



Ingegneria dei requisiti



Anno accademico 2016/17
Ingegneria del Software

Tullio Vardanega, tullio.vardanega@math.unipd.it

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova 1/36



Ingegneria dei requisiti

Definizioni – 2

V & V = Qualifica

- **Verifica**
 - **Accertare che l'esecuzione delle attività di processo non abbia introdotto errori**
 - *Did I build the system right?*
 - **Rivolta ai processi**
 - Viene svolta sui loro prodotti per accertare il rispetto di regole, convenzioni e procedure
- **Validazione**
 - **Accertare che il prodotto realizzato corrisponda alle attese**
 - *Did I build the right system?*
 - **Rivolta ai prodotti finali**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova 3/36



Ingegneria dei requisiti

Definizioni – 1

- **"Requisito" secondo il glossario IEEE**
 1. **Condizione (*capability*) necessaria a un utente per risolvere un problema o raggiungere un obiettivo**
 - *Visione dal lato del bisogno*
 2. **Condizione (*capability*) che deve essere soddisfatta o posseduta da un sistema per adempiere a un obbligo**
 - *Visione dal lato della soluzione*
 3. **Descrizione *documentata* di una condizione (*capability*) come in 1 o 2**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova 2/36



Ingegneria dei requisiti

Attività necessarie – 1

- **Analisi**
 - Studio dei bisogni e delle fonti
 - Classificazione dei requisiti
 - Modellazione concettuale del sistema (*visione Use Case*)
 - Assegnazione dei requisiti a parti distinte del sistema
 - Negoziazione con il committente e con i sotto-fornitori
- **Piano di qualifica (V&V)**
 - Definizione delle strategie di verifica
 - Scelta dei metodi, tecniche e procedure da usare per la validazione

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova 4/36

 Ingegneria dei requisiti

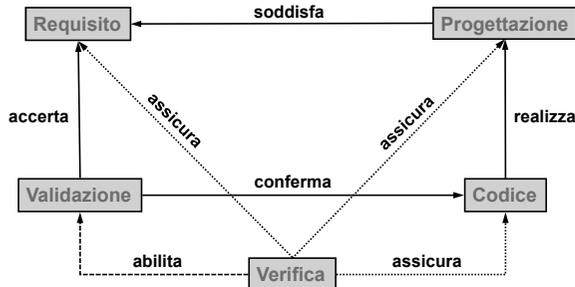
Approfondendo l'analisi

- ❑ **Studio dei bisogni e delle fonti**
 - Propedeutico a identificazione, specifica e classificazione dei requisiti
- ❑ **Modellazione concettuale del sistema**
 - Partizionamento in componenti (ambiti) a scopo di allocazione dei requisiti (con **diagrammi dei casi d'uso**)
 - **Non** è progettazione della soluzione ma cattura il punto di vista dell'attore sulla parte di sistema di interesse
- ❑ **Ripartizione dei requisiti a parti del sistema**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova 5/36

 Ingegneria dei requisiti

Tracciamento dei requisiti



```
graph TD; R[Requisito] -- soddisfa --> P[Progettazione]; P -- realizza --> C[Codice]; C -- conferma --> V[Validazione]; V -- abilita --> V2[Verifica]; V2 -- assicura --> C; V2 -- assicura --> R; P -- assicura --> R; P -- assicura --> C;
```

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova 7/36

 Ingegneria dei requisiti

Processi di supporto implicati

- ❑ **Documentazione**
 - Per raccogliere i risultati dello **studio di fattibilità**
 - Per specificare i requisiti
- ❑ **Gestione e manutenzione dei prodotti**
 - **Tracciamento dei requisiti**
 - **Impostazione e gestione della configurazione**
 - La prima *baseline* riguarda i requisiti
 - **Gestione dei cambiamenti**
 - Ha bisogno di regole, procedure e strumenti di versionamento

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova 6/36

 Ingegneria dei requisiti

Prodotti attesi

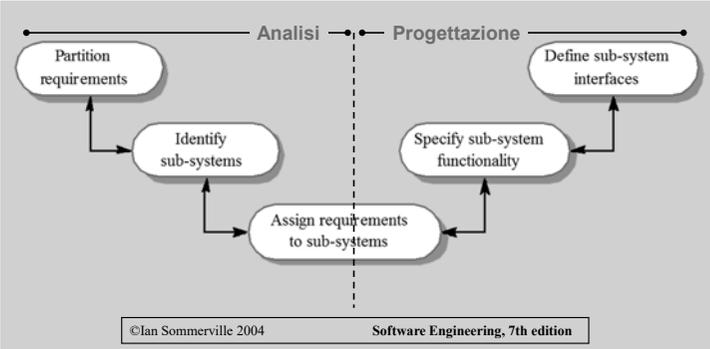
- ❑ **Dall'analisi dei bisogni e delle fonti**
 - **Definizione dei bisogni (prima di utente e poi di sistema)**
 - **Capitolato d'appalto** (responsabilità del cliente)
 - A livello sistema i bisogni del cliente sono visti come requisiti contrattuali
 - **Specifica dei requisiti (prima di sistema e poi SW)**
 - **Studio di Fattibilità** (da qui in poi responsabilità esclusiva del fornitore)
 - **Analisi dei Requisiti**
- ❑ **Dalla ripartizione dei requisiti**
 - **Modellazione concettuale del sistema SW con prima caratterizzazione architeturale dei componenti**
 - **Specifica Tecnica**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova 8/36



Ingegneria dei requisiti

Analisi vs. Progettazione



©Ian Sommerville 2004 Software Engineering, 7th edition

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

9/36



Ingegneria dei requisiti

Approccio *object-oriented*

- ❑ **Studio di fattibilità**
- ❑ **Analisi orientata agli oggetti (OO)**
 - Dominio, glossario, requisiti
 - Uso prevalente di formalismi grafici (diagrammi "use case")
 - Continuità logica con la progettazione mediante prima identificazione delle classi
- ❑ **Progettazione *bottom-up***
 - Riuso di componenti prefabbricati
 - Realizzazione di componenti riusabili
- ❑ **Programmazione OO**
 - Più facilmente automatizzabile

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

11/36



Ingegneria dei requisiti

Approccio funzionale

- ❑ **Studio di fattibilità**
- ❑ **Analisi dei requisiti**
 - Dominio, glossario, requisiti
 - Uso prevalente di linguaggio naturale
 - Limitato uso di linguaggi formali o semi-formali
- ❑ **Specifica**
 - Uso di linguaggi formali o semi-formali
 - Definizione di funzioni e profilo operativo
- ❑ **Progettazione *top-down***
- ❑ **Programmazione procedurale**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

10/36



Ingegneria dei requisiti

Con modello agile



Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

12/36



Ingegneria dei requisiti

Studio di fattibilità – 1

- ❑ **Valutare rischi, costi e benefici**
 - **Nell'ottica del cliente e del fornitore**
 - Competenze richieste/disponibili, prospettive future, competizione
 - **Studio basato su dati vari e spesso incerti**
 - **Definizione e valutazione di possibili scenari**
- ❑ **Decidere se procedere**
 - **Con l'obiettivo di restare entro un costo massimo prefissato**
- ❑ **Con le conoscenze immediatamente disponibili**
 - **Senza richiedere ricerche impegnative**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova**13/36**



Ingegneria dei requisiti

Studio di fattibilità – 3

- ❑ **Valutazione delle scadenze temporali**
 - **Risorse disponibili rispetto a quelle necessarie**
- ❑ **Valutazione delle alternative**
 - **Scelte architettoniche**
 - Esempi: sistema centralizzato o distribuito; modello *client-server*, ...
 - **Strategie realizzative**
 - *"Make or buy"*; riuso o sviluppo ex-novo
 - **Strategie operative**
 - Avvio, esercizio e manutenzione del sistema
 - Formazione e assistenza utenti

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova**15/36**



Ingegneria dei requisiti

Studio di fattibilità – 2

- ❑ **Fattibilità tecnico-organizzativa**
 - **Strumenti per la realizzazione**
 - **Soluzioni algoritmiche e architettoniche**
 - **Piattaforme idonee per l'esecuzione**
- ❑ **Rapporto costi/benefici**
 - **Confronto tra il mercato attuale e quello futuro**
 - **Costo di produzione vs. redditività dell'investimento**
- ❑ **Individuazione dei rischi**
 - **Complessità e incertezze**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova**14/36**



Ingegneria dei requisiti

Tecniche di analisi – 1

- ❑ **Analisi dei bisogni e delle fonti**
 - **Studio del dominio**
 - Con osservazione dei comportamenti dell'utente finale e dell'ambiente d'uso
 - **Interazione con il cliente**
 - Interviste
 - Generazione, analisi e discussione di scenari
 - **Discussioni creative**
 - *Brainstorming* (con o senza il cliente)
 - **Prototipazione**
 - Interna (per il fornitore)
 - Esterna (per il cliente)

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova**16/36**

Ingegneria dei requisiti

Tecniche di analisi – 2

- ❑ **Comprensione del dominio d'uso**
 - A quali bisogni risponde il prodotto atteso
 - Quali problematiche d'uso comporta
- ❑ **Acquisizione delle competenze**
 - Documentazione preesistente
 - Interviste agli utenti potenziali
 - Studio delle soluzioni esistenti
- ❑ **Consolidamento del glossario**
 - Raccoglie e definisce i termini chiave del dominio
 - Necessario per l'interazione con il committente
 - Consolidato tramite uso nelle interviste

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

17/36

Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 2

```

graph TD
    Req[Requirement] --> PR[Project requirement]
    Req --> SR[System requirement]
    Req --> PRQ[Process requirement]
    PR --> SR
    PRQ --> SR
    SR --> FR[Functional requirement]
    SR --> A[Attribute]
    SR --> C[Constraint]
    FR --> FB[Functionality and behavior]
    A --> PRQ2[Performance requirement]
    A --> SQR[Specific quality requirement]
    C --> EFR[Extra-functional requirement]
    FB --> FB_L[Functions  
Data  
Stimuli  
Reactions  
Behavior]
    PRQ2 --> PRQ2_L[Time and space bounds  
Timing  
Speed  
Volume  
Throughput]
    SQR --> SQR_L["-ilities":  
Reliability  
Usability  
Security  
Availability  
Portability  
Maintainability  
...]
    C --> C_L[Physical  
Legal  
Cultural  
Environmental  
Design & Implementation  
Interface  
...]
    
```

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

19/36

Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 1

- ❑ **Gli attributi di prodotto definiscono le caratteristiche richieste al sistema**
 - Rispondono alla domanda: cosa devo fare?
 - Requisiti funzionali, prestazionali, di qualità (di prodotto)
- ❑ **Gli attributi di processo pongono vincoli sui processi impiegati nel progetto**
 - Rispondono alla domanda: come devo farlo?
 - Requisiti di vincolo (realizzativo, normativo, contrattuale)

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

18/36

Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 3

```

graph TD
    NFR[Non-functional requirements] --> PR[Product requirements]
    NFR --> OR[Organisational requirements]
    NFR --> ER[External requirements]
    PR --> ERQ[Efficiency requirements]
    PR --> RR[Reliability requirements]
    PR --> PRQ[Portability requirements]
    OR --> IIR[Interoperability requirements]
    ER --> EQ[Ethical requirements]
    ERQ --> UR[Usability requirements]
    ERQ --> DR[Delivery requirements]
    ERQ --> IR[Implementation requirements]
    ERQ --> SR[Standards requirements]
    ERQ --> LR[Legislative requirements]
    UR --> PR2[Performance requirements]
    UR --> SR2[Space requirements]
    LR --> PR3[Privacy requirements]
    LR --> SR3[Safety requirements]
    
```

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

20/36



Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 4

□ I requisiti devono essere verificabili

- **Chi fissa un requisito deve avere idea di come accertarne il soddisfacimento**
 - Requisiti funzionali → *test*, dimostrazione formale, revisione
 - Requisiti prestazionali → misurazione
 - Requisiti qualitativi → verifica *ad hoc*
 - Requisiti dichiarativi (vincoli) → revisione
- **Chi deve soddisfare un requisito deve saperne valutare costo e complessità di verifica**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

21/36



Ingegneria dei requisiti

Attività di analisi – 1

□ Studiare e definire il problema da risolvere

- **Identificare il prodotto da commissionare**
 - Compito del cliente
- **Capire cosa deve essere realizzato**
 - Compito del cliente e del fornitore
- **Definire gli accordi contrattuali**
 - Compito del cliente e del fornitore

Attività implicate dai processi di acquisizione e di fornitura

□ Verificare le implicazioni di costo e di qualità

- **La soddisfazione del cliente è relativa ai requisiti**
 - Espliciti o impliciti
 - Diretti o derivati

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

23/36



Ingegneria dei requisiti

Classificazione dei requisiti – 5

□ I requisiti hanno diversa utilità strategica

- **Obbligatori**
 - Irrinunciabili per qualsiasi *stakeholder*
- **Desiderabili**
 - Non strettamente necessari ma a valore aggiunto riconoscibile
- **Opzionali**
 - Relativamente utili oppure contrattabili in seguito

□ I requisiti non devono essere in conflitto tra loro

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

22/36



Ingegneria dei requisiti

Attività di analisi – 2

□ Accertare la soddisfacibilità dei requisiti rispetto ai vincoli di processo

□ Assicurare che i requisiti concordati siano tutti e soli quelli necessari e sufficienti

- **Nessun bisogno trascurato (chiusura: sufficienti)**
- **Nessuna caratteristica superflua (sinteticità: necessari)**

□ Determinare con il cliente l'utilità strategica dei requisiti concordati

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

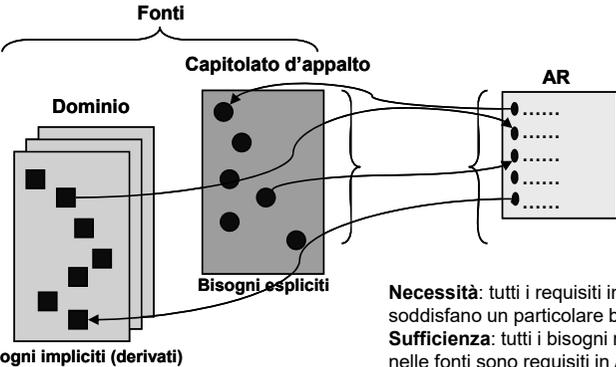
24/36



Ingegneria dei requisiti

Attività di analisi – 3

Fonti



Necessità: tutti i requisiti in AR soddisfano un particolare bisogno
Sufficienza: tutti i bisogni rilevati nelle fonti sono requisiti in AR

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

25/36



Ingegneria dei requisiti

Attività di analisi – 5

- ❑ **IEEE 830-1998: Recommended Practice for Software Requirements Specifications**
 - **La specifica dei requisiti deve avere 8 qualità essenziali**
 1. Priva di ambiguità (UNAMBIGUOUS)
 2. Corretta (CORRECT)
 3. Completa (COMPLETE)
 4. Verificabile (VERIFIABLE)
 5. Consistente (CONSISTENT)
 6. Modificabile (MODIFIABLE)
 7. Tracciabile (TRACEABLE)
 8. Ordinata per rilevanza (RANKED)

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

27/36



Ingegneria dei requisiti

Attività di analisi – 4

- ❑ **Documenti di prodotto spesso scritti in linguaggio naturale**
 - **Rischio di ambiguità interpretativa**
 - **Certe linee guida aiutano a evitare espressioni ambigue**
 - Per ottenere e garantire terminologia consistente
- ❑ **L'uso di metodi (semi-)formali di specifica aiuta a ridurre gli errori di interpretazione**
 - **Diagrammi e formule**
 - **Invece di testo e disegni in stile libero**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

26/36



Ingegneria dei requisiti

Attività di analisi – 6

- ❑ **IEEE 830-1998: Documento AR (SRS)**
 - **Introduzione**
 1. Scopo del documento
 2. Scopo del prodotto
 3. Glossario (definizioni, acronimi, abbreviazioni)
 4. Riferimenti (normativi, informativi)
 5. Struttura del documento
 - **Descrizione generale**
 1. Prospettive sul prodotto
 2. Funzioni del prodotto
 3. Caratteristiche degli utenti
 4. Vincoli generali
 5. Assunzioni e dipendenze
 - **(continua ...)**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova

28/36



Ingegneria dei requisiti
Attività di analisi – 7

(continua ...)

- **Specifica dei requisiti**
 - Definizione dei requisiti utente
 - Architettura del sistema
 - Definizione dei requisiti di sistema
 - Modelli del sistema
 - Evoluzione del sistema
- **Eventuali appendici**

Espressi in linguaggi

- semi-formali (grafici o algebrici)
 - operazionali (diagrammi di flusso)
 - dichiarativi (diagrammi E/R)
 - misti (UML)
- formali
 - operazionali (automi, algebre)
 - dichiarativi (logiche)
 - misti (macchine astratte)

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova **29/36**



Ingegneria dei requisiti
Verifica dei requisiti – 2

Chiarezza espressiva

- L'uso del linguaggio naturale rende difficile coniugare chiarezza con facilità di lettura

Chiarezza strutturale

- Separazione tra requisiti funzionali e non-funzionali
- Classificazione precisa, uniforme e accurata

Atomicità e aggregazione

- Requisiti elementari
- Correlazioni chiare ed esplicite

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova **31/36**



Ingegneria dei requisiti
Verifica dei requisiti – 1

Eseguita su un documento organizzato

Tramite *walkthrough*

- Lettura a largo spettro

Oppure ispezione

- **Letture mirata e strutturata**
 - Esempio: tecnica del lemmario (indicizzazione dei lemmi)
 - Efficacia provata sperimentalmente (rileva ~60% dei problemi)

Matrice delle dipendenze

- A fini di tracciamento

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova **30/36**



Ingegneria dei requisiti
Gestione dei requisiti

Identificazione, classificazione

- **Identificatore unico**
 - Garantito da DBMS
- **Numerazione sequenziale basata sulla struttura del documento**
 - Esempio: 2.4.7
- Coppie <CATEGORIA, NUMERO>

Gestione di cambiamenti

- Valutazione di fattibilità tecnica ed impatto sul progetto

Tracciabilità

- Requisiti ↔ parti della specifica ↔ componenti del sistema
- Strumenti di supporto informatico

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova **32/36**



Ingegneria dei requisiti

Presenza in carico dei requisiti

- ❑ **L'inizio della progettazione architeturale**
 - **Può essere influenzata da esigenze o eventuali opportunità di riuso (sistematico!)**
 - Componenti aziendali preesistenti
 - Componenti commerciali
 - Componenti imposti dal cliente
 - **Componenti riusabili possono includere**
 - Codice sorgente o eseguibile
 - Specifiche di interfaccia (p.es. API)
 - Modelli architeturali (*design pattern*)

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova33/36



Ingegneria dei requisiti

Stati di progresso per SEMAT – 1

- ❑ **Conceived**
 - Il committente è identificato e gli *stakeholder* vedono sufficienti opportunità per il progetto
- ❑ **Bounded**
 - I bisogni macro sono chiari, i meccanismi di gestione dei requisiti (configurazione e cambiamento) sono fissati
- ❑ **Coherent**
 - I requisiti sono classificati e quelli essenziali (obbligatori) sono chiari e ben definiti

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova35/36



Ingegneria dei requisiti

Implicazioni di costo e di qualità

- ❑ **Cause di abbandono (Standish Group 1995)**
 - **Requisiti incompleti**
 - **Insufficiente coinvolgimento del cliente (e/o dell'utente)**
 - Cliente e utente non sono necessariamente la stessa entità
 - **Scarsità di risorse**
 - **Attese irrealistiche**
 - **Volatilità di specifiche e requisiti**
 - **Insufficiente competenza tecnologica e/o metodologica del fornitore**

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova34/36



Ingegneria dei requisiti

Stati di progresso per SEMAT – 2

- ❑ **Acceptable**
 - I requisiti fissati definiscono un sistema soddisfacente per gli *stakeholder*
- ❑ **Addressed**
 - Il prodotto soddisfa i principali requisiti al punto da poter meritare rilascio e uso
- ❑ **Fulfilled**
 - Il prodotto soddisfa abbastanza requisiti da meritare la piena approvazione degli *stakeholder*

Corso di Laurea in Informatica, Università di Padova36/36