Ingegneria del Software

Prof. Paolo Ciancarini
Corso di Ingegneria del Software
CdL Informatica Università di Bologna

Obiettivi di questa lezione

- Cos'è l'ingegneria del software?
- Il ciclo di vita del software
- Il processo di sviluppo del software
- Miti e leggende della produzione sw

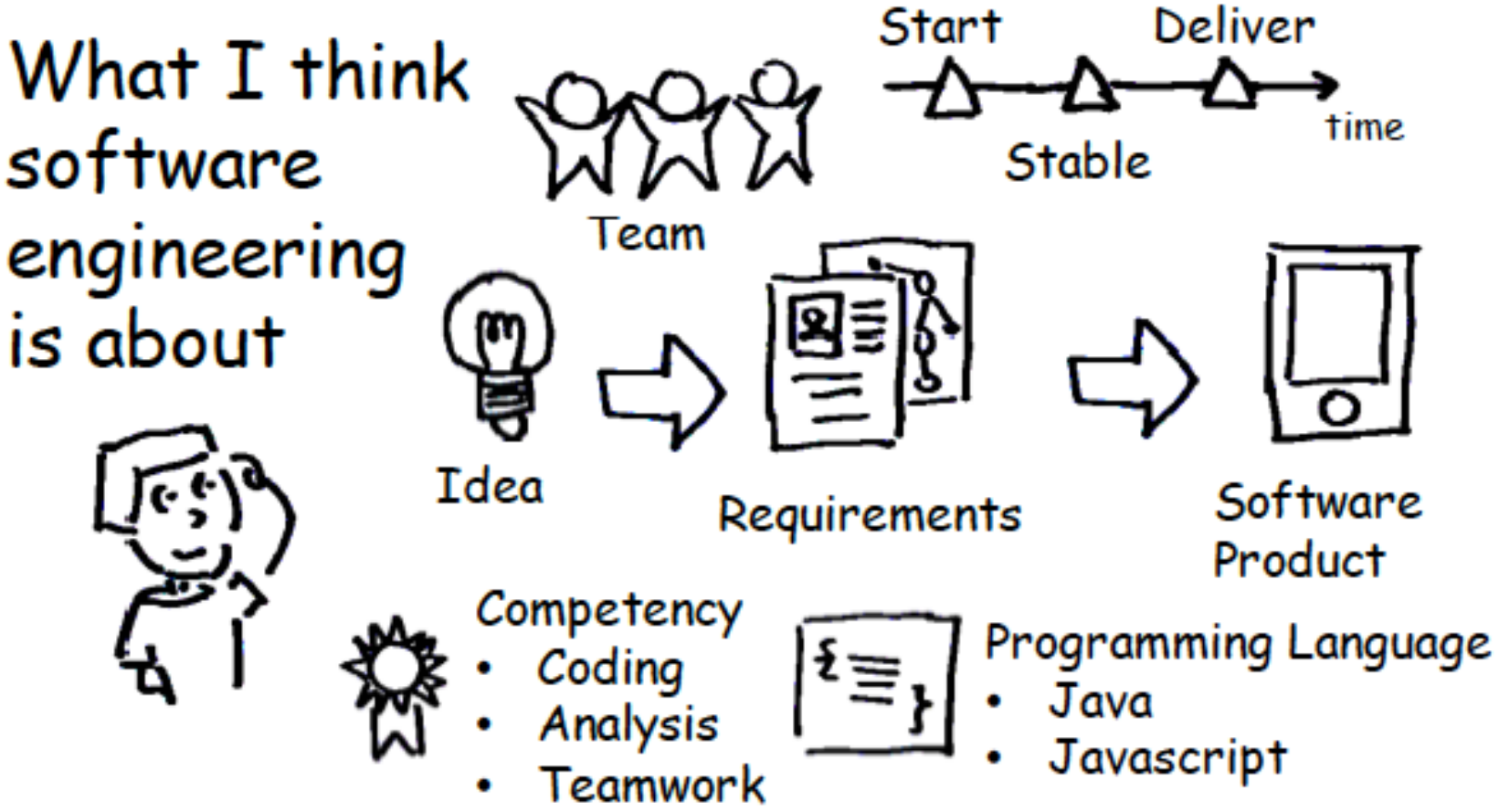
From programming to sw engineering

Cosa è più difficile:

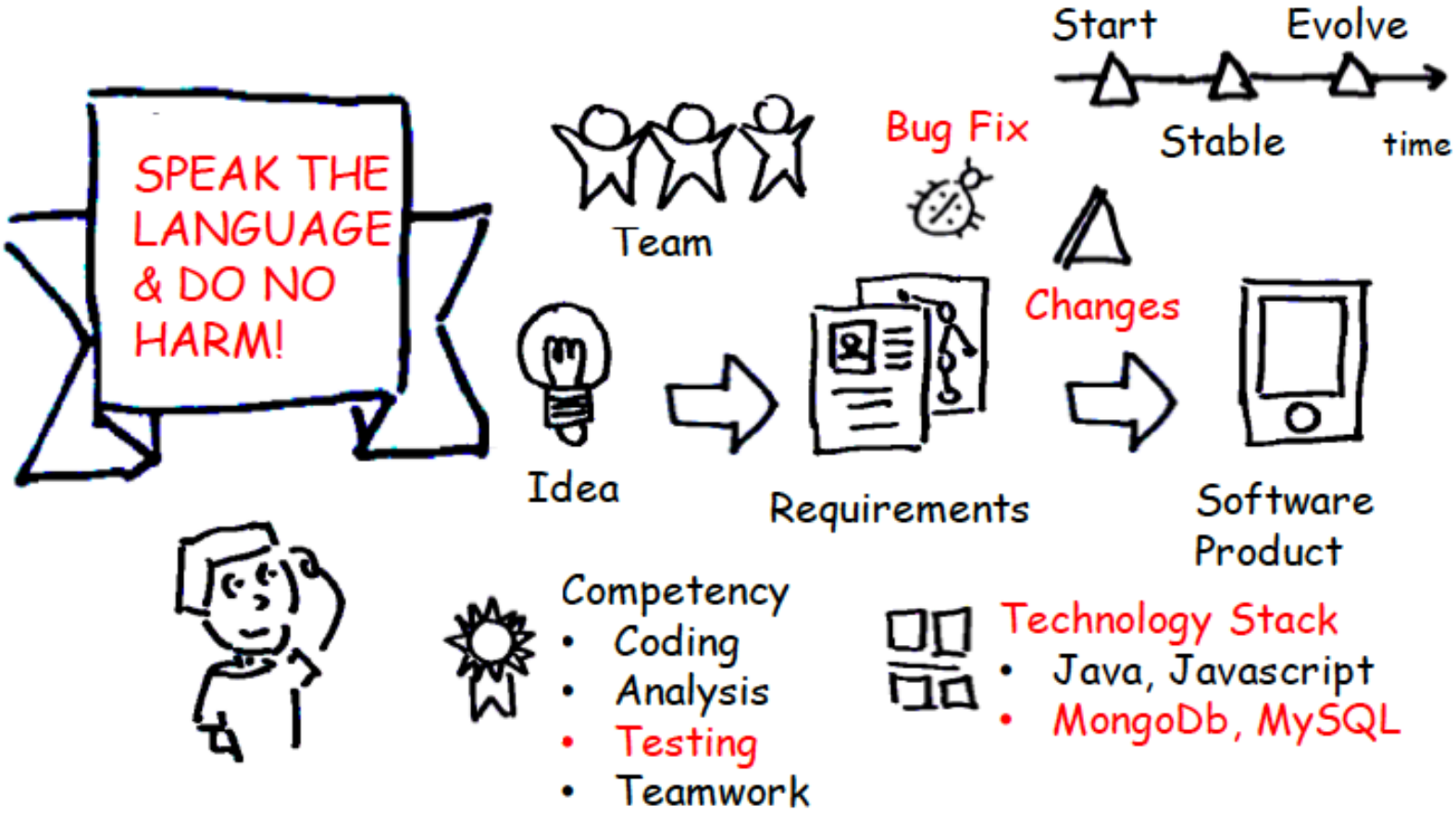
scrivere software, oppure

leggerlo (per es. per modificarlo)?

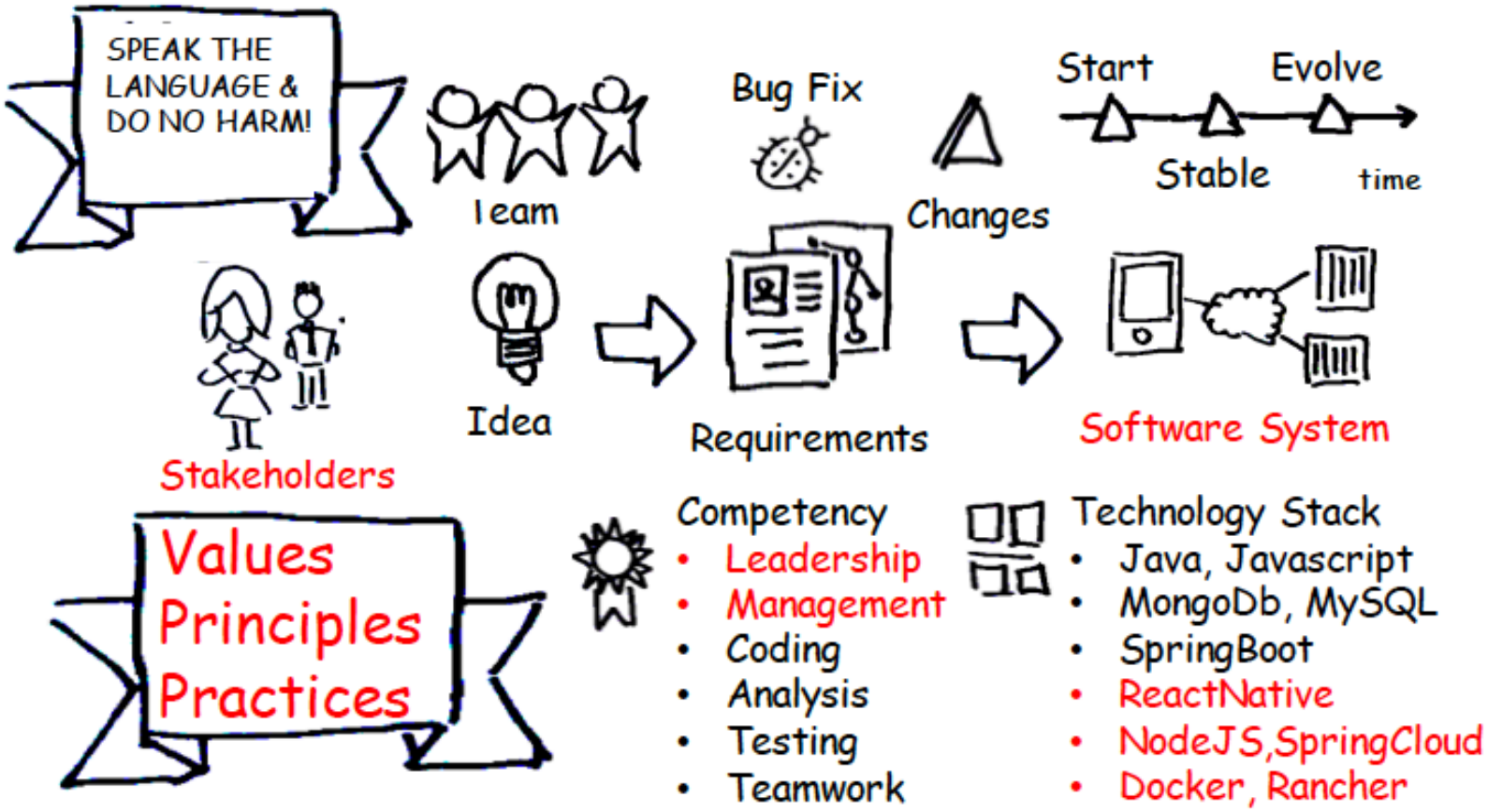
Punto di vista: studente



Punto di vista: tesista in azienda



Punto di vista: professionista



Da Quora (risposta di P Lovisek)

What is something no one admits about being a sw engineer?

As a manager who is hiring and also leading mid-size team, I've observed this:

- A lot of colleagues tend to have unexpectedly huge gaps in knowledge. I would almost use the word "dilettante" for 30% of them. That itself is not a huge issue, as it's easy to fill gaps with some effort. Some of them however somehow survive in corporate environment with their "good enough" knowledge and carry their gaps for years and decades.
- The thing is, before 25, you learn just enough to survive, typically google+stackoverflow combo. In later years, you become lazier, than you've got kids and no time for in-depth study of your technologies and tools.
- There are also 2 related issues:
  - Companies are not likely to hire/pay more really extraordinary well-equipped guys. Mostly they just want someone average. Therefore, being super-deep in your topics actually can hurt you in hiring process.
  - Things are evolving so fast no one knows any more what makes sense to learn. Things will be different tomorrow. Old saying says, there's nothing older than yesterday's news. Well, there is: today's technology.

Ingegneria del software

- L'Ingegneria del Sw (Software Engineering) è una *disciplina metodologica,* cioè studia i *metodi* di produzione, le *teorie* alla base dei metodi, e gli *strumenti* di sviluppo e misura della *qualità* dei sistemi software
- È anche una *disciplina empirica*, cioè basata sull'esperienza e sulla storia dei progetti passati

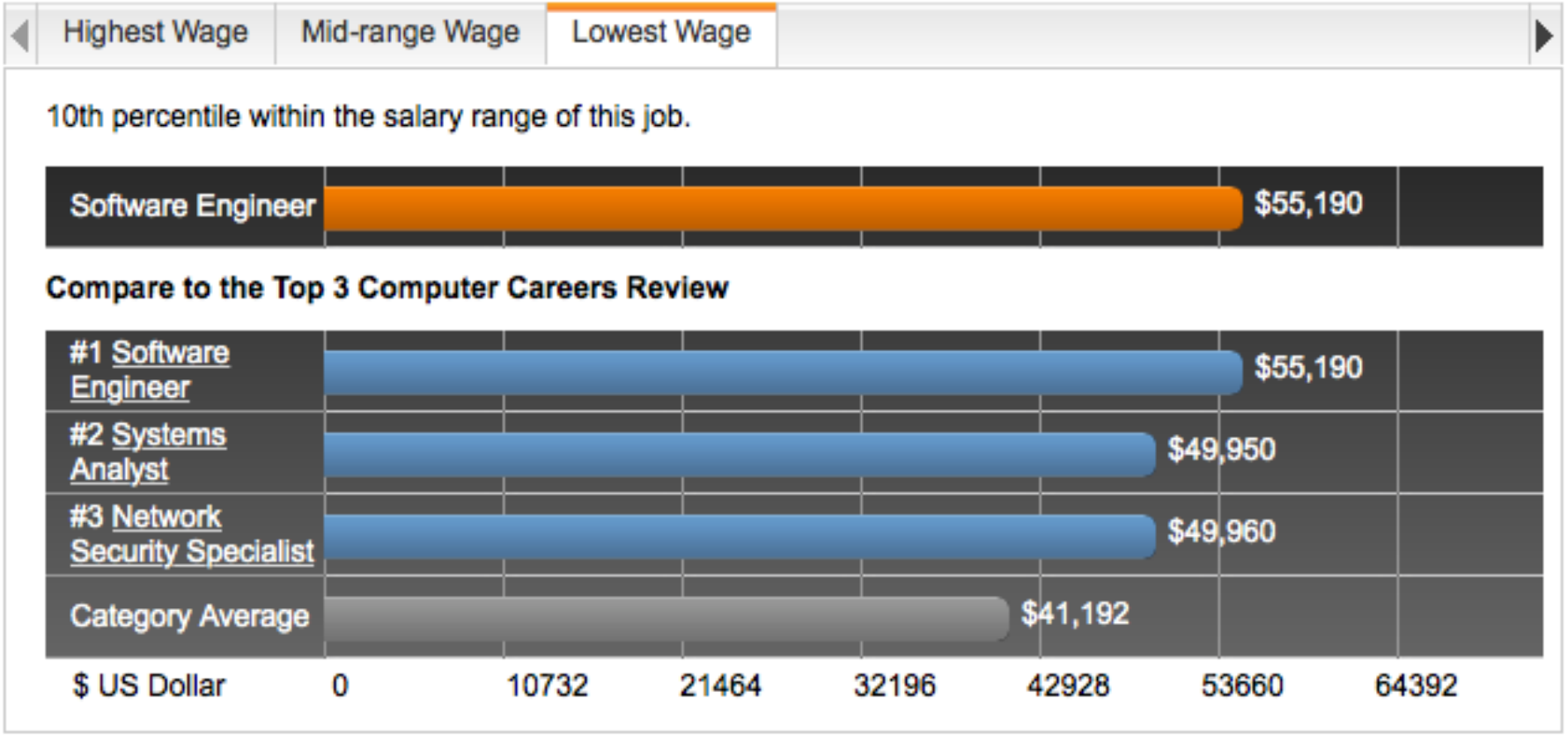
Ingegnere del software

- Nei paesi anglosassoni "*software engineer*" è una professione riconosciuta
- Oltre metà di tutti gli ingegneri USA sono "sw engineers"

  Fonte: https://en.wikipedia.org/wiki/Software_engineering_demographics#United_States

http://computer-careers-review.toptenreviews.com/software-engineer-review.html dati al 2015
https://evansdata.com/reports/viewRelease.php?reportID=9 dati al 2018

Confronto tra software engineers e altre professioni

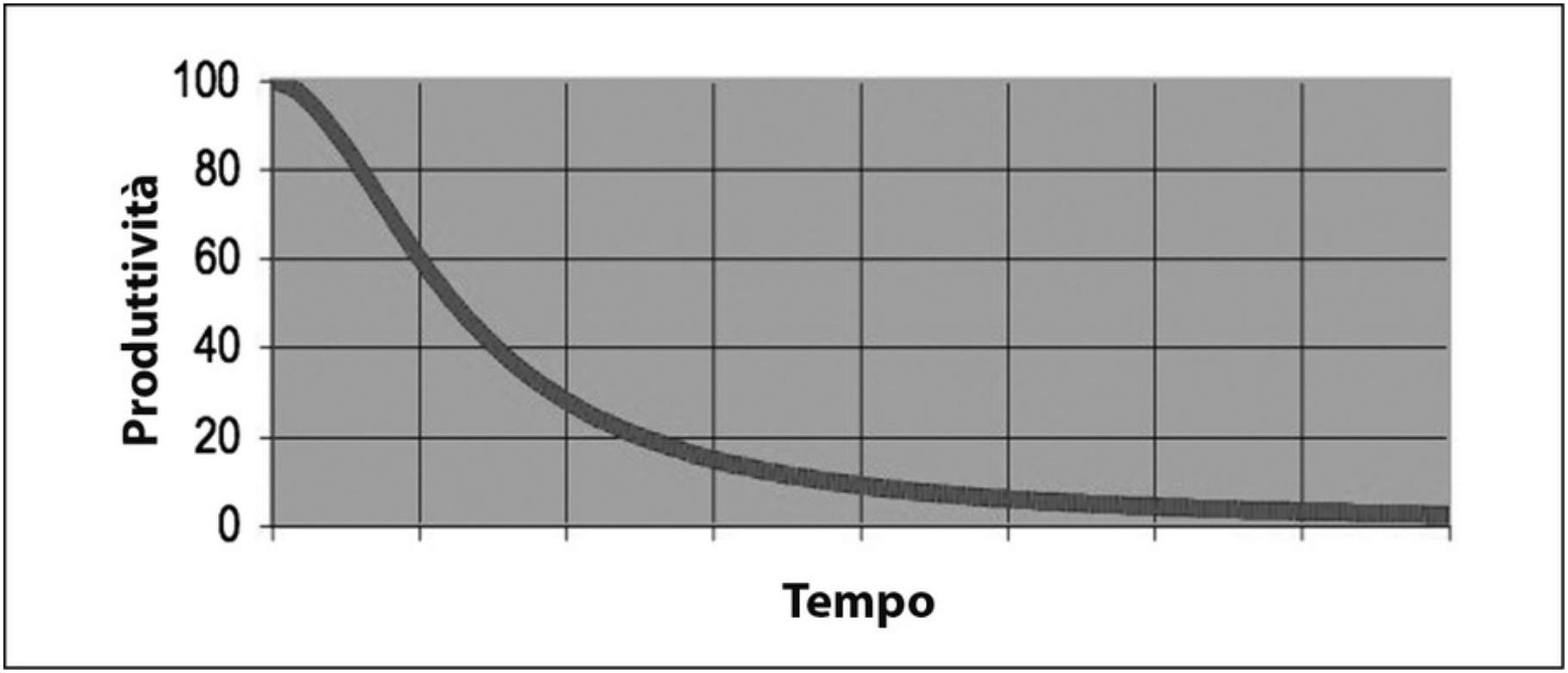


https://money.usnews.com/careers/best-jobs/rankings/best-technology-jobs

Produttività

- La produttività è il rapporto tra la quantità di beni o servizi prodotti ed il costo del lavoro necessario a produrli
  - Output/Input
- La produttività dello sviluppo software è il rapporto tra software prodotto e il costo dello sforzo di produrlo
  - LOC/effort

Produttività nel software

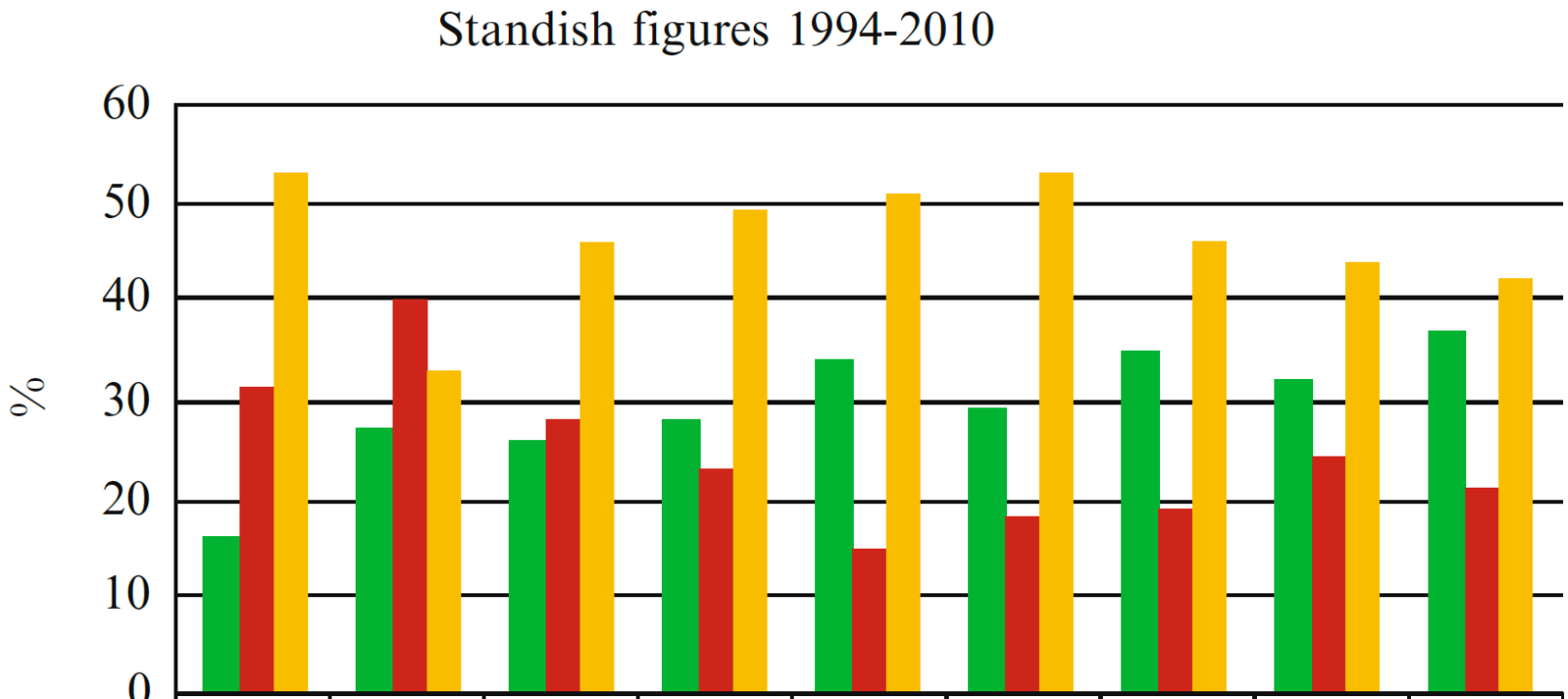


La produttività dell'industria sw è bassa

- Da un'analisi di 13.522 progetti di costruzione sw:
  - 66% di tutti i progetti **falliscono** (non hanno risultato utile)
  - 82% dei progetti superano i tempi previsti
  - 48% dei progetti producono sistemi senza le funzioni richieste dai clienti
  - 55 miliardi $ di spreco considerando solo i progetti USA

Standish Report 2003

Standish CHAOS reports



	1994	1996	1998	2000	2002	2004	2006	2008	2010
Succeeded	16	27	26	28	34	29	35	32	37
Failed	31	40	28	23	15	18	19	24	21
Challenged	53	33	46	49	51	53	46	44	42

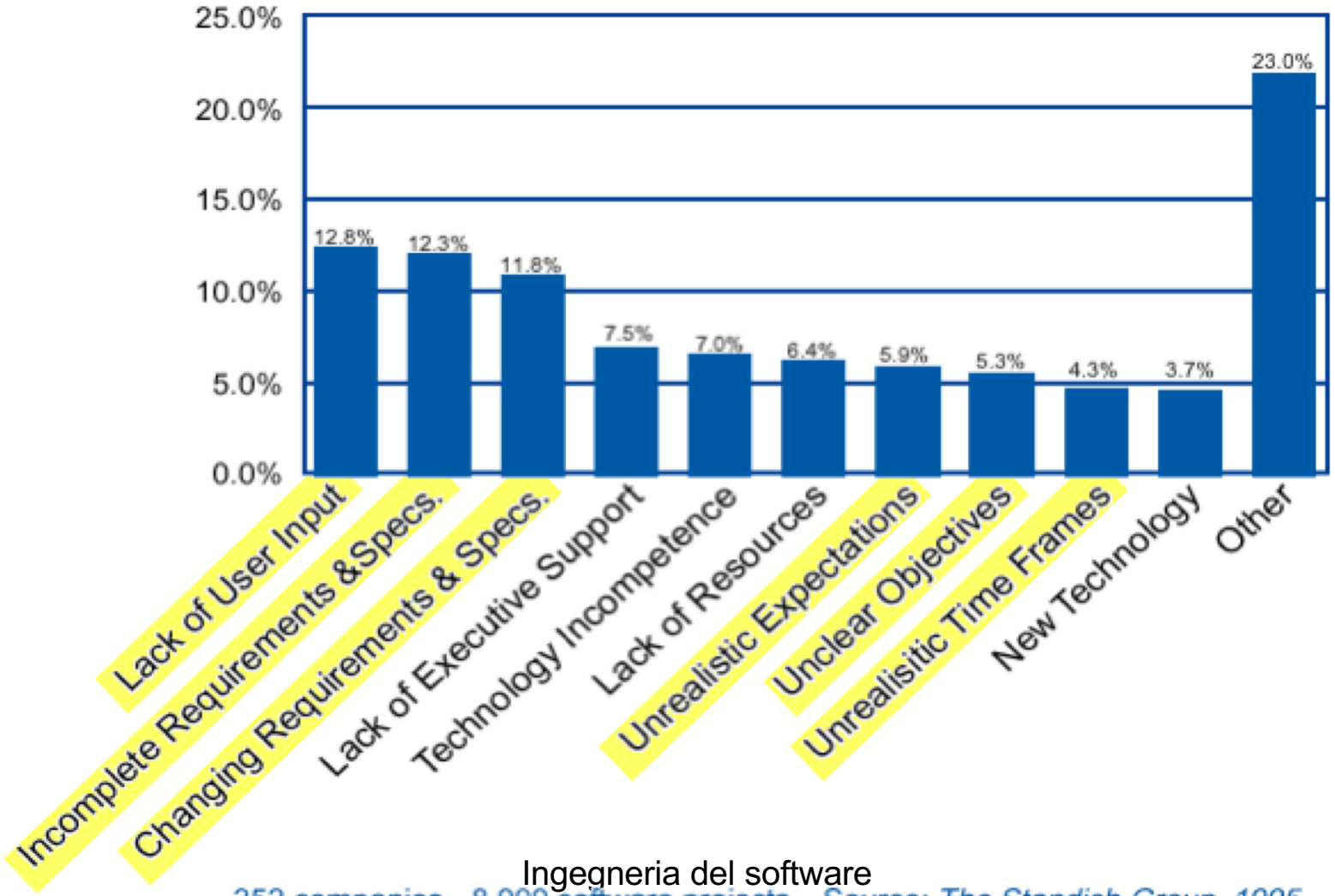
Agile vs waterfall (CHAOS 2015)

CHAOS RESOLUTION BY AGILE VERSUS WATERFALL

SIZE	METHOD	SUCCESSFUL	CHALLENGED	FAILED
All Size Projects	Agile	39%	52%	9%
	Waterfall	11%	60%	29%
Large Size Projects	Agile	18%	59%	23%
	Waterfall	3%	55%	42%
Medium Size Projects	Agile	27%	62%	11%
	Waterfall	7%	68%	25%
Small Size Projects	Agile	58%	38%	4%
	Waterfall	44%	45%	11%

The resolution of all software projects from FY2011–2015 within the new CHAOS database, segmented by the agile process and waterfall method. The total number of software projects is over 10,000

Perché falliscono i progetti sw



352 companies - 8,000 software projects. Source: *The Standish Group, 1995*

Perché falliscono i progetti sw: i rischi

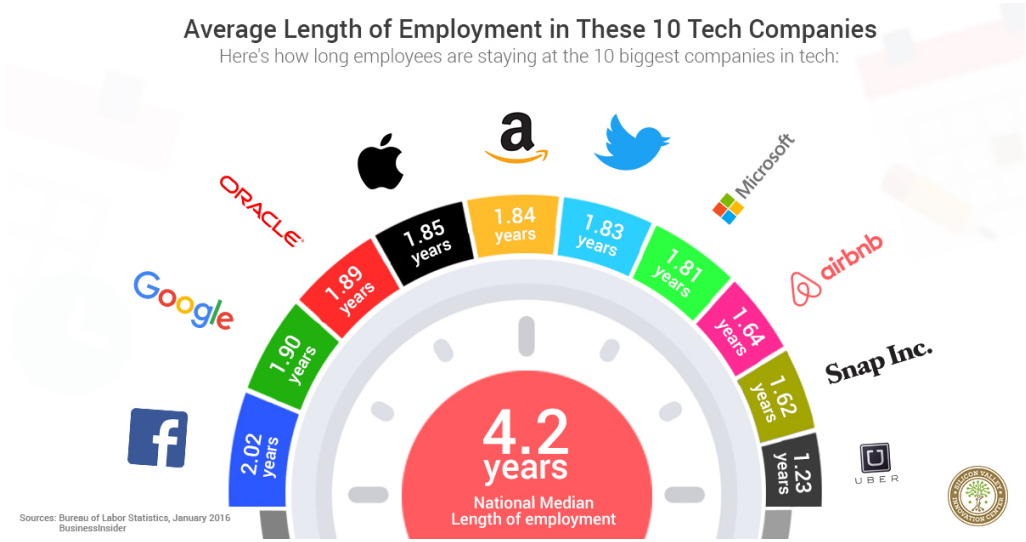
Quali sono i rischi principali di chi sviluppa software?

- Mancanza di feedback da parte del cliente/utente
- Turnover dello staff e in particolare del team di sviluppo
- Realizzare funzioni non richieste
- Ritardi nella consegna
- Superare il budget di progetto
- Realizzare un sistema inusabile
- Realizzare un sistema incapace di funzionare insieme con altri sistemi esistenti

Turnover dello staff

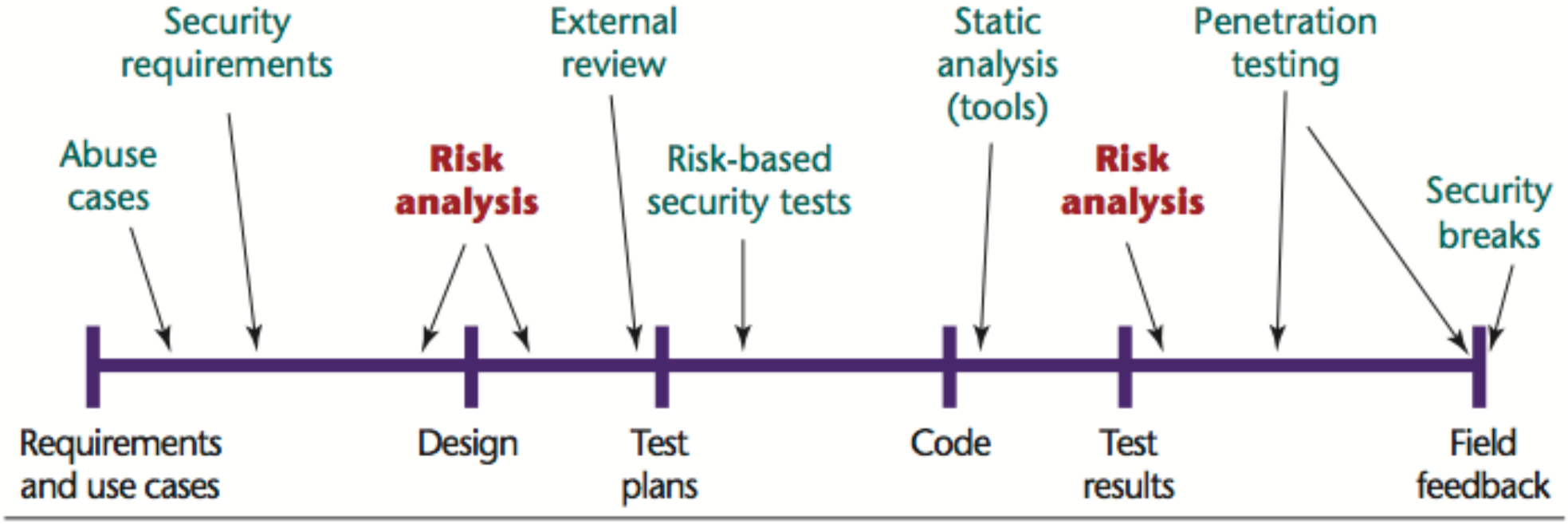
Durate media degli impieghi (2017):

Facebook 2.02 anni
Google 1.90 anni
Oracle 1.89 anni
Apple 1.85 anni
Amazon 1.84 anni
Twitter 1.83 anni
Microsoft 1.81 anni
AirBnb 1.64 anni
Snap Inc. 1.62 anni
Uber: 1.23 anni



Fonte: http://www.businessinsider.com/employee-retention-rate-top-tech-companies-2017-8?IR=T&utm_content=bufferf5cb9&utm_medium=social&utm_source=twitter.com&utm_campaign=buffer

Analisi dei rischi nel ciclo di vita del software



I costi del software

- A causa dell'impatto dei rischi, i costi software spesso **dominano** i costi di produzione di un sistema; in particolare, i costi sw sono spesso maggiori dei costi dell'hardware sottostante
- **È più costoso mantenere il software che svilupparlo**: nel caso di sistemi con vita duratura, i costi di manutenzione sono un multiplo dei costi di sviluppo (es.: 3 volte)
- L'ingegneria del software si preoccupa di produrre software con costi "accettabili"

I problemi

I problemi principali che affronta l'IdSw riguardano

- I metodi di analisi e progettazione dei prodotti sw
  - *Quale metodo è il più adatto in una data situazione*?
- Lo studio del processo di sviluppo del sw
  - *Come posso migliorare il mio processo di sviluppo*?
- Lo sviluppo degli strumenti di produzione del sw
- Gli aspetti economici dei prodotti e dei processi
  - *Quanto costa produrre un certo sistema*?
- La standardizzazione di processi e tecnologie

Le competenze richieste nello sviluppo del sw

- Software requirements – *requisiti*
- Software design – *progettazione*
- Software construction – *scrittura*
- Software testing
- Software maintenance – *evoluzione e manutenzione*
- Software configuration management
- Software engineering (project) management
- Software engineering process – *processo di sviluppo*
- Software engineering tools and methods
- Software quality

Temi dell'ingegneria del sw

- Il ciclo di vita del software
- Il processo di sviluppo del software e gli strumenti
  - Cattura, specifica, analisi e gestione dei requisiti
  - Progettazione dell'architettura e dei moduli
  - Codifica e debugging
  - Testing
  - Deployment
- Manutenzione
- Gestione della configurazione
- Project management
- Qualità del software

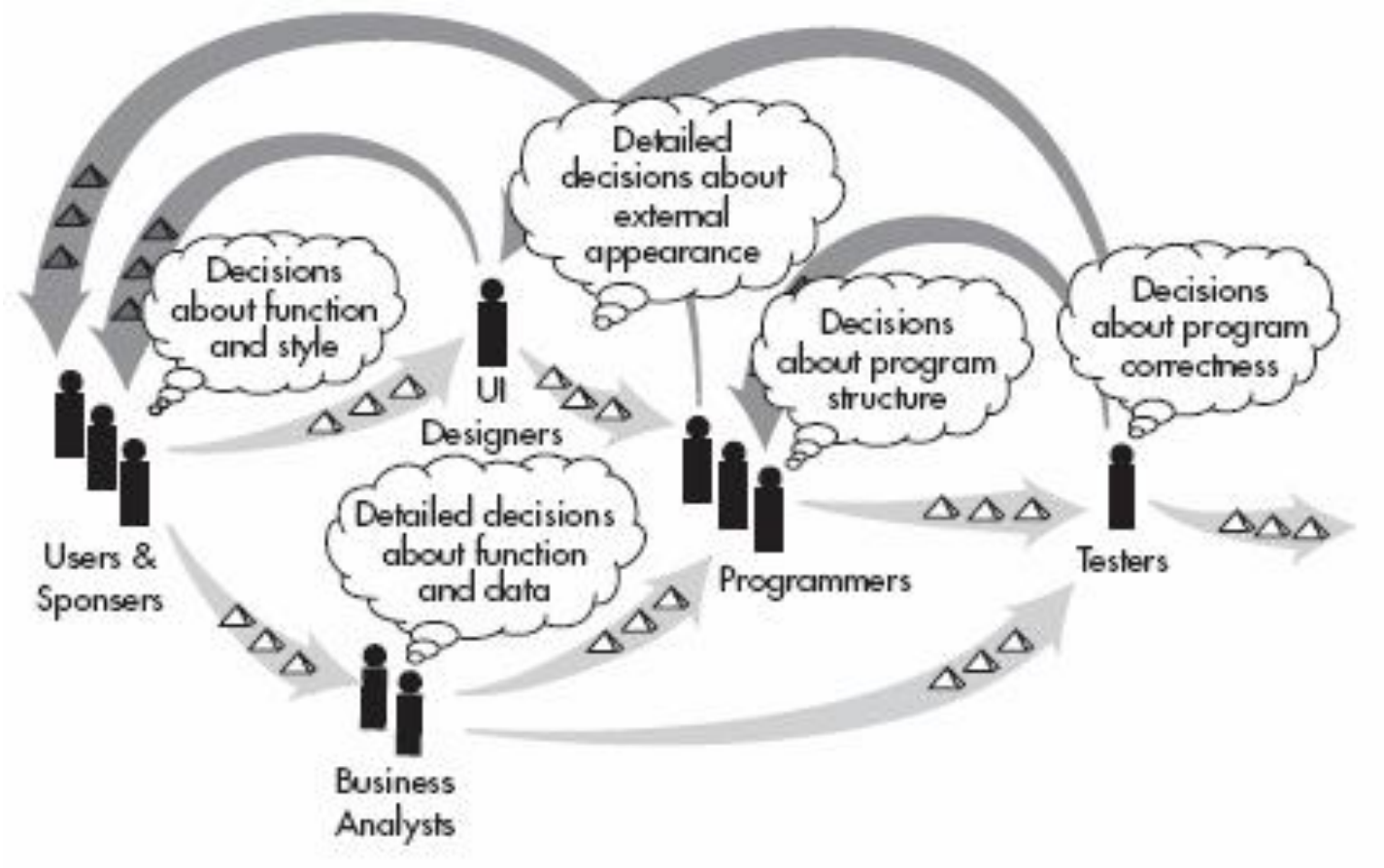
Parti interessate (stakeholders)

Tipi di stakeholders

- Progettisti professionisti
- Management
- Personale tecnico
- Decisori
- Utenti
- Finanziatori
- …

Ad ogni stakeholder corrisponde almeno uno specifico **punto di vista** (view) e varie decisioni

Decisioni degli stakeholders



Fonte: alistair.cockburn.us/Foundations+for+Software+Engineering

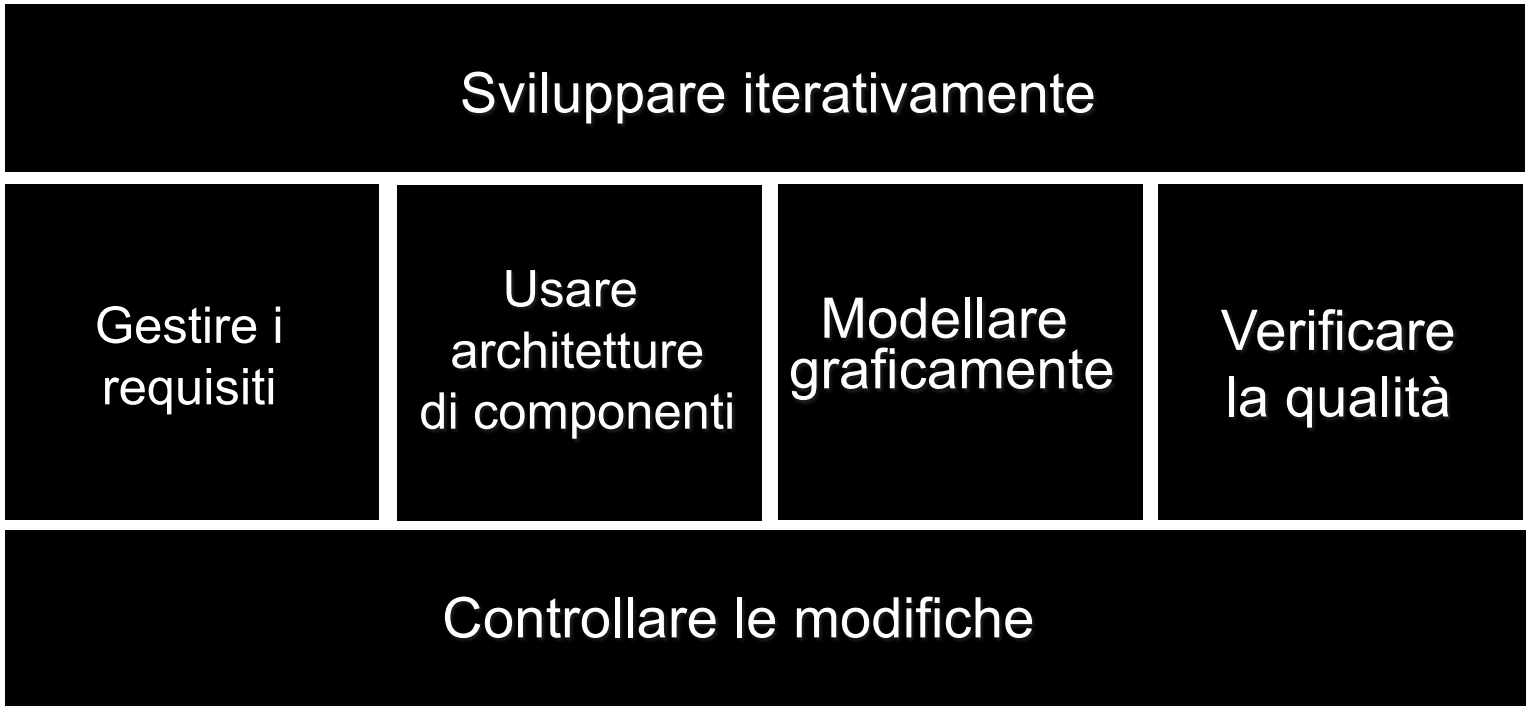
Processi di produzione

- I processi di produzione si creano e poi evolvono
- Prodotti e processi possono essere descritti e valutati da un punto di vista qualitativo
- Processi di produzione a diversi livelli:
  - Ciclo di vita industriale
  - Ciclo di sviluppo: analisi dei requisiti, design, testing
  - Progettazione di un servizio sw (es.: e-commerce)
  - Progettazione di un modulo e del relativo test

Discussione

Come si costruisce un prodotto software?

Principi guida dello sviluppo software

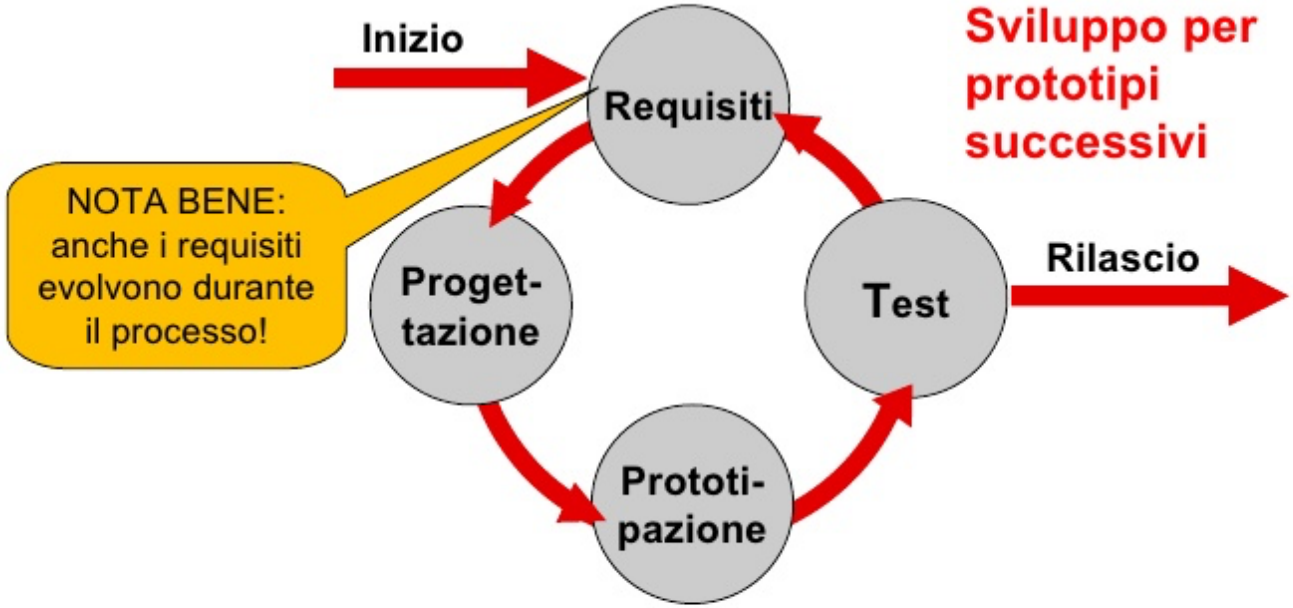


Modelli del software

Un **modello** è una *descrizione* che:

- permette di studiare quali problemi possono capitare durante la costruzione di un sistema
- permette a tutte le parti interessate al sistema di comunicare tra loro usando una terminologia comune

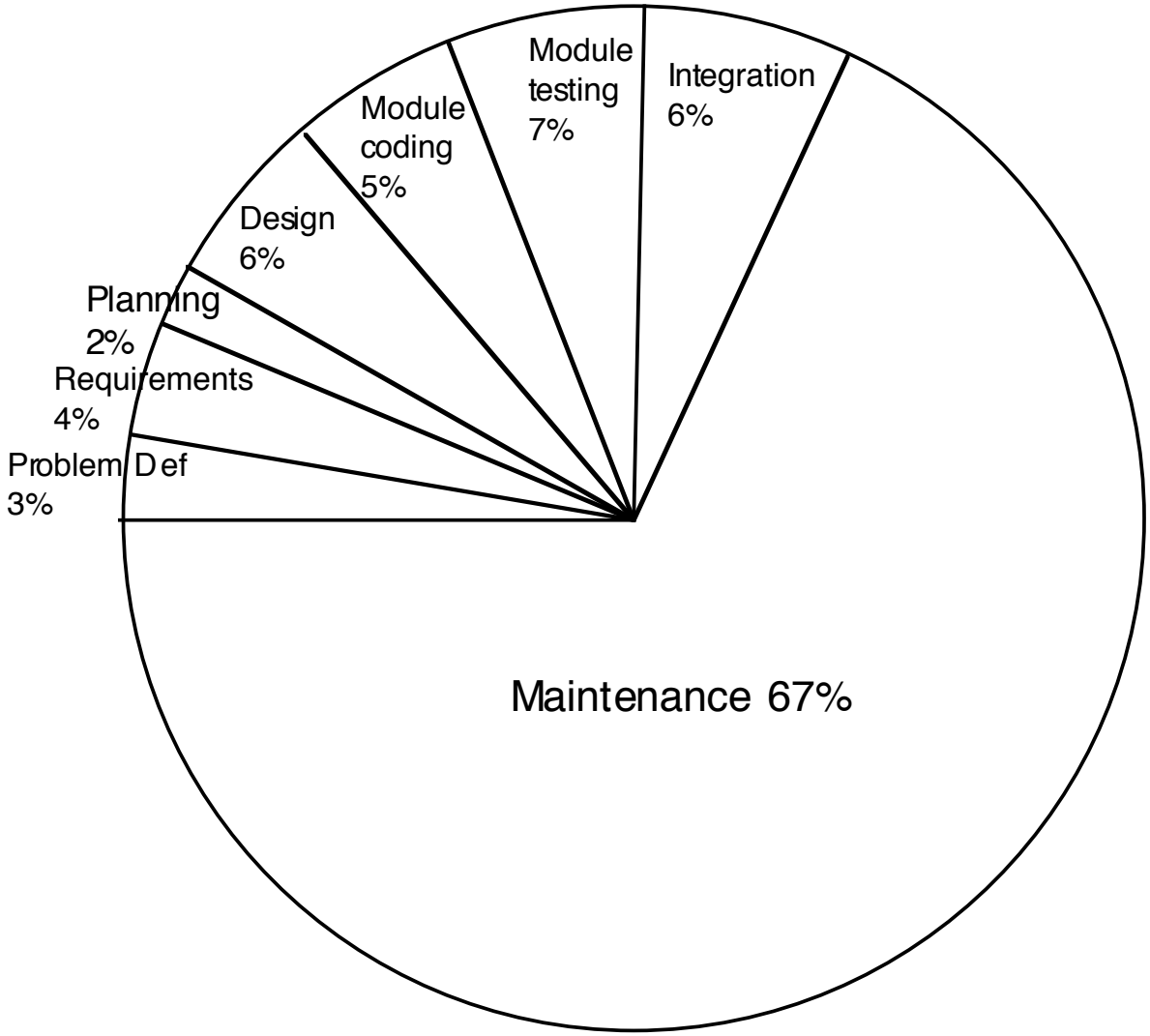
Sviluppare iterativamente



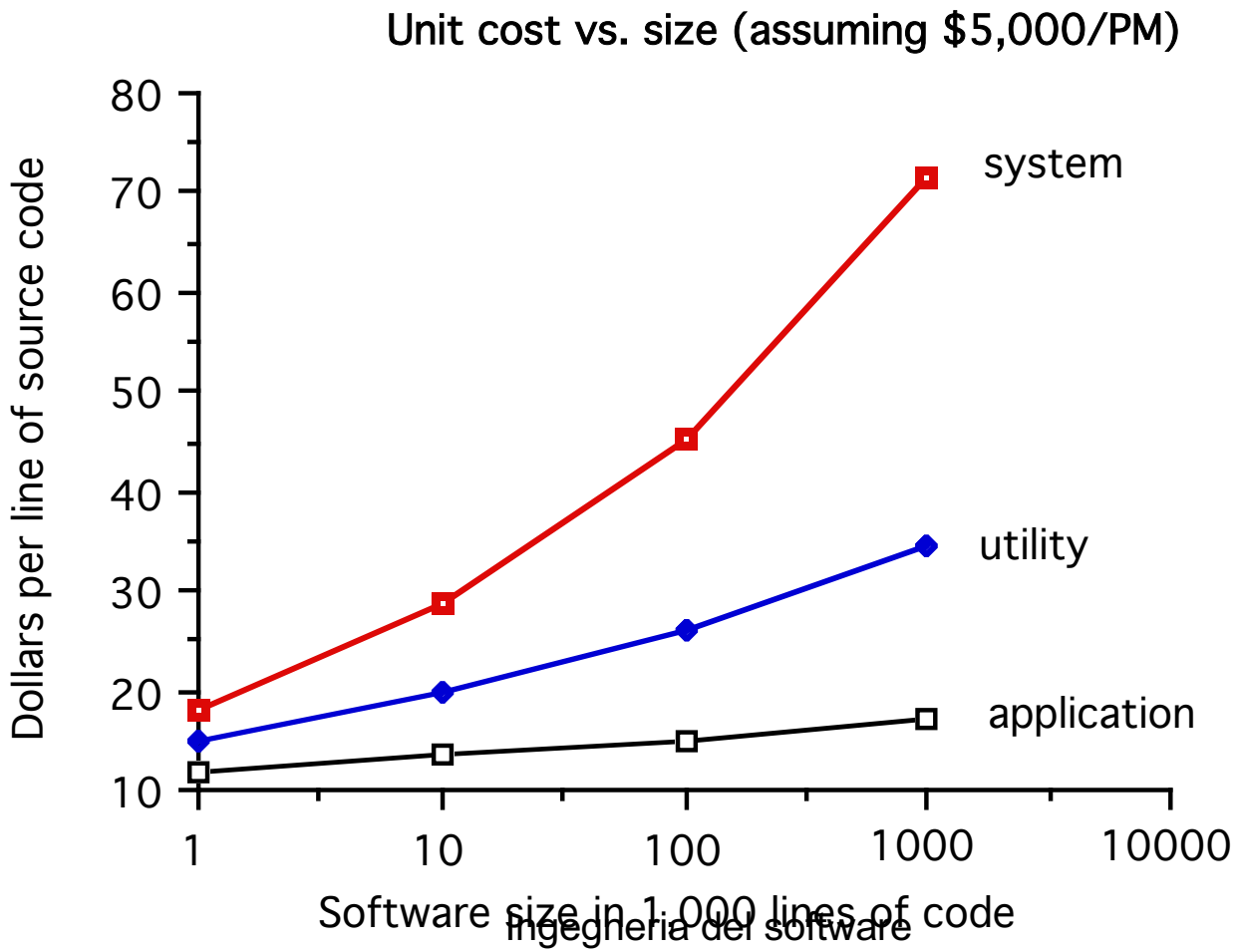
Il ciclo di vita del software

- Requisiti: analisi e specifica
- La progettazione: modellazione dell'architettura e dei singoli componenti
- La codifica ed il debugging
- Il testing e la verifica
- Il deployment (= la messa in opera)
- La manutezione

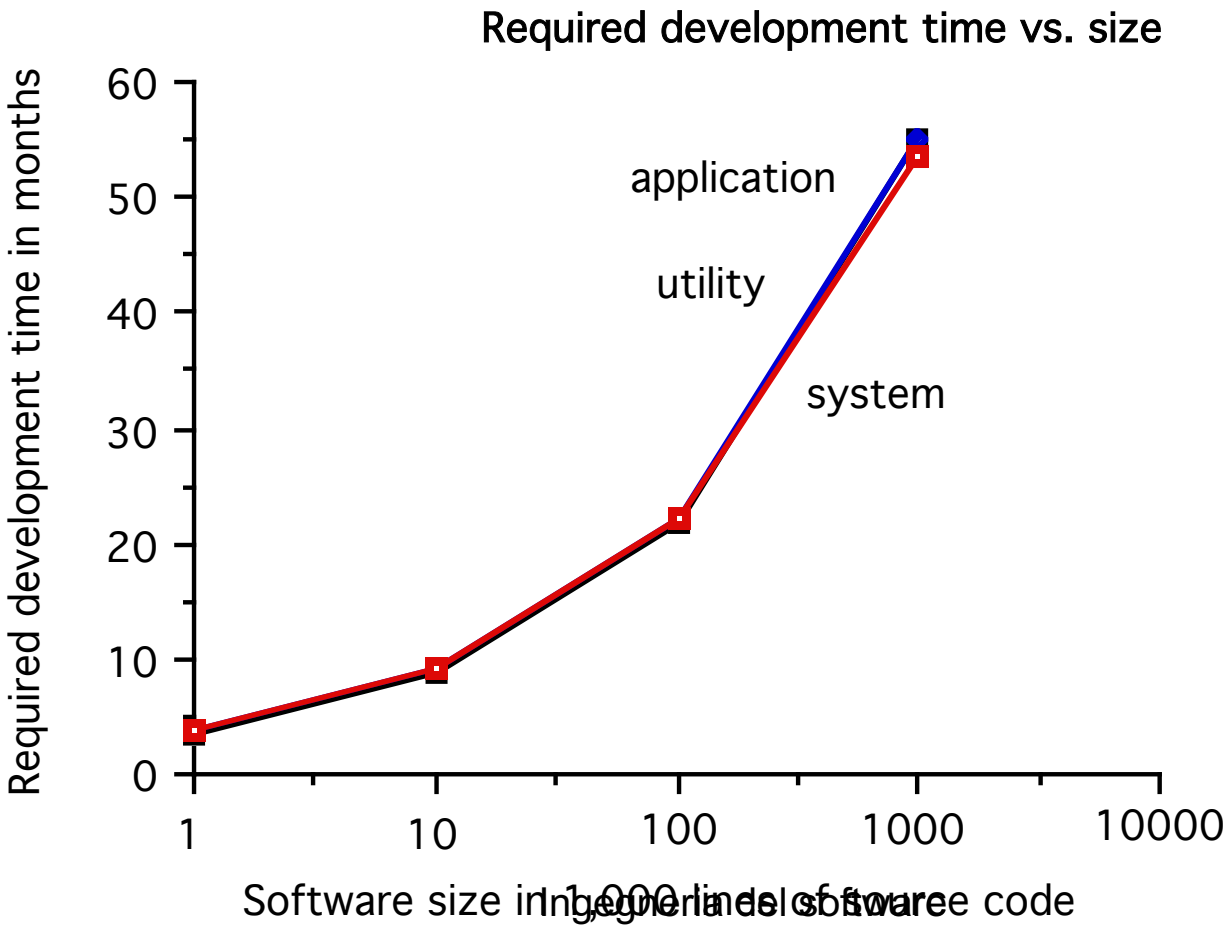
Costi di Sviluppo (Boehm citato da Schach)



Costo per linea di codice

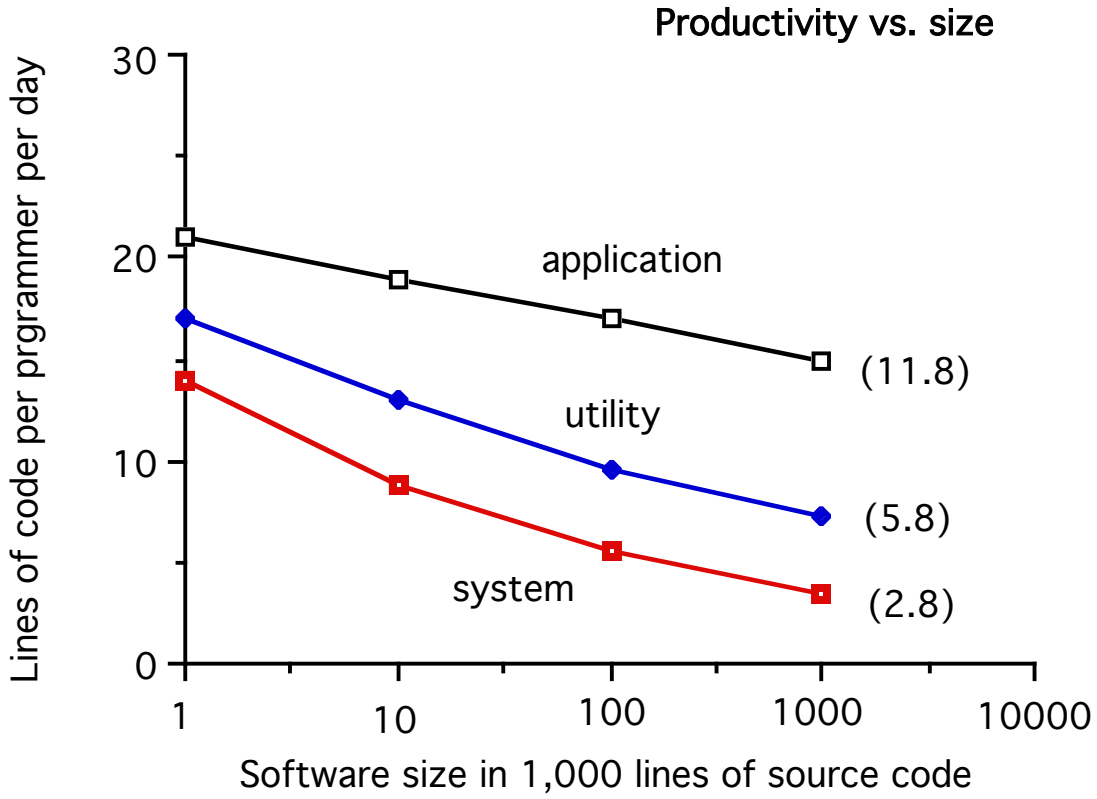


Durata



Ingegneria del software

Produttività



Fare la cosa giusta

Di tutte le funzionalità di un'applicazione sw:

- Il 7% è usato continuamente
- Il 13% è usato spesso
- Il 16% è usato saltuariamente
- Il 19% è usato raramente
- Il 45% non è mai usato

Fonte: Standish Group, Chaos report 2002

La manutenzione

- Tutti i prodotti hanno bisogno di manutenzione a causa del cambiamento
- I tipi principali di manutenzione:
  - **Perfettiva o preventiva** (65%): migliorare il prodotto
  - **Adattiva** (18%): rispondere a modifiche ambientali
  - **Correttiva** (17%): correggere errori trovati dopo la consegna

Il mondo cambia continuamente

La manutenzione è "normale"

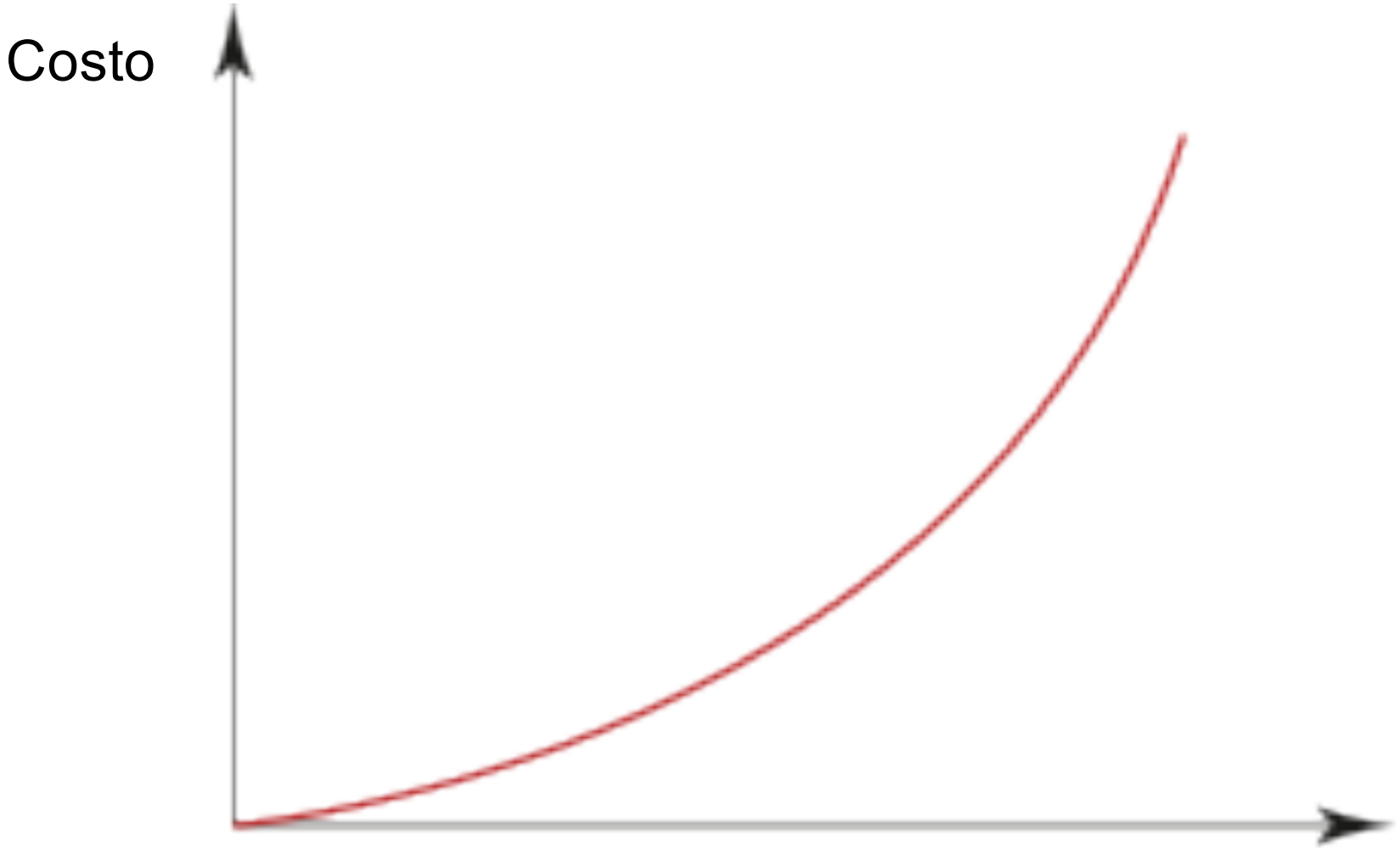
Attributi dei prodotti software

- Attributi **esterni** (visibili all'utente)
  - Costo (e tipo di licenza)
  - Prestazioni
  - Garanzia
- Attributi **interni** (visibili ai progettisti)
  - Dimensione (*size*)
  - Sforzo di produzione (*effort*)
  - Durata della produzione (dall'inizio alla consegna)
  - Mantenibilità
  - Modularità

Bilanciamento degli attributi

- L'importanza relativa degli attributi di prodotto dipende dal prodotto e dall'ambiente in cui verrà usato
- A volte certi attributi sono più importanti
  - Nei sistemi in tempo reale con requisiti di sicurezza, gli attributi chiave sono l'affidabilità e l'efficienza
- Se un attributo dev'essere particolarmente curato e "spinto", i costi di sviluppo tenderanno a crescere esponenzialmente

Il costo dell'efficienza



Il costo della qualità

Prodotto	Dimensione del team di sviluppo	Dimensione del team di testing
NT 3.1	200	140
NT 3.5	300	230
NT 3.51	450	325
NT 4.0	800	700
Win2k	1400	1700

Discussione

- Come si organizza un processo di sviluppo del software?

Gli standard per lo sviluppo del software

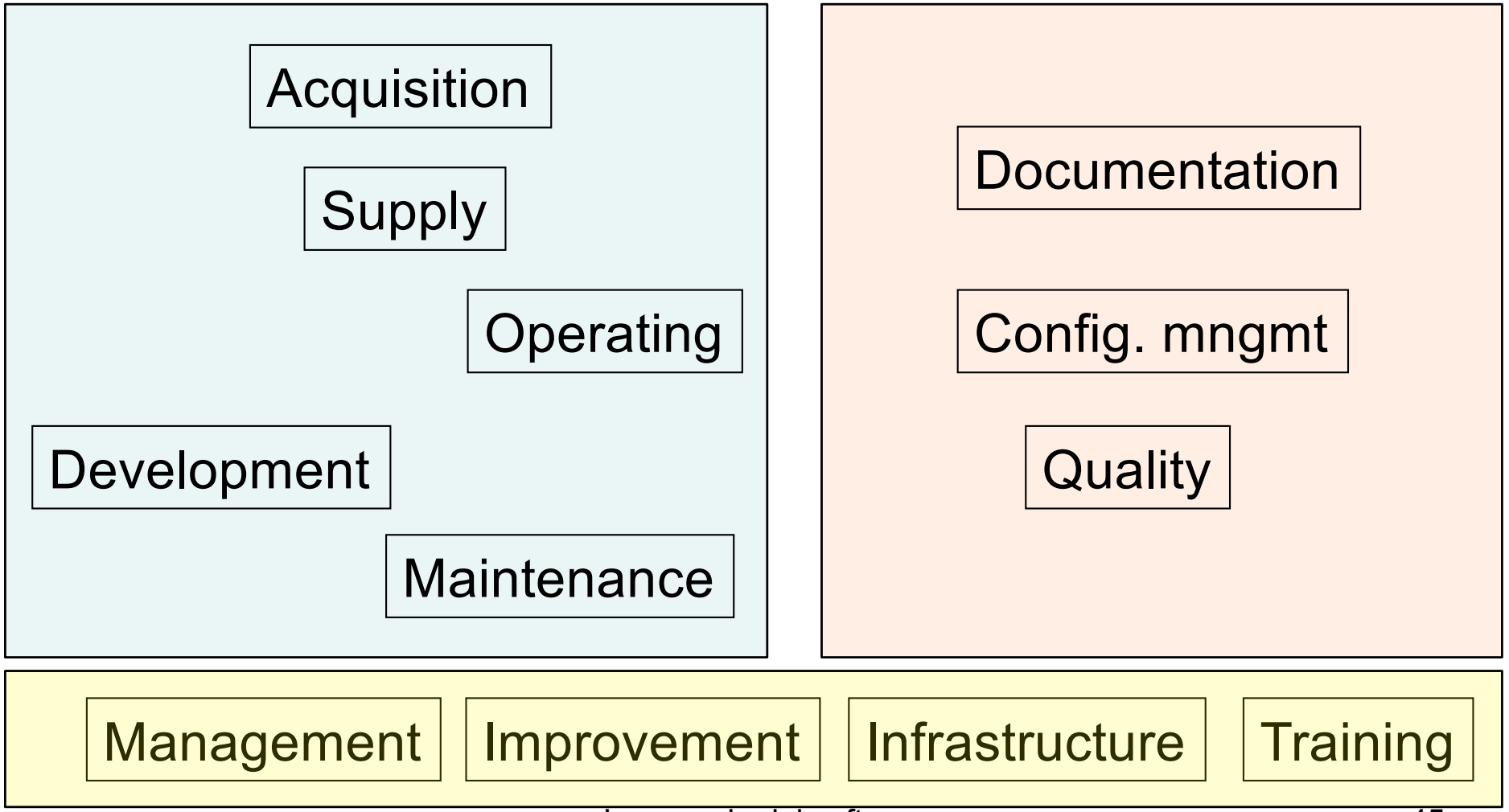
Standard principali software engineering IEEE

- IEEE 610 Standard glossary sw engineering
- IEEE 828 Sw configuration management
- IEEE 829 Sw test documentation
- IEEE 830 Recommended practice for sw Requirements Specifications
- IEEE 1008 Sw unit testing
- IEEE 1219 Sw maintenance
- IEEE 1471 Recommended practice for sw Architectural Descriptions
- IEEE 1517 Sw reuse processes

Processi a ciclo di vita

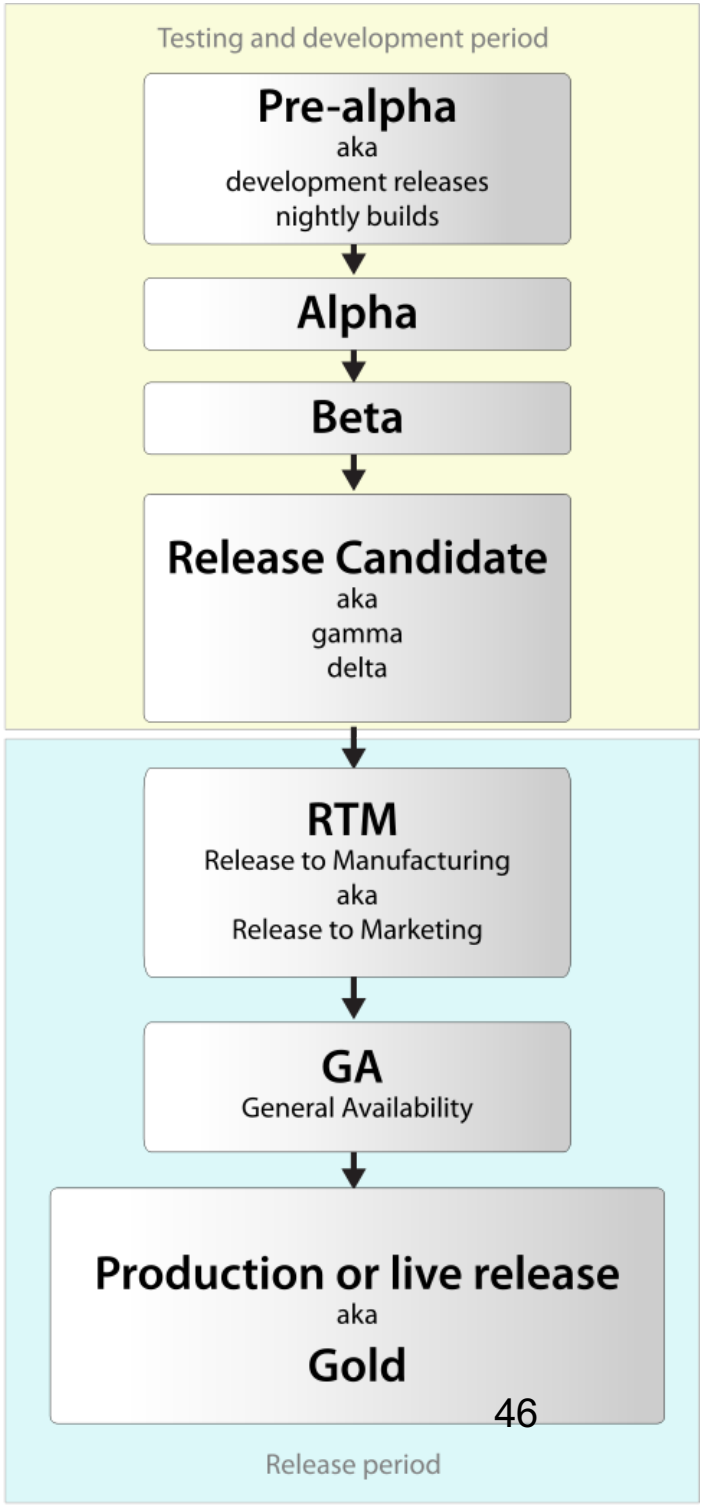
- Lo standard IEEE12207 definisce le fasi principali dei processi a ciclo di vita:
  - Primarie: Acquisition, supply, development, operation, maintenance
  - Supporto: audit, configuration management, documentation, quality assurance, verification, validation
  - Organizzative: management, infrastructure, improvement, training

Lo standard IEEE12207



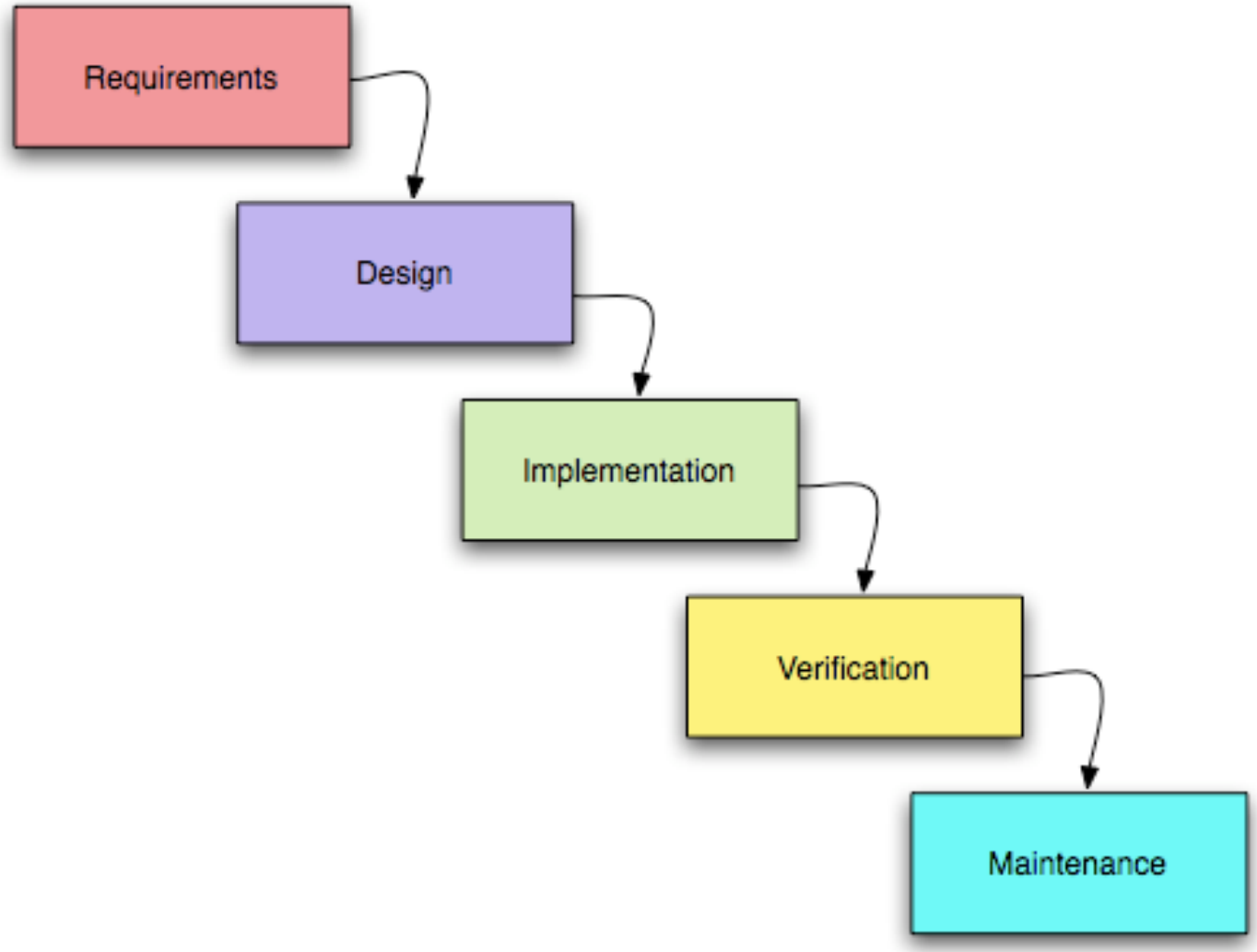
Ciclo di vita di un rilascio sw

- Un rilascio software (*software release*) è una versione di un prodotto che viene immessa sul mercato
- Il *ciclo di vita della release* è l'insieme delle fasi del suo sviluppo e della sua vita operativa



Le attività di sviluppo

- Le attività di sviluppo del software differiscono in funzione dell'organizzazione che sviluppa e del sw da produrre, ma di solito includono:
  - **Specifica** delle funzionalità richieste (requisiti)
  - **Progetto** della struttura modulare e delle interfacce
  - **Implementazione**: codifica moduli e integrazione
  - **Verifica** e **validazione**
  - **Evoluzione** e manutenzione
- Per poterle gestire vanno esplicitamente modellate


Requirements
Design
Implementation
Verification
Maintenance

Il processo di sviluppo del sw

- **Processo software**: insieme dei ruoli, delle attività e dei documenti necessari per creare un sistema software
- Esempi di ruoli: stakeholder, progettista, sviluppatore, tester, manutentore, ecc.
- Esempi di documenti: codice sorgente, codice eseguibile, specifica, commenti, risultati di test, ecc.

Le attività di sviluppo nel mondo

- Cusumano e altri nel 2003 hanno analizzato 104 progetti software in quattro regioni

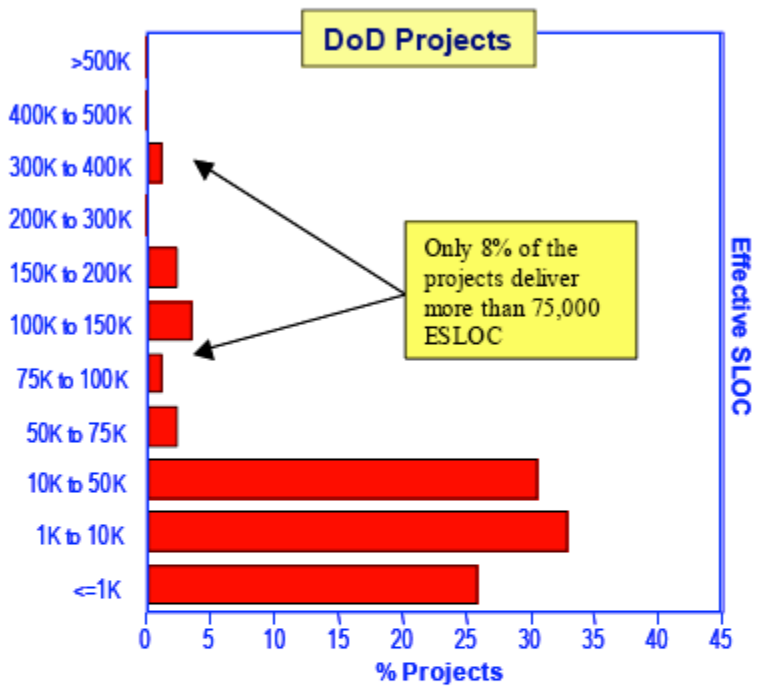
	India	Japan	US	Europe	Total
Practice / No. of Projects	24	27	31	22	104
Architectural Specification	83.3%	70.4%	54.8%	72.7%	69.2%
Functional Specification	95.8%	92.6%	74.2%	81.8%	85.6%
Detailed Design	100.0%	85.2%	32.3%	68.2%	69.2%
Code Generation	62.5%	40.7%	51.6%	54.5%	51.9%
Design Review	100.0%	100.0%	77.4%	77.3%	88.5%
Code Review	95.8%	74.1%	71.0%	81.8%	79.8%
Subcycles	79.2%	44.4%	54.8%	86.4%	64.4%
Beta Testing	66.7%	66.7%	77.4%	81.8%	73.1%
Pair Testing	54.2%	44.4%	35.5%	31.8%	41.3%
Pair Programming	58.3%	22.2%	35.5%	27.2%	35.3%
Daily Builds					
At the Start	16.7%	22.2%	35.5%	9.1%	22.1%
In the Build	12.5%	25.9%	29.0%	27.3%	24.0%
At the End	29.2%	37.0%	35.5%	40.9%	35.6%
Regression Testing	91.7%	96.3%	71.0%	77.3%	83.7%

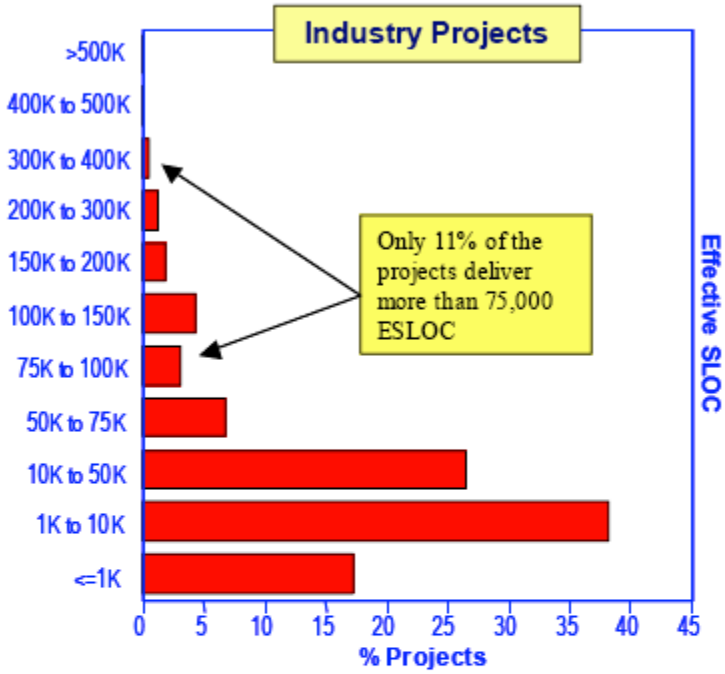
La produttività nel mondo

- Sugli stessi 104 progetti Cusumano raccolse i seguenti dati di produttività e qualità:

	India	Japan	US	Europe	Total
No. of Projects	24	27	31	22	104
LOC/programmer month	209	469	270	436	374
Defects/KLOC (12 mon. after delivery)	0.263	0.020	0.400	0.225	0.150

Characteristics of Projects Completed in 12 Months





- Approximately 10% of the projects built more than 75,000 SLOC in 12 months
- Average staff required for projects less than 75,000 ESLOC is approximately 5-10
- Staff required for projects exceeding 75,000 ESLOC is approximately 20-100, depending on size

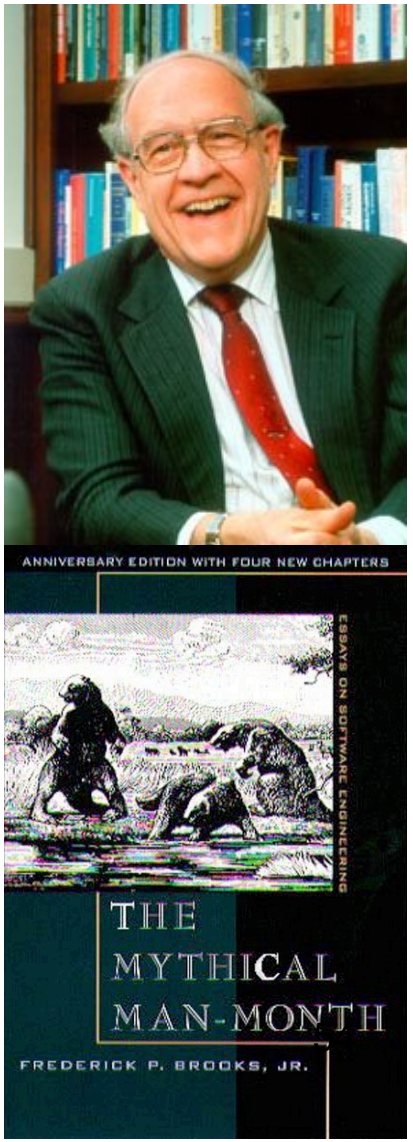
Figure 1. Frequency Distribution of new and modified software developed with a 12-month time period for DoD and private industry.

Miti e leggende dell'ingegneria del sw

- Il "silver bullet" è il proiettile d'argento che uccide i lupi mannari
- "*Trovare un silver bullet*" è sinonimo di “trovare una soluzione finale” ad un problema
- Costruire software è difficile: qual è il silver bullet dell’ingegneria del sw?

Fred Brooks

- Fred Brooks, premio Turing 1999, fu progettista del sistema IBM 360
- Dalle sue esperienze trasse spunto per scrivere il libro “The Mytical Man Month” e l’articolo “No silver bullet”



Miti e leggende

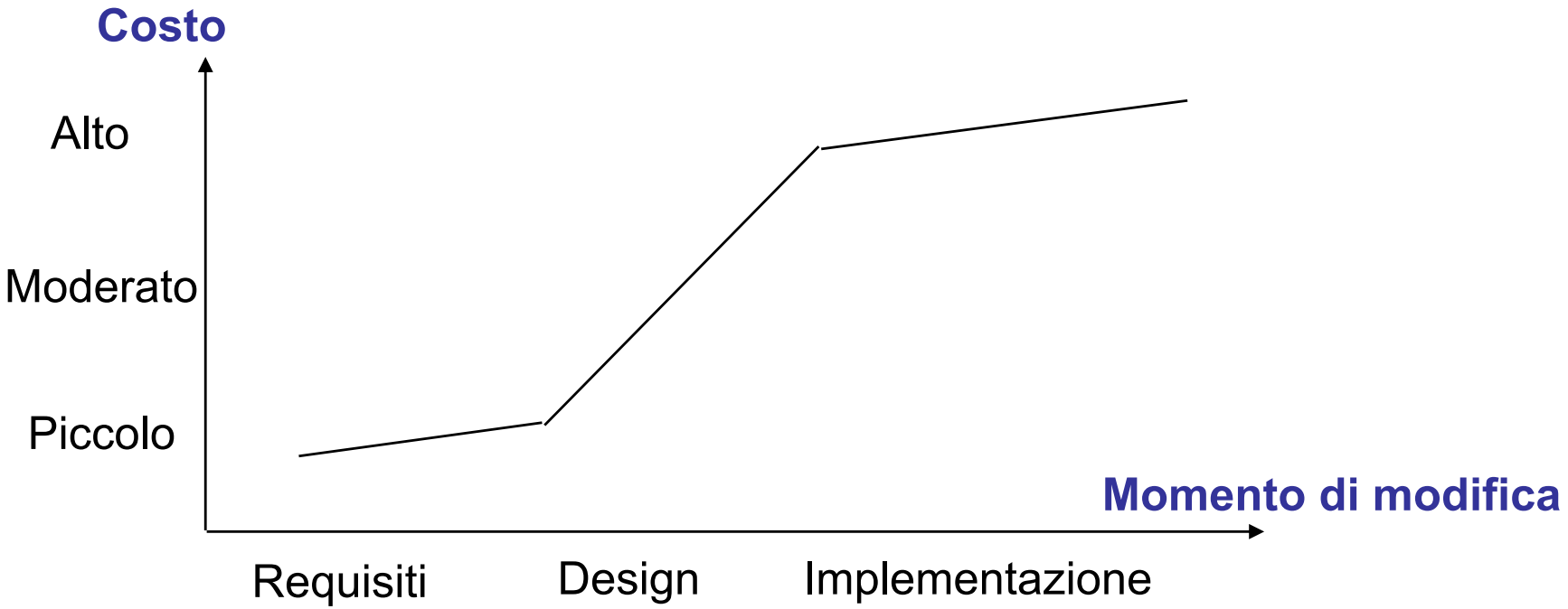
- Se il progetto ritarda, possiamo aggiungere programmatori e rispettare la consegna
  - **Legge di Brooks: "Aggiungere personale ad un progetto in ritardo lo fa ritardare ancor di più"**

Miti e leggende

- Per cominciare a scrivere un programma, basta un'idea generica dei suoi obiettivi - ai dettagli si pensa dopo
  - **La cattiva definizione della specifica dei requisiti è la maggior causa di fallimenti progettuali**

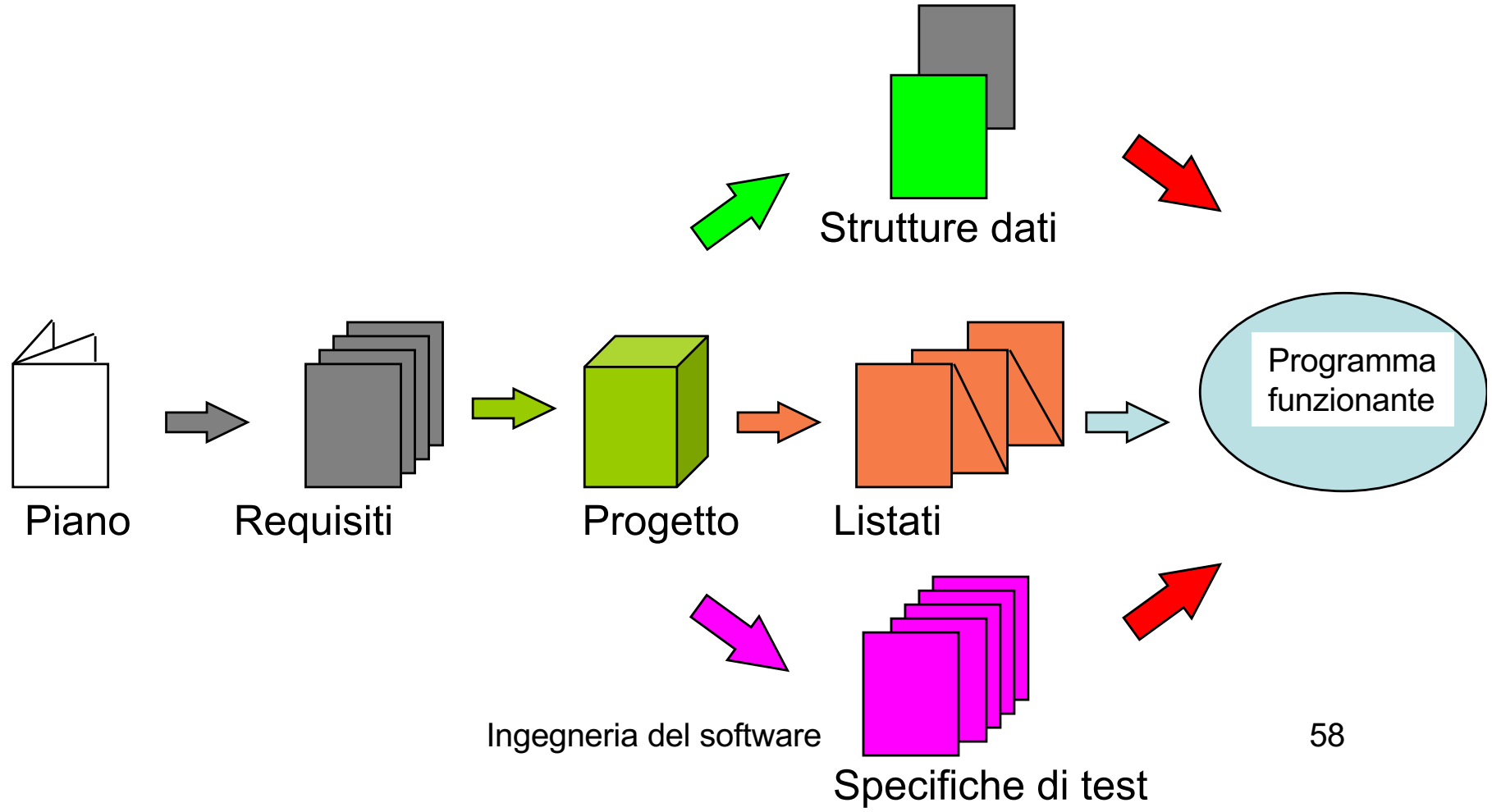
Miti e leggende

- Se i requisiti di un progetto cambiano, non è un problema tenerne conto perché il software è flessibile



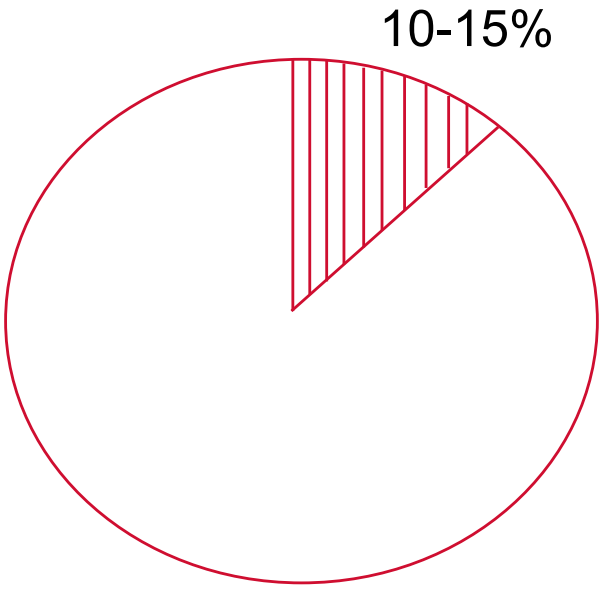
Miti e leggende

- L’ unico prodotto (deliverable) di un progetto di successo è un programma funzionante

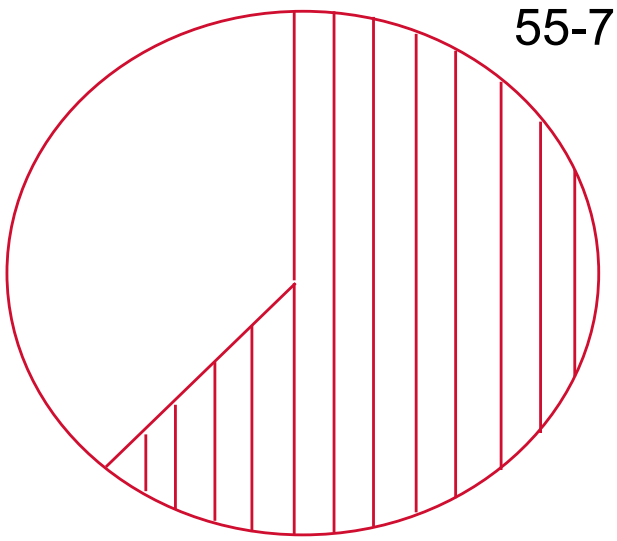


Miti e leggende

- Se il software “funziona”, la manutenzione è minima e si può gestire errore per errore, quando capita di trovarne uno



Costi di manutenzione preventivati



Costi di manutenzione reali

Sommario

- Produrre software è costoso
- La produttività dell'industria del sw è bassa
  - Le consegne sono spesso in ritardo
  - I costi software spesso sforano il budget
  - La documentazione è inadeguata
  - Il software è spesso difficile da usare
- Soluzione: migliorare il processo software

Domande di autotest

- Quali sono le fasi tipiche del ciclo di vita di un sistema software? E quelle dello sviluppo?
- Qual è la fase solitamente più costosa?
- In quale fase dello sviluppo è più pericoloso commettere un errore?
- In quale fase dello sviluppo è più semplice correggere un errore?
- Cos'è un processo di sviluppo del software?
- Quali sono i tipici documenti prodotti durante un processo software?
- Cos'è la legge di Brooks?

Lettura consigliata

F.Brooks, No Silver Bullets, *IEEE Computer*, 20:4, 1987

Riferimenti

- *Software Engineering Body of Knowledge*, IEEE, 2014
- F.Brooks, *The Mythical Man Month*, AddisonWesley, 1995
- M.Cusumano, *The Business of Software: What Every Manager, Programmer, and Entrepreneur Must Know in Good Times and Bad*, Free Press, 2004
- IEEE/EIA 12207.0, "Standard for Information Technology – Software Life Cycle Processes”

Principali pubblicazioni scientifiche

- IEEE Transactions on Software Engineering
- ACM Transactions on Software Engineering and Methodology
- Int. Conference on Software Engineering

Pubblicazioni di ricerca sul sw engineering

Riviste:

- IEEE Transactions on sw engineering
- ACM Transactions on software engineering and methodology
- IEEE Software
- Empirical Software Engineering
- Automated Software Engineering
- Journal of Object Technology
- ACM SIGSOFT

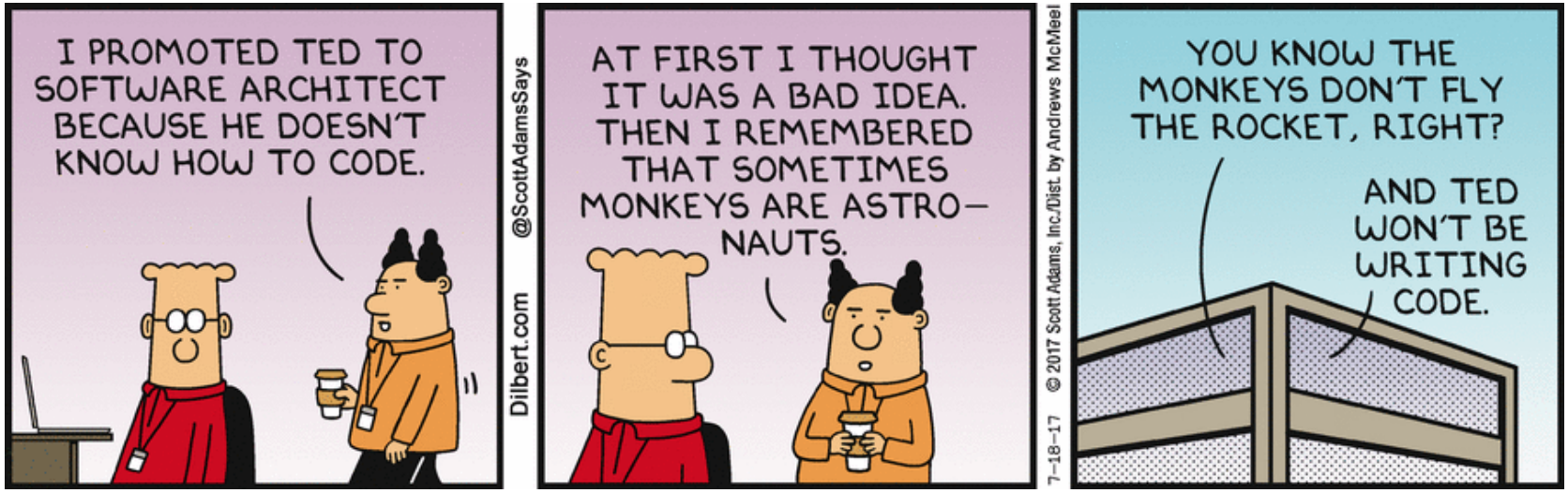
Conferenze:

- International Conference of Software Engineering
- Fundamentals of Software engineering
- SPLASH
- International Conference on Software and System Process

Siti utili

- www.sigsoft.org/seworld
- www.computer.org/web/swebok
- swebokwiki.org/Main_Page

Domande?


I PROMOTED TED TO SOFTWARE ARCHITECT BECAUSE HE DOESN'T KNOW HOW TO CODE.
Dilbert.com @ScottAdamsSays
AT FIRST I THOUGHT IT WAS A BAD IDEA. THEN I REMEMBERED THAT SOMETIMES MONKEYS ARE ASTRO-NAUTS.
7-18-17 © 2017 Scott Adams, Inc./Dist. by Andrews McMeel
YOU KNOW THE MONKEYS DON'T FLY THE ROCKET, RIGHT?
AND TED WON'T BE WRITING CODE.