzionali:

- ✱ Il sistema dovrà validare la tessera inserita dal cliente
- ✱ Il sistema dovrà validare il PIN inserito dal cliente
- ✱ Il sistema dovrà erogare non più di 500 € alla stessa tessera nell'arco delle 24 ore
- ✱ ...

#### ✱ Requisiti non funzionali:

- ✱ Il sistema dovrà essere scritto in C++
- ✱ Il sistema dovrà validare la tessera entro 3 secondi
- ✱ Il sistema dovrà validare il PIN entro 3 secondi
- ✱ ...

## Processo di sviluppo del software

# Analisi dei requisiti

- ✱ Si stabiliscono
    - ✱ funzionalità (requisiti funzionali)
    - ✱ vincoli (requisiti non funzionali)
    - ✱ obiettivi
- consultando gli utenti (analisi congiunta)

*“Knowledge of what users really want often is the single most important factor in the failure or success of a software project. It's also one of the most neglected factors”* - Johnson, Skoglund and Wisniewsky

# Processo di sviluppo del software

## Specifica dei requisiti

1. **Formalizzazione dei requisiti** – funzionalità, vincoli, interfaccia utente e qualsiasi altra caratteristica che il sistema dovrà possedere per soddisfare le necessità del cliente
2. **Redazione di un documento** di Specifica dei Requisiti Software (SRS – *Software Requirement Specification*)
  - ✱ elenca tutti i requisiti che il sistema deve soddisfare
  - ✱ deve essere completo, preciso, consistente, non ambiguo e comprensibile sia al cliente, sia allo sviluppatore
3. **Convalida delle specifiche** – le specifiche devono essere riviste con il cliente per convalidarle

# Processo di sviluppo del software

## Specifica dei requisiti

- ✱ SRS definisce
  - ✱ quali funzionalità deve fornire il sistema
  - ✱ NON come sono realizzate le funzionalità
- ✱ SRS è
  - ✱ un riferimento per l'attività di sviluppo del sistema
  - ✱ un contratto tra sviluppatori e cliente per la fornitura del sistema
    - deve essere approvato e sottoscritto dal committente
- ✱ Stiamo realizzando il prodotto desiderato?

## Processo di sviluppo del software

# Progettazione

- ✱ Si definisce l'architettura generale (hardware e software) del sistema
- ✱ Si decompone l'architettura software in uno o più programmi eseguibili
- ✱ Per ogni programma, si descrivono:
  - ✱ le funzioni che svolge
  - ✱ le relazioni con gli altri programmi
- ✱ Si decompone ogni programma eseguibile in più moduli
- ✱ Per ogni modulo, si descrivono:
  - ✱ le funzioni che svolge
  - ✱ le relazioni con gli altri moduli

# Processo di sviluppo del software

## Progettazione

- ✱ Progettazione *object-based*
  - ✱ Tipi di dati astratti
  - ✱ Incapsulamento
- ✱ Progettazione *object-oriented*
  - ✱ Ereditarietà
  - ✱ Polimorfismo
- ✱ Progettazione generica rispetto ai tipi
  - ✱ *Template* in C++
  - ✱ Generici in Java e C#
- ✱ Gestione delle eccezioni
- ✱ Gestione degli eventi
- ✱ *Design pattern*

# Processo di sviluppo del software

## Progettazione

- ✱ Architettura del sistema
  - ✱ Modello *repository*
  - ✱ Modello *client-server*
  - ✱ Modello *abstract-machine*
- ✱ Controllo del sistema
  - ✱ Controllo centralizzato
  - ✱ Sistemi *event-driven*
- ✱ Concorrenza
- ✱ Progetto di interfacce utente
- ✱ Progetto di basi di dati



Processo di sviluppo del software

## Progettazione

- ✱ Risultato: documento di specifiche di progetto nel quale la definizione dell'architettura software può anche essere data in maniera rigorosa, o addirittura formale, usando opportuni linguaggi di specifica di progetto
- ✱ Stiamo realizzando correttamente il prodotto?

Processo di sviluppo del software

## Realizzazione e collaudo dei moduli

- ✱ Il progetto viene realizzato come insieme di programmi e/o moduli nel linguaggio di programmazione scelto (o nei linguaggi di programmazione scelti)

*“The fastest line of code to develop is line of code you don't have to write” - Jeff Tash*

- ✱ Gestione delle versioni del software



Processo di sviluppo del software

## Realizzazione e collaudo dei moduli

- ✱ Verifica del software

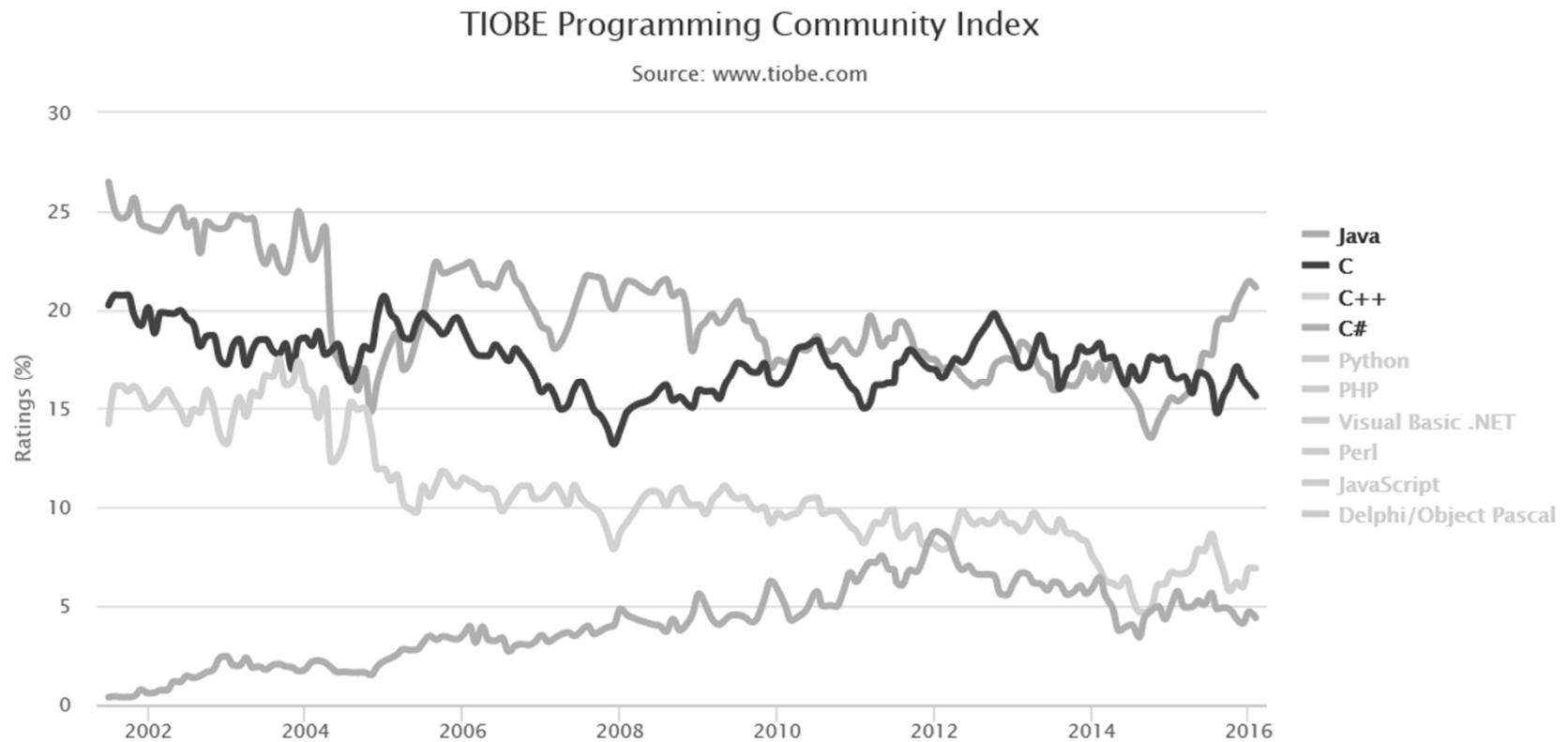
- ✱ Analisi statica
- ✱ Analisi dinamica
- ✱ *Debugging*



- ✱ Collaudo dei moduli (unit testing)  
verifica che un modulo soddisfi le specifiche di progetto

# Processo di sviluppo del software

## Tecnologie e Linguaggi



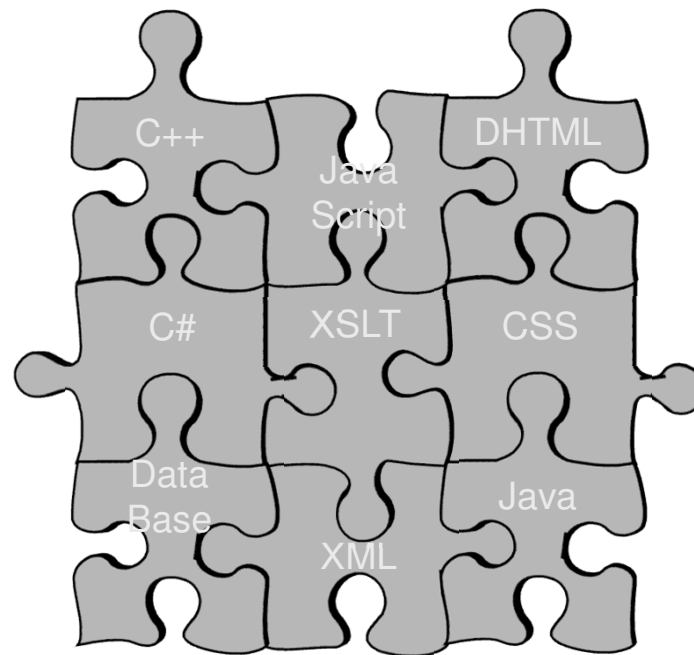
# Processo di sviluppo del software

## Tecnologie e Linguaggi

- ✱ HTML – *Hypertext Markup Language*
- ✱ DHTML – *Dynamic HTML*
- ✱ CSS – *Cascading Style Sheets*
- ✱ Javascript (Typescript), PHP, Python
  
- ✱ XML – *eXtensible Markup Language*
- ✱ DTD – *Document Type Definition*
- ✱ XSD – *XML Schema Definition*
- ✱ XSL – *eXtensible Stylesheet Language*
- ✱ XSLT – *XSL for Transformations*
  
- ✱ COM, COM++, DCOM, CORBA, EJB
- ✱ .NET, ADO, LinQ, XAML, WPF, WF, WCF
- ✱ DBMS, SQL, ORM

# Processo di sviluppo del software

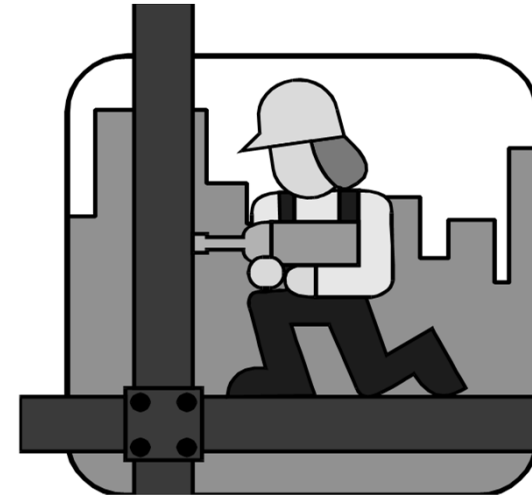
## Tecnologie e Linguaggi



Processo di sviluppo del software

## Integrazione e collaudo del sistema

- ✱ Si integrano i singoli moduli e/o programmi tra loro e si esegue il test del sistema completo per assicurarsi che le specifiche siano soddisfatte



- ✱ alfa test - il sistema è rilasciato per l'uso, ma all'interno dell'organizzazione del produttore
- ✱ beta test - si ha un rilascio controllato a pochi e selezionati utenti del prodotto

Processo di sviluppo del software

## Controllo della qualità

- ✱ Uso di programmi di test
- ✱ Sollecitazione dei programmi (condizioni limite)
- ✱ Controllo dell'utilizzo di standard prestabiliti
- ✱ ...



## Processo di sviluppo del software

# Installazione e *training*

### ★ *Deployment*

Il sistema software viene:

- ★ consegnato al cliente
- ★ installato
- ★ messo in funzione

### ★ *Training*

# Processo di sviluppo del software

## Utilizzo e manutenzione

- ✱ Il sistema viene utilizzato...
- ✱ Fase di manutenzione  
è la fase più lunga del ciclo di vita  
di un prodotto software  
50-80% dei costi complessivi



Processo di sviluppo del software

## Utilizzo e manutenzione

- ✱ **Manutenzione correttiva**  
correzione degli errori che non sono stati scoperti nelle fasi precedenti
- ✱ **Manutenzione adattativa**  
aumento dei servizi forniti dal sistema in seguito alla definizione di nuovi requisiti
- ✱ **Manutenzione perfettiva**  
miglioramento delle caratteristiche delle unità del sistema

Processo di sviluppo del software

## Utilizzo e manutenzione

- ✱ Spesso il software non viene progettato per essere modificato facilmente
- ✱ Vengono apportate modifiche direttamente sui programmi, senza modificare
  - ✱ la documentazione di progetto
  - ✱ la documentazione di test
  - ✱ la specifica dei requisiti
  - ✱ ...

# Processo di sviluppo del software

## Utilizzo e manutenzione

- ✱ *Re-ingegnerizzazione* del software
  - ✱ Ristrutturazione del codice (*refactoring*)
  - ✱ Conversione del linguaggio
  - ✱ *Reverse engineering*



## ✱ Pianificazione, controllo e gestione del processo di sviluppo

- ✱ Analisi dei costi
- ✱ Gestione del gruppo di lavoro

## ✱ Gestione dei rischi

- ✱ Rischi relativi ai requisiti
- ✱ Rischi legati alle risorse umane
- ✱ Rischi tecnologici
- ✱ Rischi politici

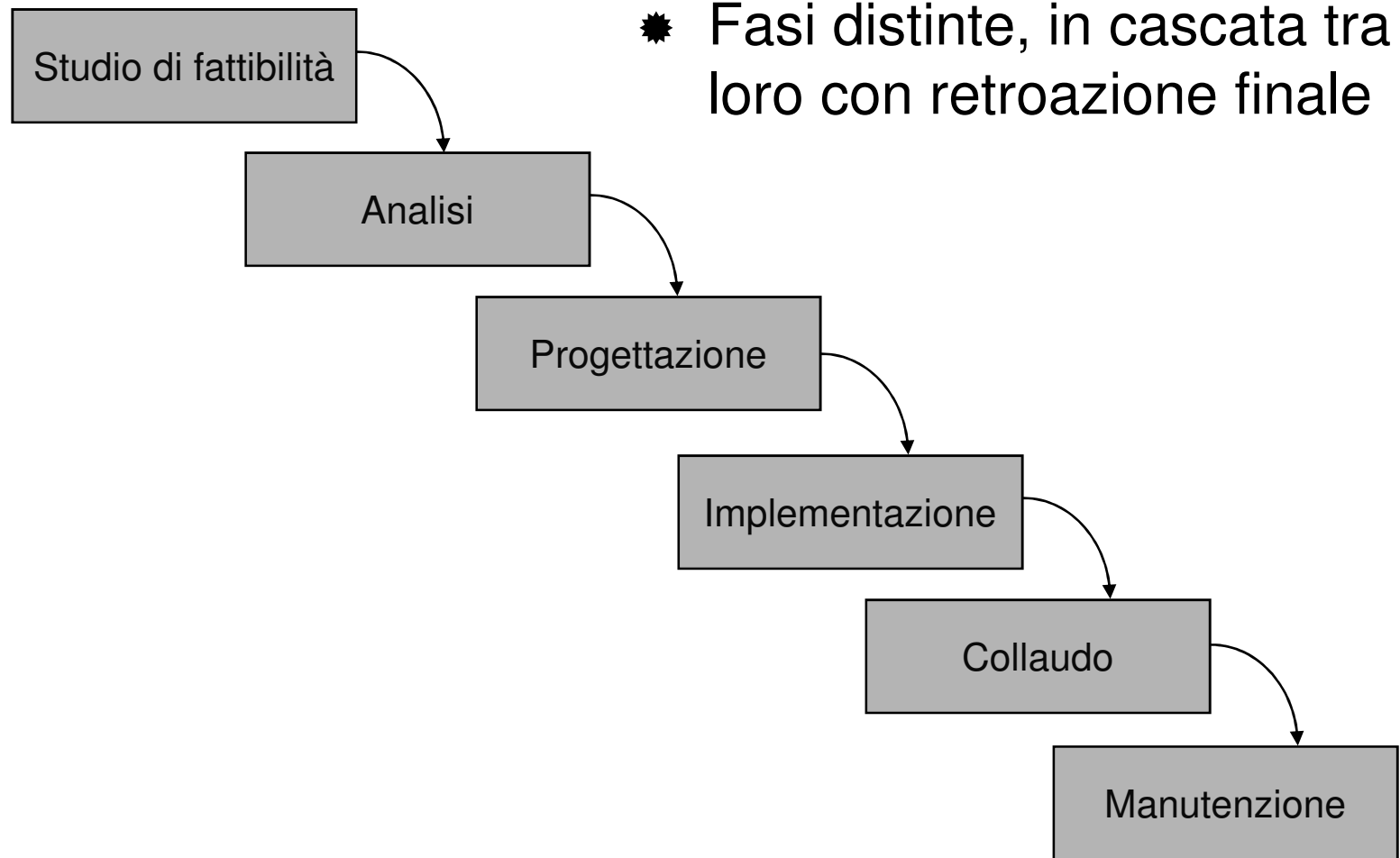


# Processo di sviluppo del software

- ✱ Modello a cascata
- ✱ Modelli evolutivi
- ✱ Sviluppo incrementale – iterativo
- ✱ Modello a spirale
- ✱ Modelli specializzati
  - ✱ Sviluppo a componenti
  - ✱ Modello dei metodi formali
  - ✱ Sviluppo aspect-oriented
  - ✱ Sviluppo model driven
  - ✱ *Unified Process* (UP - RUP)

Processo di sviluppo del software

## Modello a cascata (*waterfall model*)





Processo di sviluppo del software

## Modello a cascata

- ✱ Il modello si fonda sul presupposto che introdurre cambiamenti sostanziali nel software in fasi avanzate dello sviluppo ha costi troppo elevati pertanto, ogni fase deve essere svolta in maniera esaustiva prima di passare alla successiva, in modo da non generare retroazioni
- ✱ Le uscite che una fase produce come ingresso per la fase successiva sono i cosiddetti semilavorati del processo di sviluppo:
  - ✱ Documentazione di tipo cartaceo
  - ✱ Codice dei singoli moduli
  - ✱ Sistema complessivo

Processo di sviluppo del software

## Modello a cascata

- ✱ Oltre alle fasi, è fondamentale definire:
  - ✱ Semilavorati  
al fine di garantire che ci possa essere  
un'attività di controllo della qualità dei semilavorati
  - ✱ Date  
entro le quali devono essere prodotti i semilavorati  
al fine di certificare l'avanzamento del processo  
secondo il piano stabilito

Processo di sviluppo del software

## Modello a cascata

- ✱ I limiti sono dati dalla sua rigidità in particolare da due assunti di fondo molto discutibili:
  - ✱ Immutabilità dell'analisi  
i clienti sono in grado di esprimere esattamente le loro esigenze e, di conseguenza, in fase di analisi iniziale è possibile definire tutte le funzionalità che il software deve realizzare
  - ✱ Immutabilità del progetto  
è possibile progettare l'intero sistema prima di aver scritto una sola riga di codice

Processo di sviluppo del software

## Modello a cascata

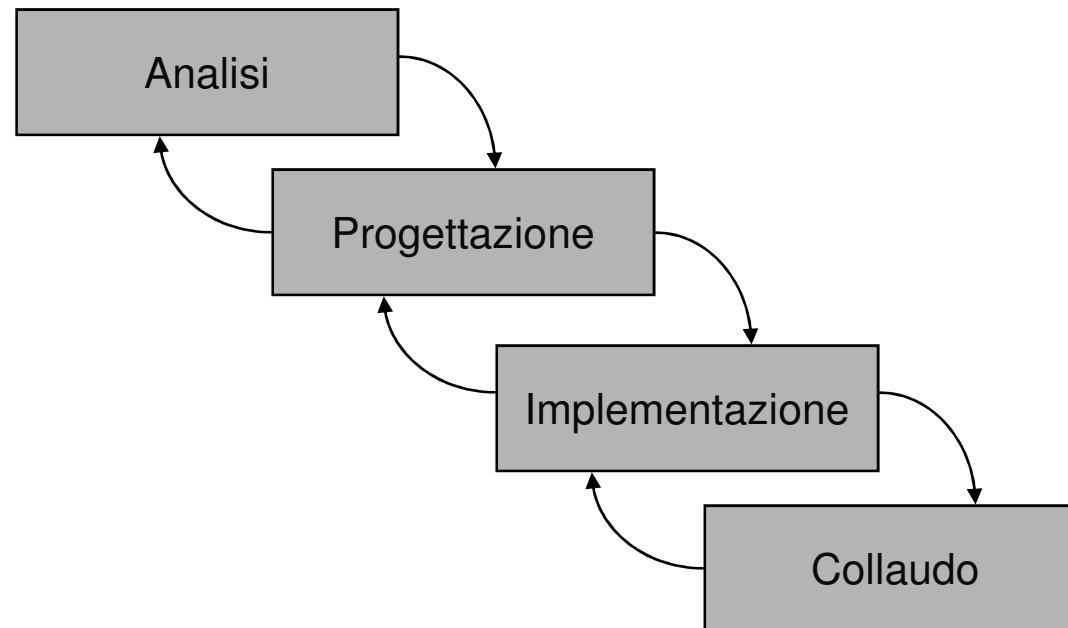
- ✱ Nella realtà:

- ✱ La visione che i clienti hanno del sistema evolve man mano che il sistema prende forma e quindi le specifiche cambiano in continuazione
- ✱ Nel campo della progettazione “le idee migliori vengono in mente per ultime”, quando si comincia a vedere qualcosa di concreto  
Inoltre, problemi di prestazioni costringono spesso a rivedere le scelte di progetto

Processo di sviluppo del software

## Modello a cascata

- ✱ Evoluzioni successive al modello originale ammettono forme limitate di retroazione a un livello



Processo di sviluppo del software

## Modello a cascata

- ✱ Per evitare problemi, prima di iniziare a lavorare sul sistema vero e proprio è meglio realizzare un prototipo in modo da fornire agli utenti una base concreta per meglio definire le specifiche
- ✱ Una volta esaurito il compito, il prototipo viene abbandonato (throw-away prototyping) e si procede a costruire il sistema reale secondo i canoni del modello a cascata
- ✱ Questo approccio risulta però quasi sempre così dispendioso da annullare i vantaggi economici che il modello a cascata dovrebbe garantire

## Processo di sviluppo del software

# Prototipo

- ✱ Modello approssimato dell'applicazione  
Obiettivo: essere mostrato al cliente – o usato da questi – al fine di ottenere un'indicazione su quanto il prototipo colga i reali fabbisogni
- ✱ Deve essere sviluppabile
  - ✱ in tempi brevi
  - ✱ con costi minimi
- ✱ Alternativa interessante in tutti i casi in cui lo sviluppo dell'applicazione parta inizialmente con requisiti non perfettamente noti o instabili

Processo di sviluppo del software

## Prototipo

- ✱ Prototipazione “*throw-away*”
  - ✱ Il prototipo che si realizza è del tipo *usa e getta*
  - ✱ Obiettivo: comprendere meglio le richieste del cliente e quindi migliorare la definizione dei requisiti del sistema
  - ✱ Il prototipo si concentra sulle parti che sono mal comprese con l'obiettivo di contribuire a chiarire i requisiti



Processo di sviluppo del software

# Prototipo

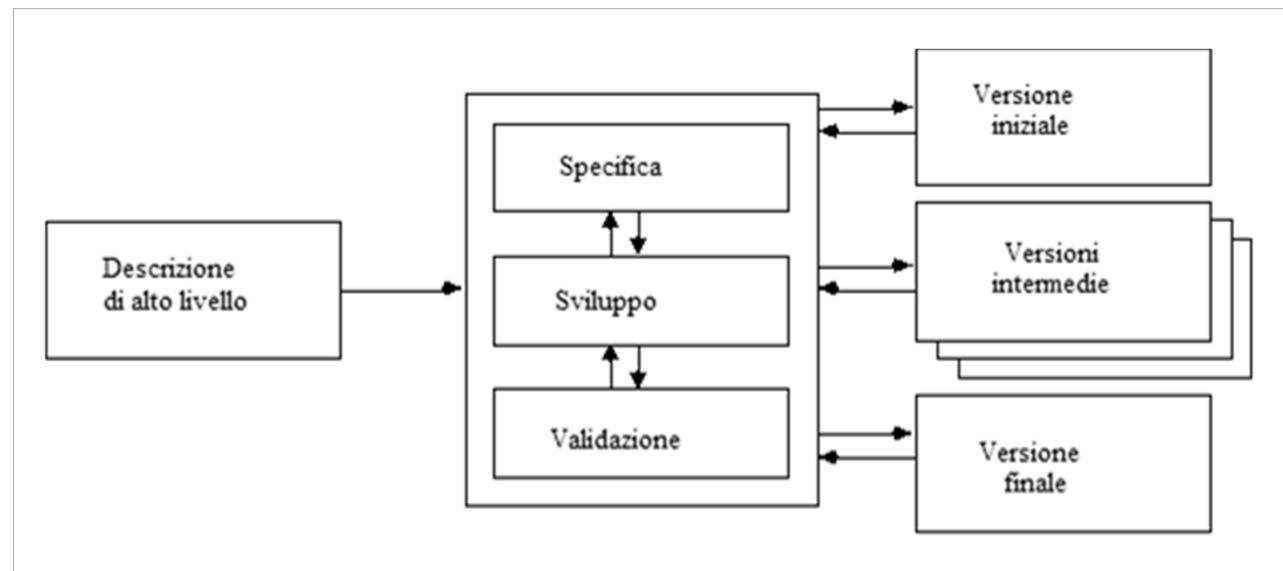
## ✱ Programmazione esplorativa

- ✱ Il prototipo si trasforma progressivamente nel prodotto finale
- ✱ Obiettivo: lavorare a stretto contatto con il cliente per
  - ✱ Chiarire completamente i requisiti
  - ✱ Giungere a un prodotto finale
- ✱ Prima, si sviluppano le parti del sistema che sono ben chiare (requisiti ben compresi)
- ✱ Quindi, si aggiungono nuove parti/funzionalità come proposto dal cliente

# Processo di sviluppo del software

## Modelli evolutivi

- ✱ Partendo da specifiche molto astratte, si sviluppa un primo prototipo
- ✱ Da sottoporre al cliente
- ✱ Da raffinare successivamente



Processo di sviluppo del software

## Modelli evolutivi

- ✱ Esistono diversi modelli di tipo evolutivo, ma tutti in sostanza propongono un ciclo di sviluppo in cui un prototipo iniziale evolve gradualmente verso il prodotto finito attraverso un certo numero di iterazioni
- ✱ Il vantaggio fondamentale è che ad ogni iterazione è possibile
  - ✱ confrontarsi con gli utenti per quanto riguarda le specifiche e le funzionalità (raffinamento dell'analisi)
  - ✱ rivedere le scelte di progetto (raffinamento del *design*)

Processo di sviluppo del software

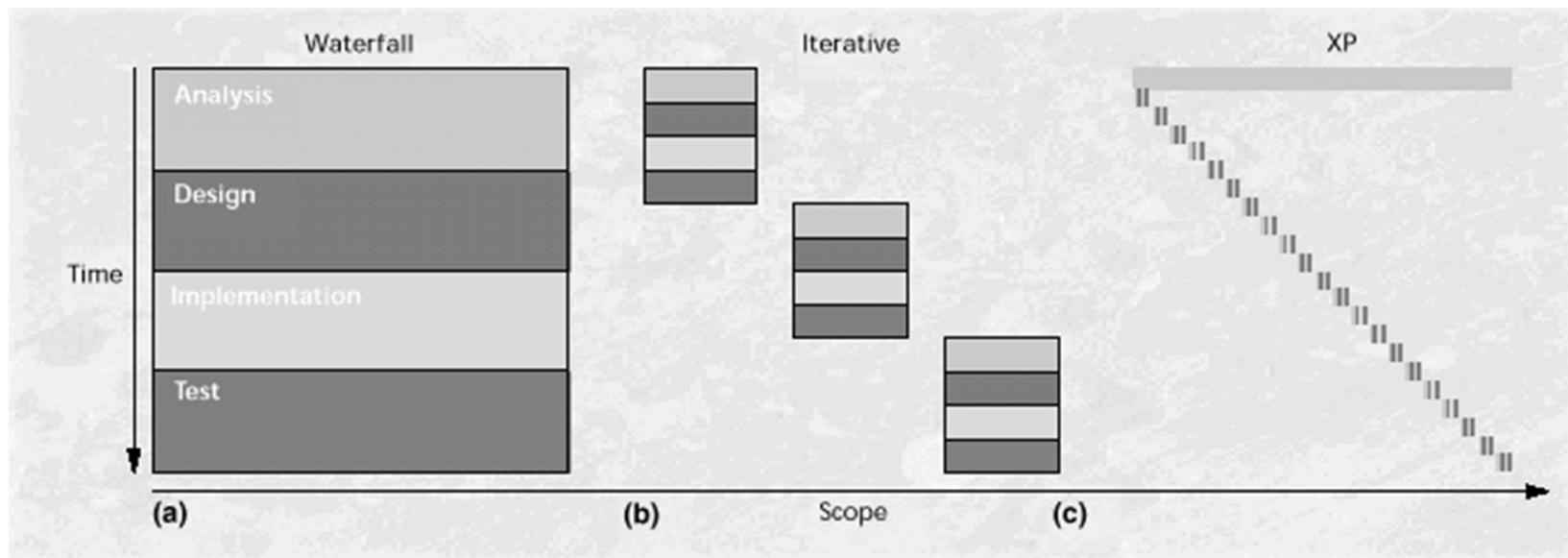
## Modelli evolutivi

- ✱ I modelli evolutivi si sono orientati verso cicli sempre più brevi e iterazioni sempre più veloci, fino ad arrivare al modello più “radicale” che prende il nome di *Extreme Programming* (XP)

# Processo di sviluppo del software

## Modelli evolutivi

- ✱ L'illustrazione, tratta da un articolo di Kent Beck, mostra l'evoluzione dal modello a cascata, all'*extreme programming*



# Processo di sviluppo del software

## Modelli evolutivi

### ✱ Problemi

- ✱ Il processo di sviluppo non è visibile  
(ad es., documentazione non disponibile)
- ✱ Il sistema sviluppato è poco strutturato  
(modifiche frequenti)
- ✱ È richiesta una particolare abilità nella programmazione  
(*team* ristretto)

### ✱ Applicabilità

- ✱ Sistemi di piccole dimensioni
- ✱ Sistemi che avranno breve durata
- ✱ Parti di sistemi più grandi

Processo di sviluppo del software

## *Extreme Programming*

✱ Si basa su:

- ✱ Comunicazione: ci deve essere grande comunicazione sia tra gli sviluppatori, sia tra sviluppatori e clienti
- ✱ Testing: è necessario avere più codice per il test che per il programma vero e proprio - ogni programmatore deve scrivere il programma di test parallelamente se non prima di scrivere il codice effettivo

Processo di sviluppo del software

## *Extreme Programming*

✱ Si basa su:

- ✱ Semplicità: il codice deve essere il più semplice possibile - complicare il codice tentando di prevedere futuri riutilizzi è controproducente sia come qualità di codice prodotto, sia come tempo necessario - d'altra parte, il codice semplice e comprensibile è il più riutilizzabile
- ✱ Coraggio: non si deve avere paura di modificare il sistema che deve essere ristrutturato in continuazione, ogni volta che si intravede un possibile miglioramento (*refactoring*)



## Processo di sviluppo del software

# Modelli ibridi

- ✱ Sistemi composti di sotto-sistemi
- ✱ Per ogni sotto-sistema è possibile adottare un diverso modello di sviluppo
  - ✱ Modello evolutivo  
per sotto-sistemi con specifiche ad alto rischio
  - ✱ Modello a cascata  
per sotto-sistemi con specifiche ben definite
- ✱ Di norma conviene creare e raffinare prototipi funzionanti dell'intero sistema o di sue parti, secondo l'approccio incrementale - iterativo

Processo di sviluppo del software

## Sviluppo incrementale

- ✱ Sviluppo incrementale  
si costruisce il sistema sviluppandone  
sistematicamente e in sequenza parti ben definite  
una volta costruita una parte, essa non viene più  
modificata
- ✱ è di fondamentale importanza essere in grado di specificare  
perfettamente i requisiti della parte da costruire, prima della  
sua implementazione

Processo di sviluppo del software

## Sviluppo iterativo

- ✱ Sviluppo iterativo  
si effettuano molti passi dell'intero ciclo di sviluppo del software, per costruire iterativamente tutto il sistema, aumentandone ogni volta il livello di dettaglio
  - ✱ non funziona bene per progetti significativi

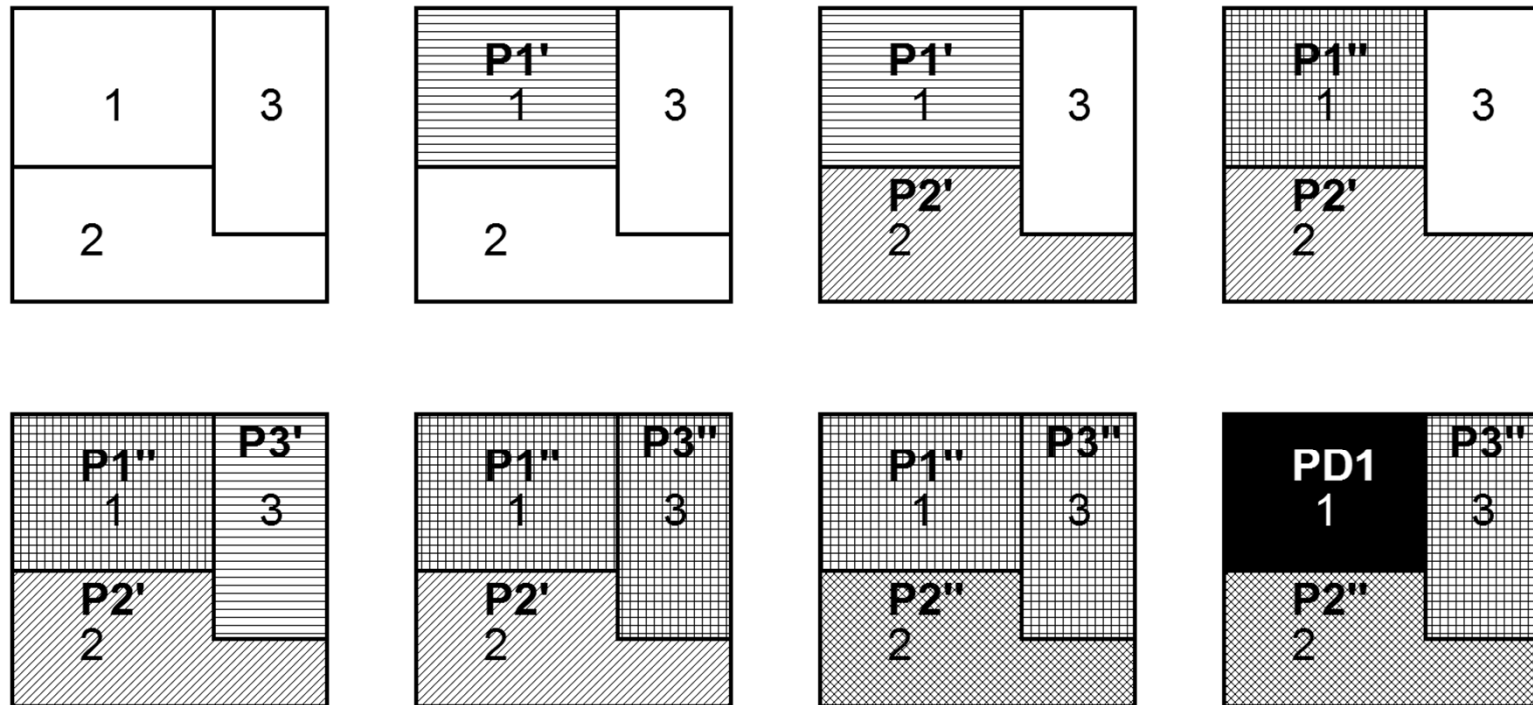
Processo di sviluppo del software

## Sviluppo incrementale - iterativo

- ✱ Sviluppo incrementale - iterativo
  - ✱ Si individuano sottoparti relativamente autonome
  - ✱ Si realizza il prototipo di una di esse
  - ✱ Si continua con altre parti
  - ✱ Si aumenta progressivamente l'estensione e il dettaglio dei prototipi, tenendo conto delle altre parti interagenti
  - ✱ E così via...

Processo di sviluppo del software

# Sviluppo incrementale - iterativo

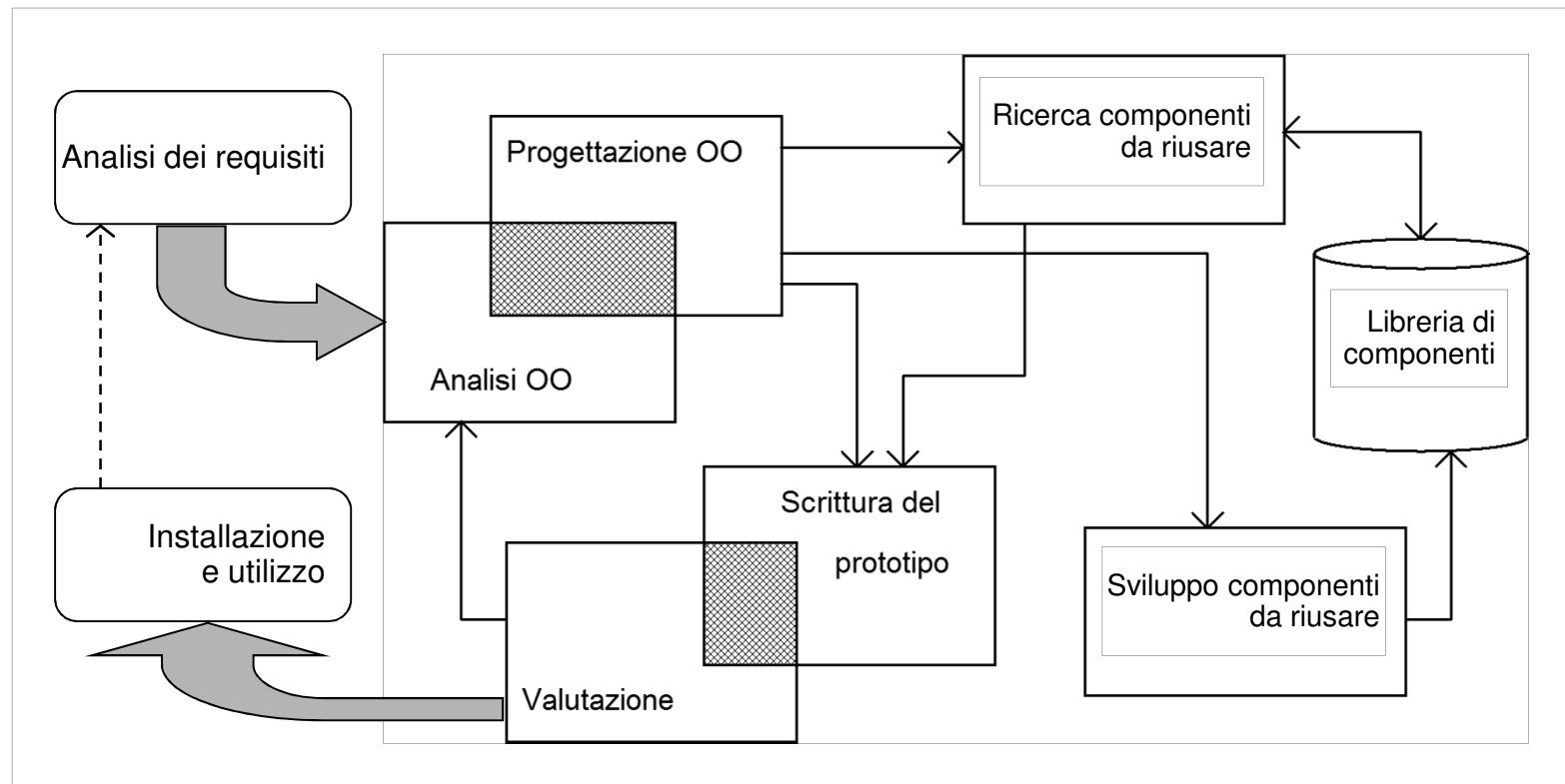


**Pn' : Primo prototipo**  
**PDn : Prototipo definitivo**

**Pn'' : Secondo prototipo**

# Processo di sviluppo del software

## Sviluppo a componenti



Processo di sviluppo del software

## Linguaggi di modellazione

- ✱ Permettono di descrivere (modellare) un sistema di qualche natura
- ✱ Possono essere grafici o testuali
  - ✱ Se grafici, sono basati su uno o più tipi di diagrammi, costruiti a partire da simboli grafici con una semantica ben definita

Processo di sviluppo del software

# Linguaggi di modellazione

- ✱ Modelli semantici dei dati
  - ✱ Entità-Relazioni (E-R)
- ✱ Modelli orientati all'elaborazione dati
  - ✱ Diagrammi di Flusso dei Dati (*Data-Flow Diagrams*, DFD)
- ✱ Modelli orientati alla classificazione
  - ✱ Modelli orientati agli oggetti
- ✱ Modelli operazionali
  - ✱ Automi a stati finiti
  - ✱ Reti di Petri
- ✱ Modelli descrittivi
  - ✱ Logica del primo ordine
  - ✱ Logica temporale



Processo di sviluppo del software

## Linguaggi di modellazione

- ✱ *“Nessun cliente vi ringrazierà per avergli fornito diagrammi accurati; quello che vorranno da voi è software funzionante”*
- ✱ Perché usare un linguaggio di modellazione?
- ✱ Dobbiamo risolvere un problema di comunicazione
  - ✱ tra i progettisti
  - ✱ tra i progettisti e il cliente
  - ✱ tra i progettisti presenti e i progettisti futuri...

Processo di sviluppo del software

## Linguaggi di modellazione

- ✱ Il linguaggio naturale è troppo impreciso
- ✱ Il codice è preciso, ma troppo dettagliato
- ✱ La soluzione migliore è utilizzare un linguaggio di modellazione
  - ✱ Sufficientemente **preciso**
  - ✱ **Flessibile** dal punto di vista descrittivo  
per poter arrivare a un qualunque livello di dettaglio
  - ✱ Possibilmente **standard**

Processo di sviluppo del software

## Linguaggi di modellazione

- ✱ Esiste ormai una convergenza su un unico linguaggio di modellazione di tipo grafico:  
**UML** (*Unified Modeling Language*)
- ✱ Sviluppato verso la metà degli anni '90 da Grady Booch, James Rumbaugh, Ivar Jacobson
- ✱ Nel 1999, OMG (*Object Management Group*) ha definito la versione 1.3 del linguaggio  
(<http://www.omg.org>)
- ✱ La versione corrente è la 2.5  
(<http://www.uml.org>)

Processo di sviluppo del software

# Unified Modeling Language

- ✱ È un linguaggio di modellazione grafico
- ✱ Permette di creare varie descrizioni più o meno astratte di un sistema (non necessariamente software)
- ✱ È indipendente dal processo di sviluppo
- ✱ Prevede meccanismi di estensione del linguaggio stesso
- ✱ È orientato agli oggetti
- ✱ È uno standard OMG

# Processo di sviluppo del software

## Unified Modeling Language

### ✱ Diagrammi strutturali

- ✱ Diagramma delle classi
- ✱ Diagramma degli oggetti
- ✱ Diagramma dei componenti
- ✱ Diagramma dei package
- ✱ Diagramma di deployment
- ✱ Diagramma delle strutture composite (UML 2.0)

### ✱ Diagrammi comportamentali

- ✱ Diagramma dei casi d'uso
- ✱ Diagramma delle attività
- ✱ Diagramma degli stati
- ✱ Diagramma di sequenza
- ✱ Diagramma di comunicazione (ex di collaborazione)
- ✱ Diagramma dei tempi (UML 2.0)
- ✱ Diagramma di sintesi dell'interazione (UML 2.0)

# Fattori di qualità del software

- ✱ Qualità esterne  
percepibili da un osservatore esterno che  
esamina il prodotto software come se fosse  
una scatola nera (*black-box*)
  - ✱ Affidabilità
  - ✱ Facilità d'uso
  - ✱ Velocità
  - ✱ ...
- ✱ Devono essere garantite

# Fattori di qualità del software

- ✱ Qualità interne  
osservabili esaminando la struttura interna  
del prodotto software, come se questo fosse  
una scatola trasparente (*white-box*)
  - ✱ Modularità
  - ✱ Leggibilità
  - ✱ ...
- ✱ Influenzano le qualità esterne
- ✱ Sono un modo per realizzare le qualità esterne

Fattori di qualità del software

## Correttezza (*correctness*)

- ✱ Data una definizione dei requisiti che il software deve soddisfare, il software si dice corretto se rispetta tali requisiti



I requisiti specificati risultano spesso incompleti rispetto ai requisiti reali



Fattori di qualità del software

## Robustezza (*robustness*)

- ✱ Il software si dice robusto se si comporta in maniera accettabile anche in corrispondenza di situazioni anomale e comunque non specificate nei requisiti
- ✱ Nel caso di situazioni anomale, il software non deve causare disastri (perdita di dati o peggio)
  - ✱ o termina l'esecuzione in modo pulito
  - ✱ o entra in una modalità particolare, in cui non sono più attive alcune funzionalità (*graceful degradation mode*)

Fattori di qualità del software

## Affidabilità (*reliability*)

- ✱ Il software si dice affidabile se
  - ✱ le funzionalità offerte corrispondono ai requisiti (il software è corretto)
  - ✱ in caso di guasto, non produce danni fisici o economici (il software è robusto)

Affidabilità = Correttezza + Robustezza

Fattori di qualità del software

## Facilità d'uso (*ease of use*)

- ✱ Facilità con cui l'utilizzatore del software è in grado di:
  - ✱ Imparare ad usare il sistema
  - ✱ Utilizzare il sistema
  - ✱ Fornire i dati da elaborare
  - ✱ Interpretare i risultati
  - ✱ Gestire condizioni di errore

Fattori di qualità del software

## Efficienza (*efficiency*)

- ✱ Buon utilizzo delle risorse hardware:
  - ✱ Processori (tempo di calcolo)
  - ✱ Memoria principale (occupazione di memoria)
  - ✱ Memorie secondarie
  - ✱ Canali di comunicazione

Fattori di qualità del software

## Estensibilità (*extensibility*)

- ✱ Facilità con cui il software può essere modificato per soddisfare nuovi requisiti
- ✱ La modifica di programmi di piccole dimensioni non è un problema serio
- ✱ I sistemi software di dimensioni medie e grandi possono soffrire di fragilità strutturale: modificando un singolo elemento della struttura si rischia di far collassare l'intera struttura

Fattori di qualità del software

## Estensibilità (*extensibility*)

- ✱ Due principi essenziali:
  - ✱ Semplicità architetture
    - ✱ più l'architettura del sistema è semplice
    - ✱ più è facile da modificare
  - ✱ Modularità e decentralizzazione
    - ✱ più il sistema è suddiviso in moduli autonomi
    - ✱ più è facile che una modifica coinvolga un numero limitato di moduli

Fattori di qualità del software

## Riusabilità (*reusability*)

- ✱ Il software è riusabile se può essere riutilizzato completamente o in parte in nuove applicazioni
- ✱ Permette di non dover reinventare soluzioni a problemi già affrontati e risolti
- ✱ Influenza tutte le altre caratteristiche dei prodotti software

Fattori di qualità del software

## Verificabilità (*verifiability*)

- ✱ Facilità con cui il prodotto software può essere sottoposto a test



Fattori di qualità del software

## Portabilità (*portability*)

- ✱ Facilità con cui il prodotto software può essere trasferito su altre architetture hardware e/o software

# Fattori di qualità del software

- ✱ Molte caratteristiche sono definibili soltanto in maniera intuitiva e poco rigorosa
- ✱ Alcune caratteristiche sono in contrapposizione ad esempio: efficienza vs portabilità
- ✱ L'importanza dell'una o dell'altra caratteristica varia (può variare) a seconda del settore applicativo
- ✱ Il costo del software aumenta esponenzialmente se è richiesto un livello molto alto di una qualunque di tali caratteristiche