

Analisi e Progettazione del Software

UniShare

Davide Cozzi
@dlcgold

Gabriele De Rosa
@derogab

Federica Di Lauro
@f_dila

Indice

1	Introduzione	2
2	Introduzione all’Ingegneria del software	3
2.1	Modelli di Processo	7
2.2	Modello UP	15
2.2.1	Modello UP o RUP	15
2.2.2	Processo Scrum	20
3	Analisi dei Requisiti e Casi d’uso	25

Capitolo 1

Introduzione

Questi appunti sono presi durante le lezioni in aula. Per quanto sia stata fatta una revisione è altamente probabile (praticamente certo) che possano contenere errori, sia di stampa che di vero e proprio contenuto. Per eventuali proposte di correzione effettuare una pull request. Link: <https://github.com/dlcgold/Appunti>. Grazie mille e buono studio!

Capitolo 2

Introduzione all'Ingegneria del software

Durante il corso di Analisi e Progettazione del software si analizzano i modelli e i principi per lo sviluppo di un software mantenibile, andando anche ad analizzare, in maniera sommaria, anche tutti gli strumenti di ingegneria del software, necessari per lo sviluppo ottimale di un software.

In questo corso studieremo in dettaglio i seguenti argomenti:

- introduzione all'ingegneria del software
- progettazione sistemi orientati ad oggetti
- modellazione a dominio
- UML e analisi dei casi d'uso
- design pattern
- sviluppo test-driven(cenni)
- code smell e refactoring(cenni)

Il software, è l'insieme delle componenti modificabili e non fisiche di un calcolatore, viene diviso in due categorie:

generici , per un ampio range di clienti, come ad esempio gli elaboratori di testi

custom , per un singolo cliente, come ad esempio i gestionali specifici di un impresa

Questa differenza si sta sempre più assottigliando in quanto recentemente varie aziende stanno sviluppando un software generico, che viene poi adattato in base alle esigenze del singolo cliente, come ad esempio i software Oracle e Sas.

Nello sviluppo di software si utilizza spesso una base pre-esistente, infatti l'ingegneria del software si occupa di tutti gli aspetti per lo sviluppo del software, sfruttando di solito una base preesistente.

Di solito quando si sviluppa un software si presuppone che abbia una durata di alcuni anni, con la predisposizione al cambiamento e all'introduzione di nuove features infatti un software per essere utile deve essere continuamente cambiato.

Si hanno due tipologie di progetti:

1. **progetti di routine**, con soluzione di problemi e riuso di vecchio codice
2. **progetti innovativi**, con soluzioni nuovi

e solitamente l'ingegneria del software si occupa principalmente di progetti innovativi con specifiche del progetto variabili, con la presenza di cambiamenti continui e ovviamente non è uguale nè simile con l'ingegneria tradizionale.

Un programmatore normalmente lavora da solo, su un programma completo con specifiche note mentre un ingegnere del software lavora in gruppo, progetta componenti e l'architettura e identifica requisiti e specifiche. Il costo del software spesso supera quello hardware

Nello sviluppo di un software si hanno le seguenti fasi di sviluppo:

- **analisi dei requisiti**, che indica cosa deve fare il sistema
- **progettazione**, progetto del sistema d implementare
- **sviluppo**, produzione del sistema software
- **convalida**, verifica dei requisiti del cliente
- **evoluzione**, evoluzione al cambiare di requisiti del cliente

Esistono dei sistemi software per l'automazione delle attività svolte nel progetto software, i cosiddetti **CASE** (Computer-Aided Software Engineering) che si dividono in:

CASE di alto livello per il supporto alle prime attività di processo come la raccolta requisiti e la progettazione

CASE di basso livello per il supporto alle ultime attività di processo come la programmazione, il debugging, testing e reverse engineering

Nella figure X1 e X2 si hanno delle risposte alle comuni domande sull'ingegneria del software e le caratteristiche di un ottimo software, necessario per mantenerlo facilmente modificabile nel tempo.

Nello sviluppo di un software, qualsiasi tipologia esso sia, prevede i seguenti aspetti in comune:

specifiche del software vengono definite le specifiche e analizzato in dettaglio il comportamento e le funzionalità richieste da sviluppare

sviluppo del software viene effettivamente implementato e progettato il codice, attraverso i tools di sviluppo, rispettando le specifiche previste nella fase precedente.

convalida del software viene testato il software sviluppato nella fase precedente, al f

evoluzione del software viene mantenuto ed evoluto il software, al fine di riflettere i cambiamenti e delle funzionalità richieste dal cliente; è la fase più critica e costosa, dato che a volte la manutenzione richiede di sistemare e correggere gli errori e/o il cattivo design del progetto.

Il software deve essere accettato dagli utenti per i quali è stato sviluppato per cui deve essere comprensibile, usabile e compatibile con altri sistemi, oltre a dover essere mantenibile, affidabile ma soprattutto efficiente.

Esiste un codice etico, **ACM/IEEE**, con otto principi legati al comportamento degli ingegneri del software ed è fondamentale seguirlo dato che fornisce informazioni su come risolvere i problemi etici collegati a tutti i progetti software, come le informazioni da fornire all'esterno ed altri aspetti.

Un **sistema** è una collezione significativa di componenti interrelati che lavorano assieme per realizzare un obiettivo comune, quindi include software e parti meccaniche o elettriche; inoltre si ha che i vari componenti possono dipendere da altri componenti e che le proprietà e il comportamento dei vari componenti sono intrinsecamente correlati, quindi si hanno due macro categorie:

1. **sistemi tecnico-informatici**, in cui sono inclusi hardware e software ma non gli operatori e i processi operazionali, dove sono presenti le **proprietà emergenti**, dipendenti dalle sue componenti e le relazioni tra esse, misurabili soltanto sul sistema finale.
Inoltre i sistemi tecnici sono non-deterministici, in quanto dato lo stesso

input non è detto che restituisca lo stesso output, in quanto il risultato è spesso dipendente dal comportamento degli operatori umani.

2. **sistemi socio-tecnici**, comprendente uno o più sistemi tecnici, assieme ai processi operazionali e agli operatori, sono fortemente condizionati da politiche aziendali e regole.

I sistemi Socio-tecnici sono sistemi pensati per raggiungere obiettivi aziendali o organizzativi e bisogna comprendere a fondo l'ambiente organizzativo nel quale un certo sistema è usato.

Vediamo qualche proprietà emergente:

- **volume:** il volume di un sistema varia a seconda di come sono disposti e collegati i componenti che lo formano.
- **affidabilità:** l'affidabilità del sistema dipende dall'affidabilità dei suoi componenti, ma interazioni impreviste possono produrre nuovi fallimenti e quindi influenzare l'affidabilità dell'intero sistema
- **protezione:** la protezione del sistema è una proprietà complessa che non può essere facilmente misurata, in quanto in futuro potrebbero essere inventati nuove modalità di accesso e/o attacco che rendono meno protetto il software.
- **riparabilità:** questa proprietà riflette la facilità con cui è possibile correggere un problema e ciò dipende dalla possibilità di diagnosticare il problema e soprattutto di accedere, modificare o sostituire i componenti difettosi.
- **usabilità:** questa proprietà mostra la facilità d'uso del sistema e dipende dai componenti del sistema tecnico, dai suoi operatori e dal suo ambiente operativo.

Oltre a questi sistemi software standard, sono presenti i **sistemi critici**, in cui fondamentalmente non sono ammessi errori e malfunzionamenti altrimenti causano dei gravi problemi se non morti, per questo le specifiche avvengono in linguaggio il più possibile formale possibile e usano un modello di sviluppo a cascata, inefficiente per gli altri sistemi software.

Abbiamo tre esempi di sistemi critici:

1. **sistemi safety-critical** dove i fallimenti comportano rischi ambientali o perdite di vite umane, come ad esempio un sistema di controllo per un impianto chimico.

2. **sistemi mission-critical** dove i fallimenti possono causare il fallimento di attività a obiettivi diretti, come un sistema di navigazione di un veicolo spaziale.
3. **sistemi business-critical** dove i fallimenti possono risultare in perdite di denaro sostenute, come ad esempio un sistema bancario.

I fallimenti di un software, sia che fossero piccoli che grandi, possono essere di diversi tipi:

- **fallimenti hardware**, errori di progetto, produzione o "consumo"
- **fallimenti software**, errori di specifica, progetto, implementazione
- **errori operativi**, errori commessi da operatori umani (forse una delle maggiori cause di fallimenti)

Nei sistemi critici, generalmente la fidatezza è la più importante proprietà del sistema in quanto si ha un alto costo dei fallimenti ed esso riflette il livello di confidenza che l'utente ha verso il sistema, cosa leggermente diversa dall'utilità, ossia la sicurezza di non avere problemi e/o intrusioni da parte di persone esterne.


Il costo dei fallimenti nei sistemi critici è così alto che i metodi di ingegneria del software non sono cost-effective per cui si utilizza un modello a cascata, in quanto si devono fare prima tutte le analisi, prima di poter implementare e testare il sistema e soprattutto si spende un sacco di soldi per il testing e le analisi per convalidare la fidatezza necessaria da raggiungere.

2.1 Modelli di Processo

Il modello di un processo software è una rappresentazione semplificata del processo, basata su un aspetto specifico:

- **modello a flusso di lavoro (Workflow)** per una sequenza di attività
- **modello a flusso di dati (Data-flow)** per il flusso delle informazioni
- **modello ruolo/azione (role/action)** per decidere i vari ruoli

si hanno poi tre modelli generici:

1. **modello a cascata (waterfall)**: modello in cui le diverse fasi, come si nota nella figura  Figura 2.1, avvengono in sequenza, dove i problemi e/o mancanze di interpretazioni si notano verso la fine dello sviluppo, nella

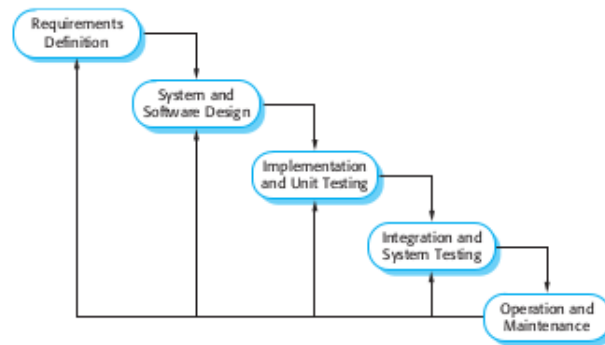


Figura 2.1: Modello a cascata fig:wf

fase di test e/o consegna, e ciò comporta una modifica di una o più fasi precedenti dello sviluppo, con notevoli aggravii di costi e tempestiche. È stato il primo modello di sviluppo, ma a partire dagli anni 90 si comprese che la maggioranza dei fallimenti dei software era da imputare al fatto di cercare di definire tutti i requisiti prima di sviluppare, cosa che è difficile da fare in maniera efficace in sistemi variabili nel tempo, come quasi tutti i sistemi software da sviluppare e/o già sviluppati. Vediamo una spiegazione più dettagliata:

- **Requirements analysis and definition:** si stabiliscono servizi, limiti e fini del software consultandosi col cliente
 - **System and software design:** si stabilisce un'architettura di sistema complessiva stabilendo l'hardware e il software necessario
 - **Implementation and unit testing:** si sviluppano le unità di test e si verifica che ogni parte del software risponda alle specifiche richieste presa singolarmente
 - **Integration and system testing:** si testa il software nella sua interezza, si verifica che il software rispetti ogni requisito e infine si consegna il prodotto al cliente
 - **Operation and maintenance:** una volta che il prodotto è stato consegnato si provvede a mantenerlo, risolvendo eventuali errori e aggiungendo eventuali funzionalità, soddisfacendo eventuali nuovi requisiti. Potrebbe non essere uno step presente ogni volta
2. **modello iterativo (Iterative development):** modello in cui le fasi di sviluppo avvengono nel corso del tempo, senza effettuare prima tutta la progettazione e poi l'implementazione, sviluppando versioni sempre più definite del software, portando subito in risalta i problemi e/o le

mancate interpretazioni del sistema da sviluppare.

Prevede diverse implementazioni di questo modello, come ad esempio l'UP, lo Scrum e la modellazione agile, in cui il concetto di fondo è quello di conoscere, sviluppare e progettare il sistema a passi successivi, al fine di avere ad ogni passo un sottoinsieme del sistema già funzionante e questo permette di poter reagire ai cambiamenti dei requisiti e permettere una manutenzione mantenibile nel tempo.

3. ingegneria del Software basata sui componenti (CBSE)

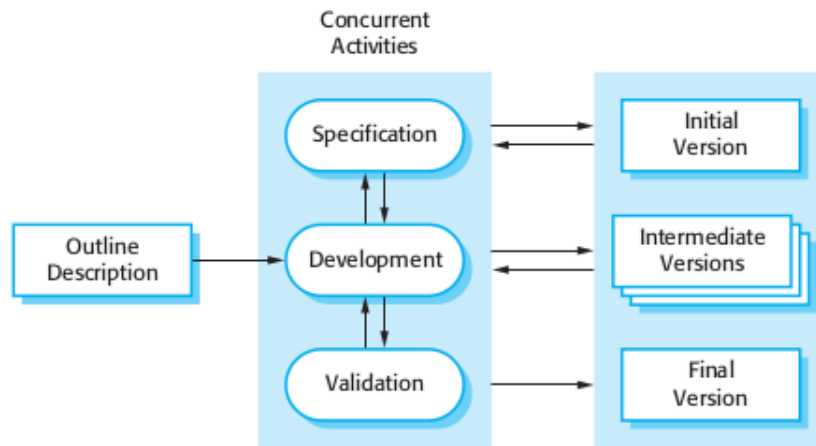


Figura 2.2: sviluppo incrementale `fig:inc`

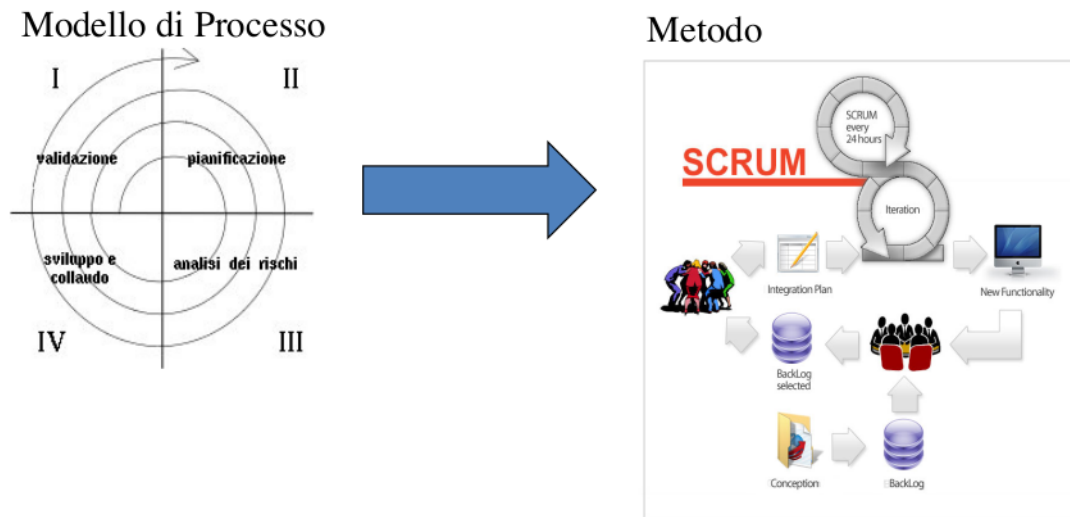
Sviluppo incrementale

Lo sviluppo incrementale si basa sull'idea di sviluppare un'implementazione iniziale del software che viene revisionata dai futuri utenti dello stesso. Si procede nella stessa maniera con ulteriori versioni fino a giungere ad un'implementazione finale. Quindi sviluppo, indicato in figura `Fig:inc` Figura 2.2 e consegna sono strutturati in una sequenza di incrementi, ognuno delle quali corrisponde a parte delle funzionalità richieste, con ovviamente un ordine di priorità dato dal cliente (le prime parti conterranno le funzionalità principali del software). Lo sviluppo incrementale ha 3 vantaggi principali rispetto al modello a cascata:

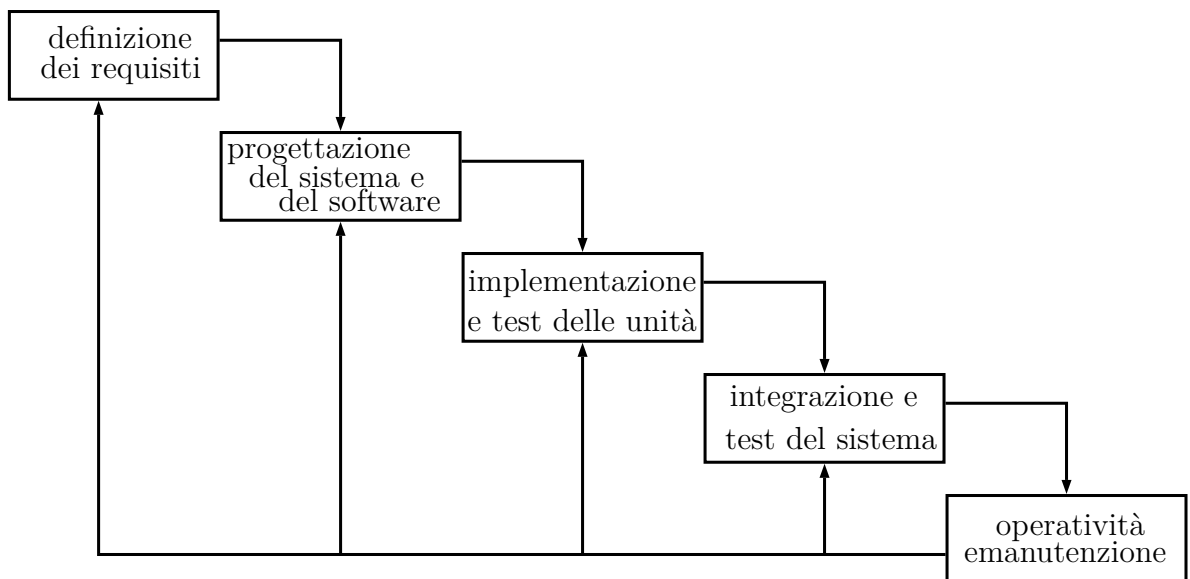
1. si riduce il costo relativo al cambio di specifiche del cliente, riducendo anche la quantità di analisi e documentazione che andrebbe rielaborata
2. si hanno feedback costanti sullo sviluppo grazie alla continua prova diretta delle varie implementazioni
3. si può fornire gradualmente al cliente un software funzionante anche se privo di alcune features, di modo che possa usare parte del software ben prima del suo completo sviluppo

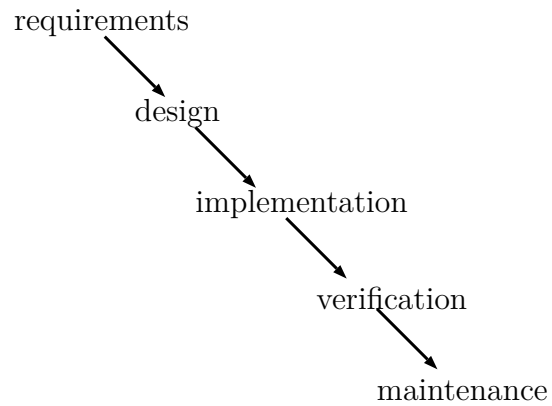
Inoltre i rischi di fallimento si abbassano e i servizi a priorità più alta sono testati più a fondo. Del resto questo modello può essere rallentato facilmente da problemi burocratici. Inoltre il processo di sviluppo è più difficile da controllare da parte di un manager e il continuo aggiungere features può danneggiare l'architettura generale del software **pagina 34**

I metodi di ingegneria del software sono l'implementazione dei seguenti modelli generici, e nella maggioranza si utilizza un modello iterativo, al fine di rendere incrementale lo sviluppo e ridurre il rischio di fallimento del progetto.



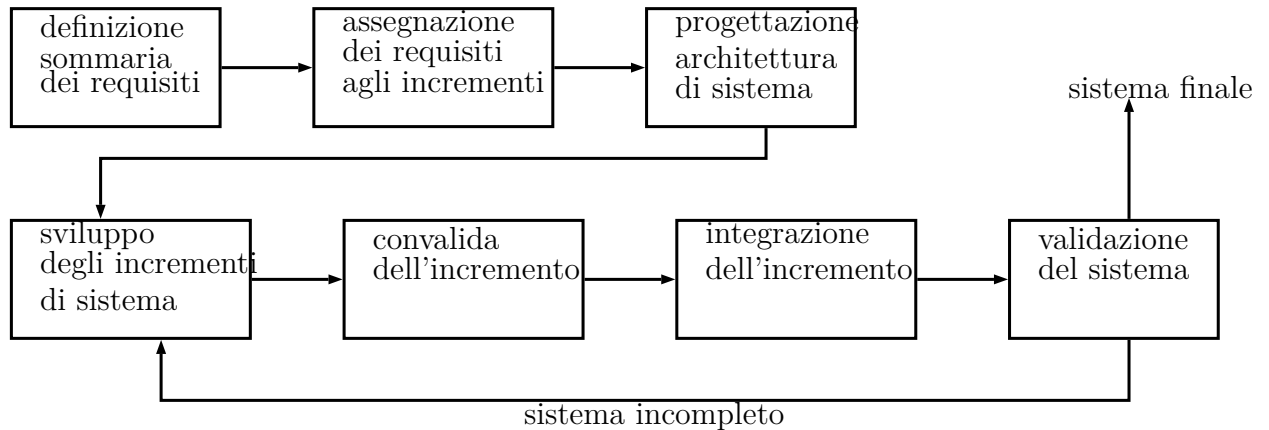
si ha il seguente feedback del modello a cascata:





Invece di rilasciare il sistema in una singola consegna, sviluppo e consegna sono strutturati in una sequenza di incrementi, ognuno dei quali corrispondenti a parte delle funzionalità richieste. Questa è la **consegna incrementale**. requisiti utente sono ordinati per priorità, i requisiti ad alta priorità sono inclusi nei primi incrementi.

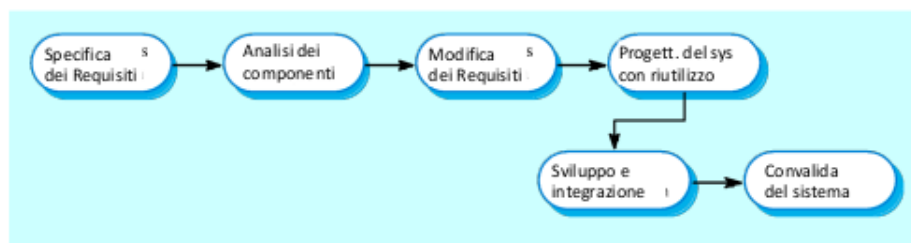
Una volta che lo sviluppo di un incremento inizia, i requisiti sono congelati; invece possono evolvere i requisiti per gli incrementi successivi:



Con la consegna incrementale si hanno i seguenti vantaggi:

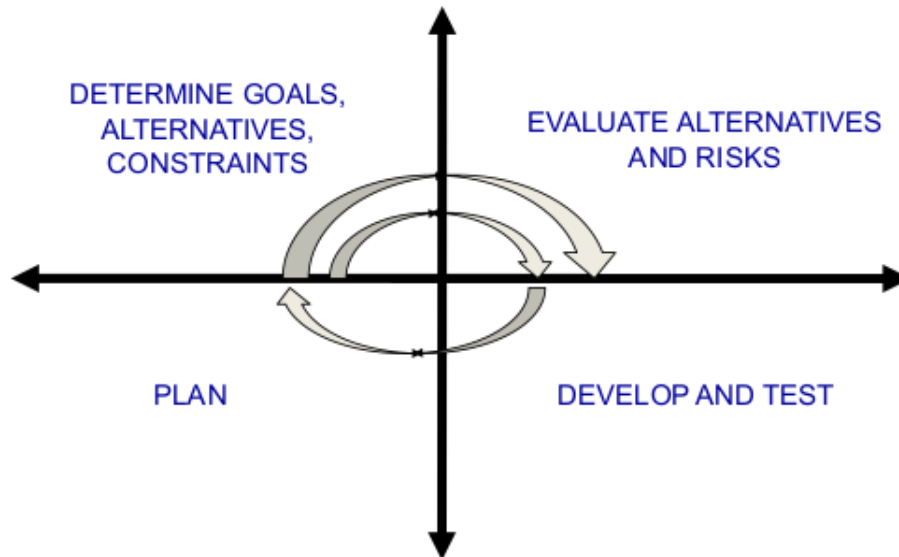
- funzioni utili per il cliente possono essere rilasciate ad ogni incremento, quindi alcune funzionalità di sistema sono disponibili sin dai primi incrementi
- i primi incrementi rappresentano dei prototipi che supportano la scoperta dei requisiti per i successivi incrementi
- i rischi di fallimento si abbassano
- i servizi a priorità più alta tendono ad essere collaudati più a fondo

Se si ha che i requisiti vengono scoperti attraverso lo sviluppo si ha lo **sviluppo evolutivo**. Si usano prototipi che poi non verranno utilizzati nel corso del progetto vero e proprio

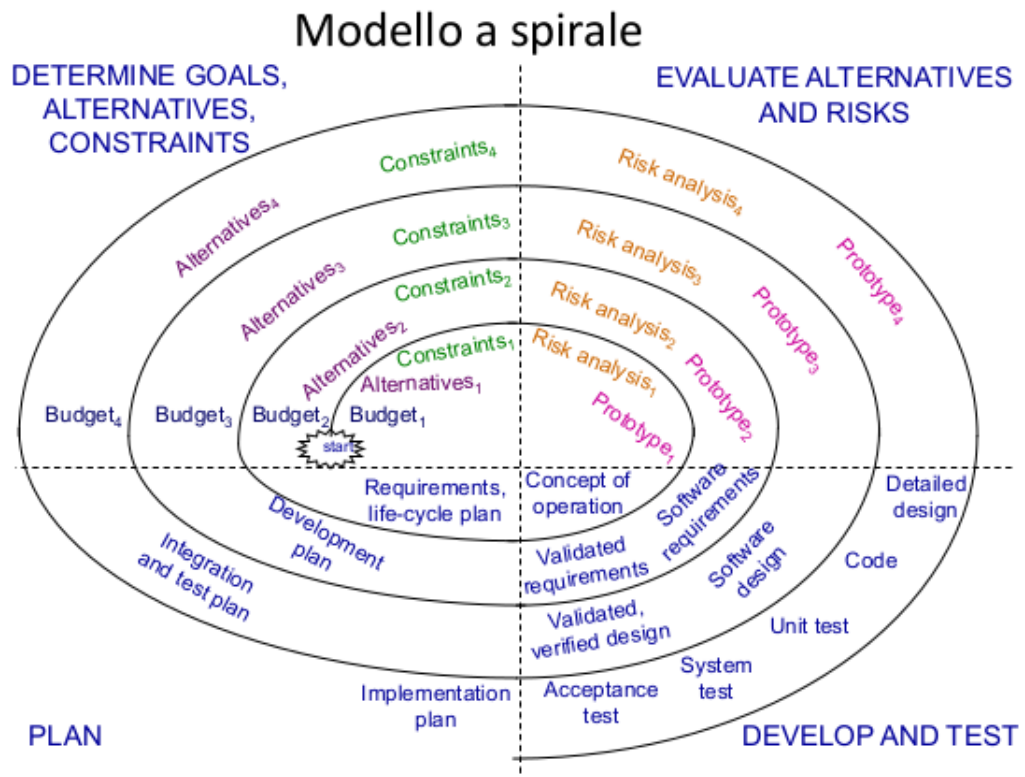


Si ha ingegneria del software basata su componenti se si hanno già librerie su cui lavorare.

Passiamo al primo modello iterativo, quello di B. Boehm.



si parte dal quadrante in alto a sinistra e si arriva al prodotto finale mediante una serie di iterazioni. Si sceglie ovviamente la soluzione più sicura. I vari passaggi sono qui rappresentati:



2.2 Modello UP

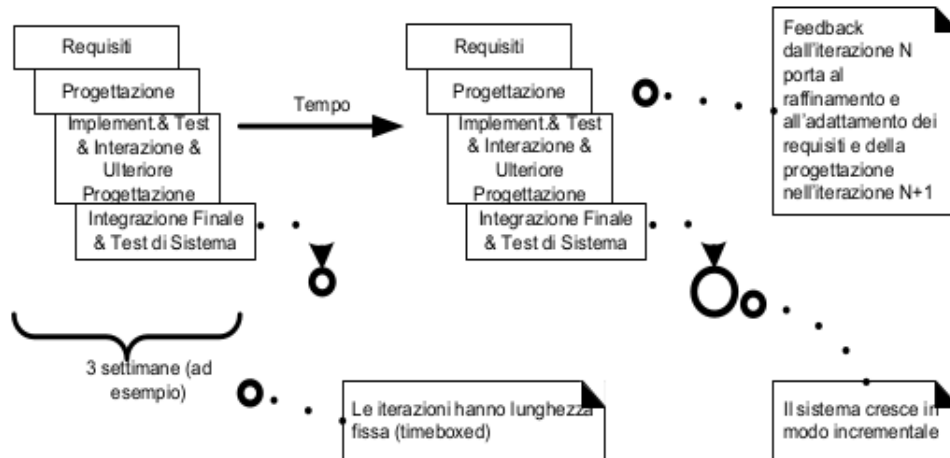
Il metodo di modellazione UP (Unified Process), conosciuto anche come RUP (Rational Unified Process), è un processo iterativo molto diffuso per lo sviluppo software, in cui sono presenti degli elementi tratti da altri metodi, come Extreme Programming, Scrum e così via.

Lo sviluppo iterativo si ha nei modelli agili, che si basano sulla **consegna incrementale**. Si hanno iterazioni brevi e timeboxed, con un raffinamento evolutivo di piani, dei requisiti e del progetto. Questi metodi favoriscono la collaborazione nei gruppi e la riduzione dei costi.

2.2.1 Modello UP o RUP

Il metodo UP, *unified process*, conosciuto anche come RUP, *Rational Unified Process*, usa la notazione UML, *unified modeling language* ed è uno dei più importanti modelli agili. È un processo iterativo e incrementale. Si basa sulla suddivisione di un grande processo in iterazioni controllate. Si hanno

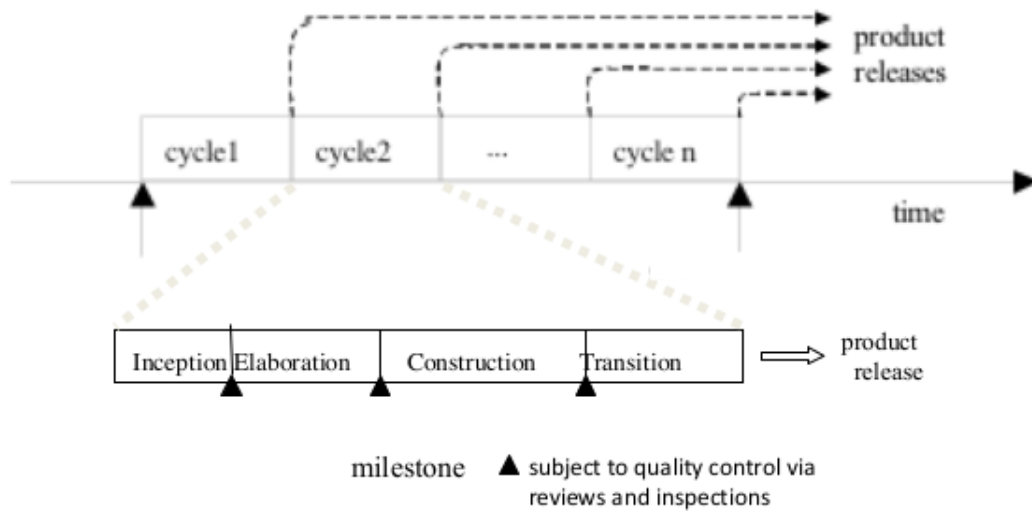
passi piccoli, timeboxed da 2 a 6 settimane, feedback rapido e adattamento, di requisiti, modelli, stime di sviluppo e costi e priorità.



Si hanno 4 fasi nel modello RUP:

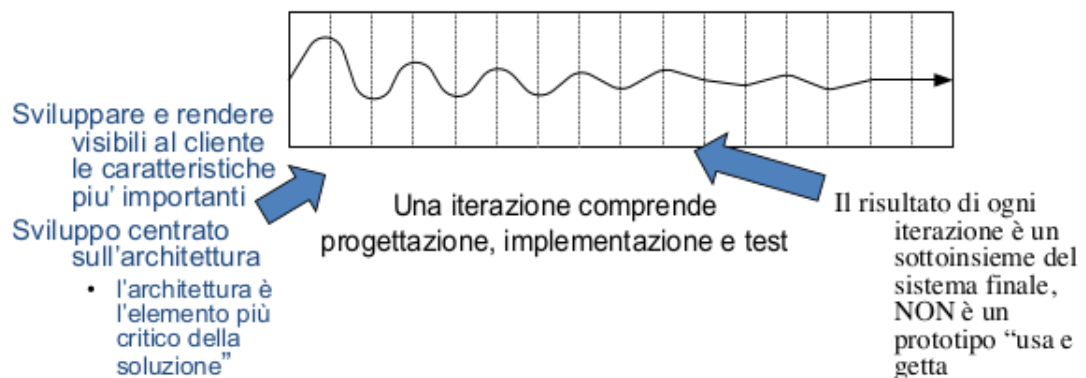
1. **avviamento:** dove viene stabilita la bussines rationale del progetto e stabiliti gli obiettivi, stime dei costi e dei tempi. Si ha uno studio di fattibilità, *Life-Cycle Objective Milestone*
2. **elaborazione:** dove si raccolgono i requisiti in modo più dettagliato, si procede con l'analisi ad alto livello per stabilire l'architettura di base e vengono analizzati i rischi principali. Si hanno stime più affidabili: *Life-Cycle Architecture Milestone*
3. **costruzione** che consiste di molte iterazioni, e ad ogni iterazione viene costruita una parte del sistema che soddisfa un sottoinsieme di requisiti. Viene effettuato il testing e l'integrazione. Si ha la preparazione al rilascio: *Initial Operational Capability Milestone*
4. **transizione:** dove vengono affrontati tutti gli aspetti legati al fine-tuning delle funzionalità, prestazioni, qualità, beta-testing, ottimizzazione, formazione degli utenti,... È la *Product Release Milestone*

Ogni ciclo è un incremento

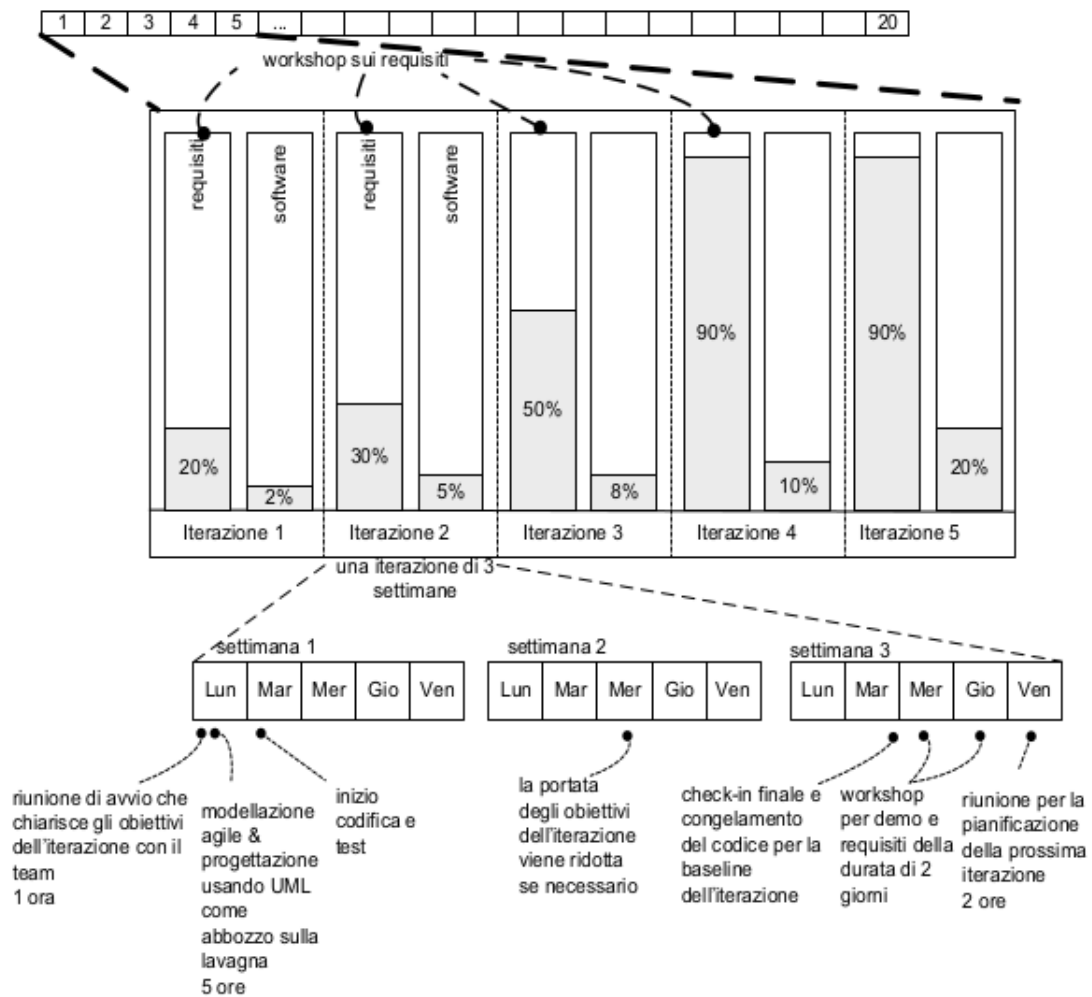


Si hanno i seguenti vantaggi dello sviluppo iterativo:

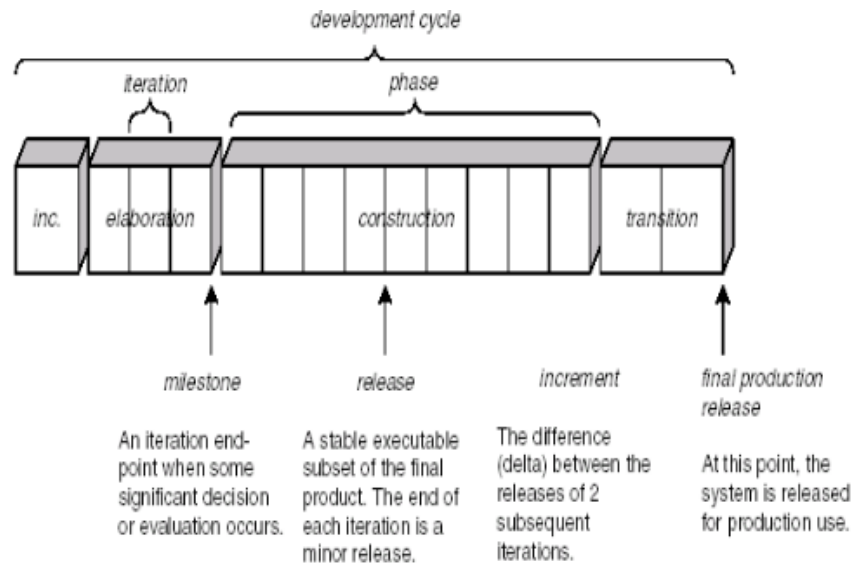
- minore chance di fallimento del progetto
- riduzione precoce dei rischi
- progresso visibile
- feedback precoce e coinvolgimento dell'utente
- "abbracciare il cambiamento"



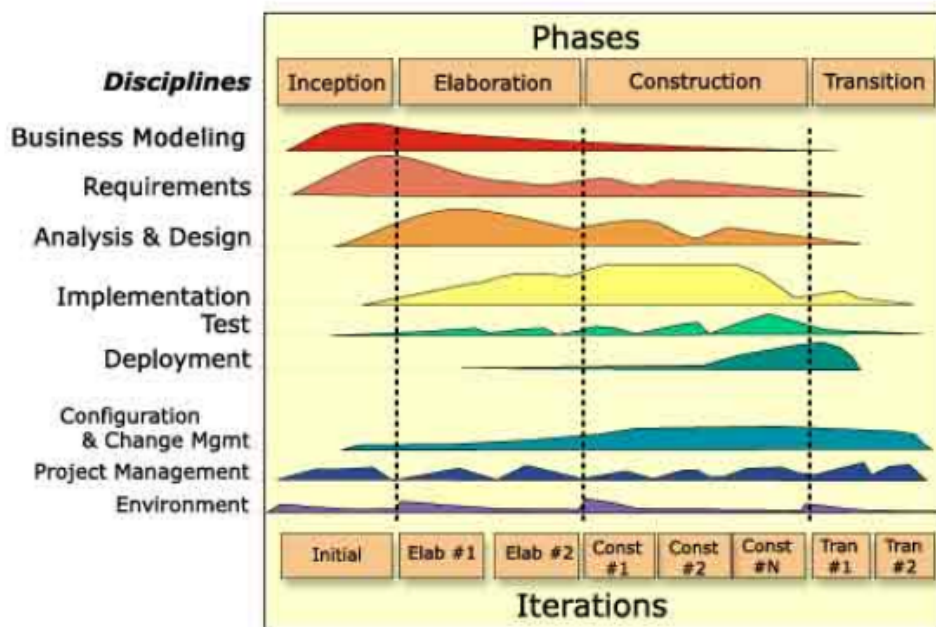
Vediamo un esempio con 5 iterazioni:



vediamo un'altra rappresentazione del ciclo di sviluppo:



vediamo anche un'immagine per rappresentare l'organizzazione del processo, con fasi, iterazioni e "discipline":

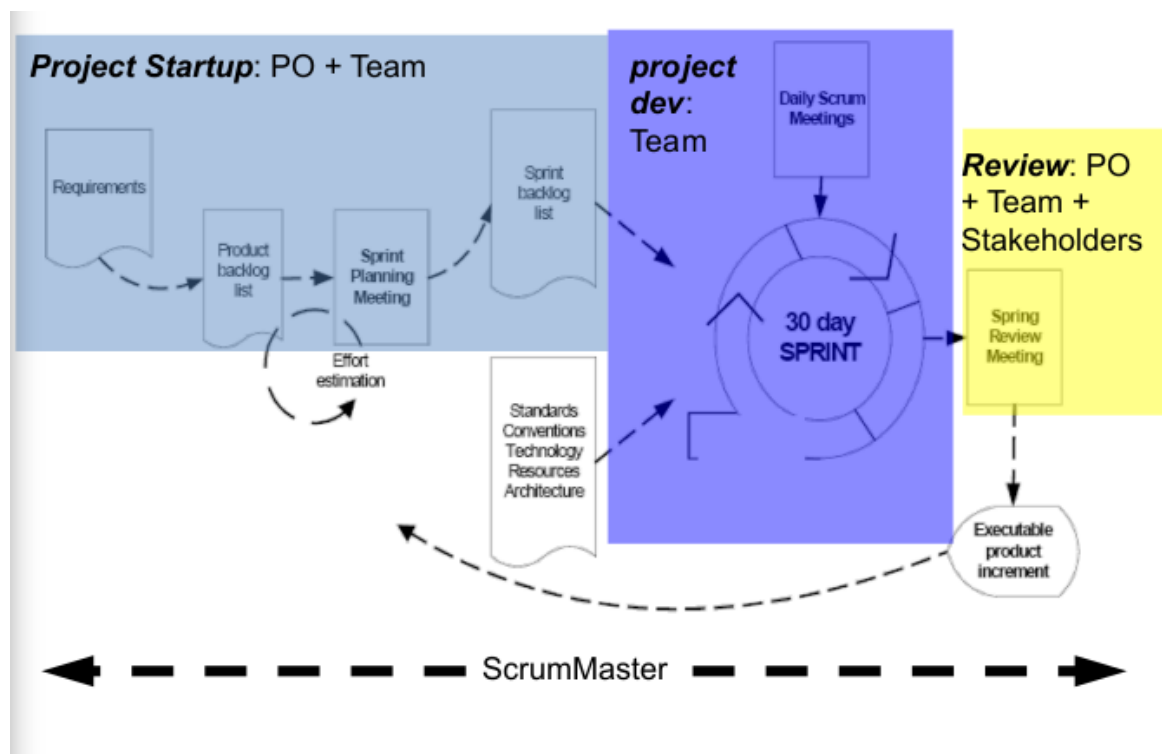


tra le discipline troviamo analisi e progettazione. Si hanno le seguenti caratteristiche principali per l'UP:

- è iterativo e incrementale
- si enfasi sul modello invece che sul linguaggio naturale
- è centrato sull'architettura

2.2.2 Processo Scrum

Iniziamo con un'immagine che rappresenta questo metodo agile:



È un processo iterativo basato sul controllo dello stato di avanzamento. Si hanno i seguenti principi fondamentali:

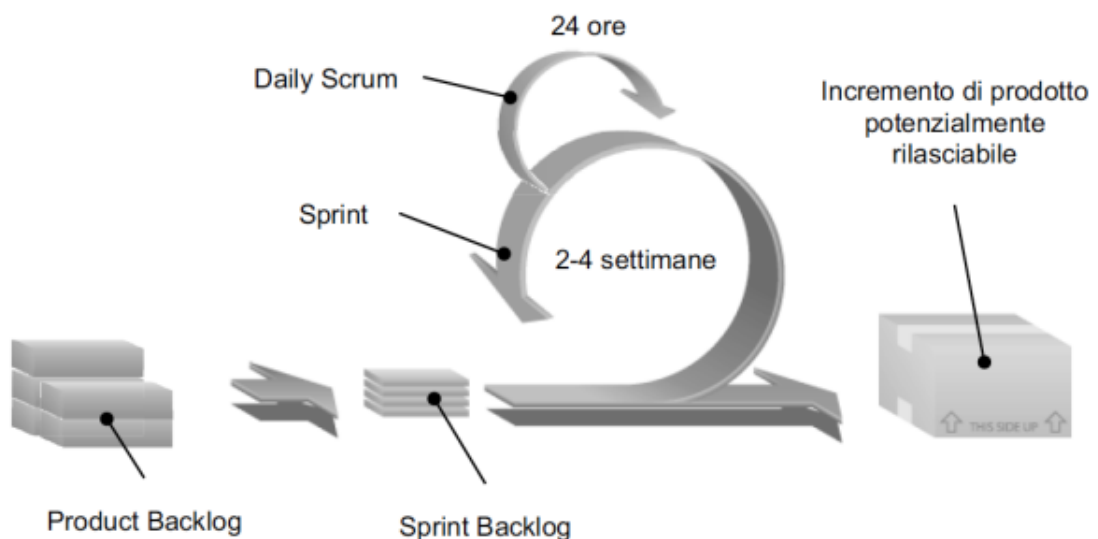
- **visibilità:** gli aspetti significativi del processo di sviluppo devono essere visibili a tutti e tutti gli aspetti devono essere chiari
- **ispezione:** poter ispezionare frequentemente il lavoro fatto per verificare che si sta procedendo verso gli obiettivi posti

- **adattamento**, se si sta deviando dagli obiettivi, occorre un adattamento per minimizzare altre deviazioni. Deve essere svolto nel minor tempo possibile in caso di necessità

Si hanno i seguenti ruoli:

- **product owner** che si occupa della definizione delle caratteristiche del progetto da sviluppare (1 sola persona, e.g. committente, o altri...); gestisce il Product Backlog. Lavora costantemente col team
- **team**: dedicato allo sviluppo e rilascio del prodotto attraverso incrementi successivi (da 3 a 7/8 membri)
- **scrum master**: responsabile che lo SCRUM venga applicato correttamente. Non è un project manager, fa da intermezzo tra team e product owner, collabora col team etc

Ecco un'immagine che rappresenta lo sviluppo con Scrum:



SI hanno quindi:

- releases brevi con sottoinsiemi consegnati velocemente
- in ogni istante si hanno test eseguibili, non si ha logica duplicata e si ha un numero minimo di features
- si ha *refactoring* con miglioramento continuo

- si un testo continuo e automatico, *testing first*
- si hanno due sviluppatori che lavorano insieme, *pair programming*
- il codice è proprietà del team e non del singolo dev, *collective owbership*
- si hanno check-in frequenti e integrazioni continue, *continuous integration*
- il cliente lavora col team

I **requisiti** sono una descrizione dei servizi del sistema e dei suoi vincoli operativi. Si hanno due tipi di requisiti:

- **requisiti utenti:** affermazioni in linguaggio naturale, corredate da tabelle e diagrammi, riguardanti i servizi che il sistema offre ed i vincoli operazionali. Sono scritti per i clienti e sono da loro comprensibili anche se non hanno conoscenze tecniche dettagliate.
- **requisiti di sistema:** un documento strutturato che definisce in modo dettagliato le funzioni del sistema, i servizi ed i vincoli operazionali. Definisce cosa deve essere implementato, quindi può essere parte del contratto tra acquirente e sviluppatore. È la base del progetto della soluzione e può essere illustrato utilizzando i **modelli di sistema**.

i requisiti possono avere 3 problemi:

- **ambiguità:** il sistema fornisce visualizzazioni appropriate per leggere i documenti
- **incompletezza:** i requisiti devono descrivere tutti i servizi forniti dal sistema (anche se in realtà tutto ciò è impossibile, per questo esistono i cambiamenti)
- **inconsistenza:** le descrizioni non devono contenere conflitti o contraddizioni (anche questa cosa è difficilissima da ottenere)

SI hanno anche i **requisiti funzionali** servizi che il sistema deve (o non deve) fornire. Si hanno anche i *requisiti non funzionali*, come vincoli sui servizi temporali, standard, sull'usabilità etc... I requisiti non funzionali possono essere più critici dei requisiti funzionali: **se non sono soddisfatti il sistema è spesso inutilizzabile**. Si hanno alcuni requisiti non funzionali:

- **prodotto:** specificano che il prodotto deve comportarsi in un modo particolare esempi: velocità di esecuzione, affidabilità.
L'interfaccia utente sarà implementata con HTML semplice senza frames e applets
- **organizzativi:** conseguenza di politiche e procedure dell'organizzazione del cliente e dello sviluppatore. esempi: linguaggio di programmazione, metodo di sviluppo.
Il processo di sviluppo e la relativa documentazione sarà conforme alle norme XYZCo-SP-STAN-95
- **esterni:** provengono da fattori esterni al sistema e al processo di sviluppo. esempi: interoperabilità, leggi e norme.
Il sistema non deve rilevare agli operatori nessuna informazione personale sui clienti oltre al nome e al numero di riferimento

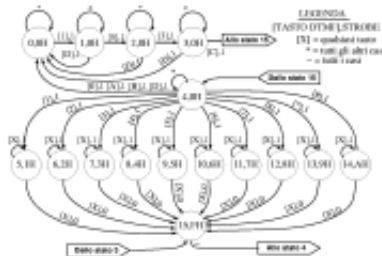


Tutto ciò perché il linguaggio naturale presenta mancanza di chiarezza, ambiguità, confusione etc... Esistono alternative:



Linguaggio
naturale
strutturato

Modello
visuale
informale



Modello
visuale
formale

Specifica
testuale
formale

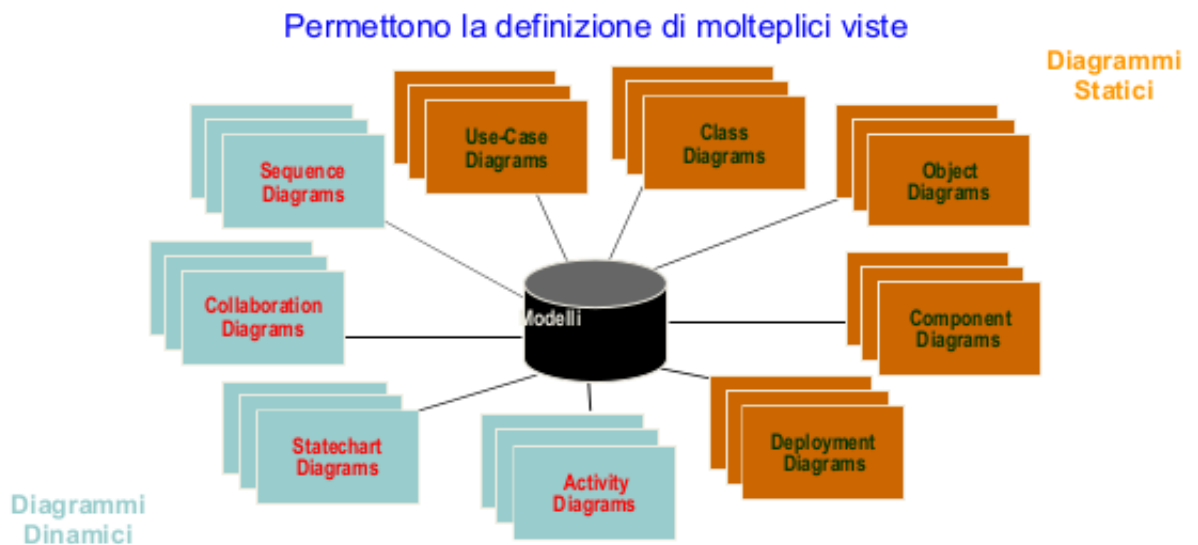
```

BirthDate
  Incom : P NAME
  Birthday : NAME -> DATE
  Incom -> data Birthday

BirthDate
  ΔBirthDate
  name? : NAME
  date? : DATE
  name? < Incom
  Birthday? -> Birthday : [name? -> date?]
  
```

I requisiti hanno un formato standard, usano il linguaggio in modo consistente, evitano il gergo tecnico e evidenziano delle porzioni di testo per identificare le parti più importanti dei requisiti. Un esempio di standard è quello IEEE830.

I casi d'uso possono essere visualizzati con l'UML:



Capitolo 3

Analisi dei Requisiti e Casi d'uso

Si hanno i cosiddetti **casi d'uso**, che ci indicano una possibile situazione, infatti *documentano requisiti funzionali complementari alla lista dei requisiti non-funzionali punto di partenza per analisi e progettazione*. Si hanno i seguenti elementi fondamentali dei casi d'uso:

- **attori**, divisi in:
 - **attore primario**: raggiunge degli obiettivi utente utilizzando i servizi del sistema
 - **attore di supporto**: offre un servizio, spesso è un sistema informatico, ma può essere anche una organizzazione o una persona
 - **attore fuori scena**: ha un interesse nel caso d'uso, ma non è né un attore primario né di supporto
- **scenari**

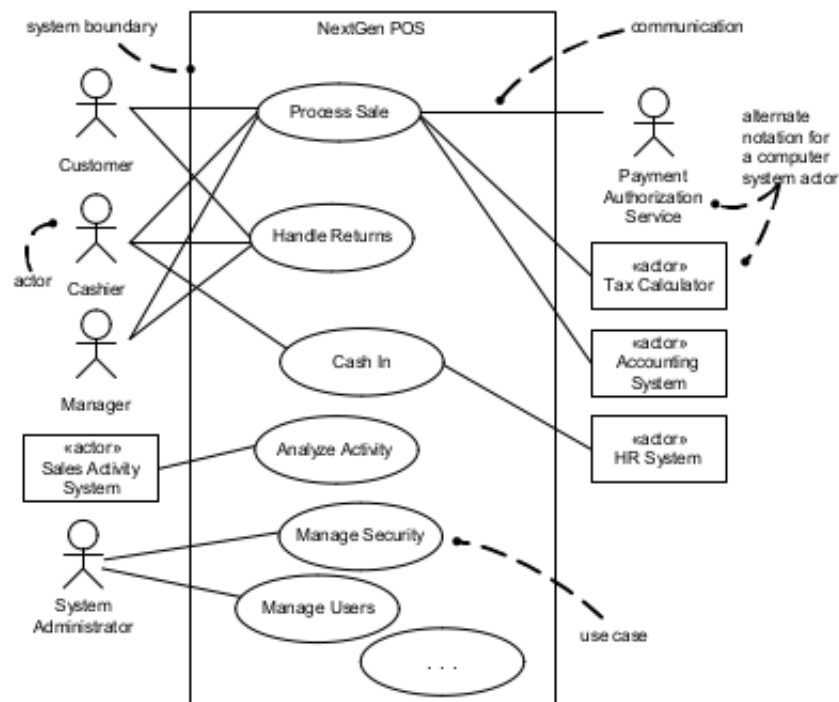
qualora manchino scenari alternativi si ha il cosiddetto **formato informale**. Nello studio dei casi d'uso bisogna concentrarsi sullo scopo dell'autore e su cosa deve fare effettivamente il sistema (*responsabilità*). Bisogna ignorare invece l'interfaccia utente e come effettivamente lo fa il sistema.

Si hanno i cosiddetti 3 test:

- **test del capo**: *Il capo chiede: "Cosa avete fatto tutto il giorno?" Voi rispondere con il nome del caso d'uso. Sarà soddisfatto?*
- **test EBP (*Elementary Business Process*)**: *attività che aggiunge un valore di business misurabile e lascia i dati in uno stato coerente*

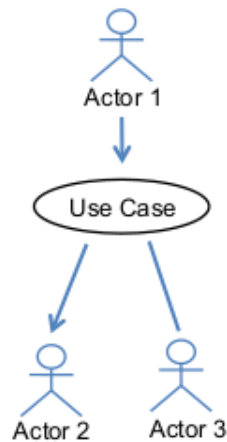
- **test della dimensione:** > 1 azione (da 3 a 10 pagine nel formato dettagliato)

Attività secondari e piccoli passi possono diventare casi d'uso per evitare le ripetizioni del testo, in questo caso i tre test possono essere violati. I diagrammi, con il nome del caso d'uso, le relazioni e gli attori, sono secondari, **i casi d'uso sono documenti di testo**. Vediamo un esempio:



Le **associazioni** sono un canale di comunicazione tra attore e caso d'uso. Sono rappresentate:

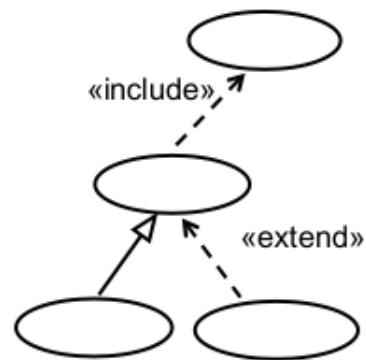
- **una linea direzionata** per specificare chi da inizio all'iterazione
- **una linea semplice** per indicare che entrambe le parti possono dare inizio all'iterazione



Include (Inclusione)

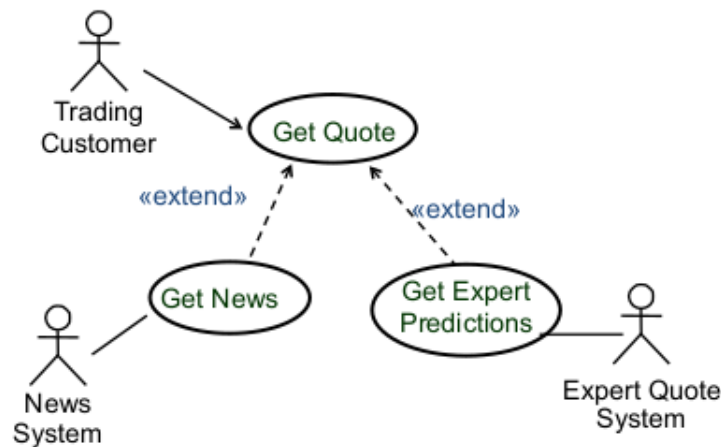
Extend (Estensione)

Generalization (Generalizzazione)



L'**include** è una relazione tra un caso d'uso base ed un caso d'uso incluso nel caso d'uso base il cui comportamento definito nel caso d'uso *inclusion* esplicitamente incluso nel caso d'uso base. Per l'*include* si ha che il caso d'uso è eseguito completamente quando viene raggiunto il punto di inclusione.

L'**extend** connette un caso d'uso esteso ad un caso d'uso base. Aggiunge varianti ad un caso d'uso base. Viene inserito solo se la condizione di estensione è vera. Estensione inserite solo in corrispondenza degli *extension point*.



Get Quote Use Case

Basic Flow:

1. Include "Identify Customer" to verify customer's identity.
2. Display options.
3. Customer selects "Get Quote."
4. Customer gets quote.
5. Customer gets other quotes.
6. Customer logs off.
- A1. Quote System unavailable
- ...

Extension Points:

The "Optional Services" extension point occurs at Step 3 in the Basic Flow and Step A1.7 in Quote System Unavailable alternative flow.

Get News Use Case

This use case extends the Get Quote Use Case, at extension point "Optional Services."

Basic Flow:

1. If Customer selects "Get News," the system asks customer for time period and number of news items.
2. Customer enters time period and number of items. The system sends stock trading symbol to News System, receives reply, and displays the news to the customer.
3. The Get Quote Use Case continues.

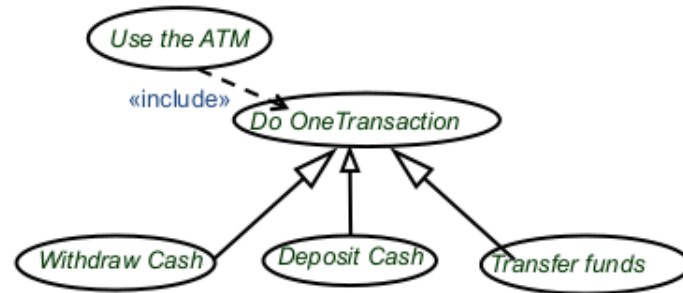
A1: News System Unavailable

A2: No News About This Stock

...

Per l'*include* si ha che caso d'uso esteso è eseguito quando il punto di estensione è raggiunto e la condizione di estensione è vera.

Un caso d'uso base è una **generalizzazione** di un caso d'uso child. Viene eseguito se la condizione di generalizzazione è vera. La generalizzazione è puramente concettuale, non ci sono regole da seguire, come ad esempio l'utilizzo di punti di estensione:



La *generalizzazione* collega un attore child ad un attore parent. Gli attori child partecipano a tutti i casi d'uso in cui partecipano il parent:

