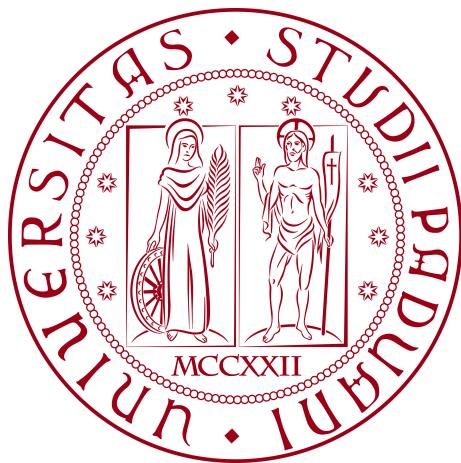


**Università degli Studi di Padova**

DIPARTIMENTO DI MATEMATICA “TULLIO LEVI-CIVITA”

CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA



**Ottimizzazione della produzione in una sala  
stampa 3D: programmazione a vincoli e Google  
OR-Tools.**

*Tesi di Laurea*

*Relatrice*

Profssa. Losiouk Eleonora

*Laureando*

Mazzotti Matteo

Matricola 2068245

© Mazzotti Matteo, Dicembre 2025. Tutti i diritti riservati. Tesi di Laurea: “*Ottimizzazione della produzione in una sala stampa 3D: programmazione a vincoli e Google OR-Tools.*”, Università degli Studi di Padova, Dipartimento di Matematica “Tullio Levi-Civita”, Corso di Laurea in Informatica.

*“Colui il quale ha inseguito e sconfitto i demoni Sem, che ora vagano per il mondo, domandandosi: «ma nü, chi sëm?»”*

— Il grande Pdor, figlio di Kmer, della tribù di Ishtar, della terra desolata dei Kfnir, uno degli ultimi sette saggi: Pfulur, Galér, Astaparigna, Sùsar, Param, Fusus e Tarim.

# Ringraziamenti

Desidero esprimere la mia gratitudine alla professoressa Losiouk Eleonoraper l'aiuto e il sostegno che mi ha dato durante la stesura dell'elaborato.

Vorrei anche ringraziare, con affetto, i miei genitori per il loro sostegno, il grande aiuto e la loro presenza in ogni momento durante gli anni di studio.

Desidero poi ringraziare i miei amici per i bellissimi anni trascorsi insieme e le mille avventure vissute.

Padova, Dicembre 2025

*Mazzotti Matteo*

# Sommario

L’azienda Spazio Dev dispone di una sala stampa 3D la cui pianificazione manuale della produzione richiede un notevole tempo operativo. Il presente lavoro descrive lo sviluppo di un sistema automatizzato, basato sulla programmazione a vincoli e sull’utilizzo di Google OR-Tools (CP-SAT), in grado di proporre all’operatore una coda di stampa ottimizzata secondo le buone pratiche aziendali. Il sistema, integrato con il software gestionale esistente, costituisce una soluzione concreta al problema della pianificazione manuale, contribuendo a migliorare la produttività della sala stampa e a ottimizzare l’impiego delle risorse.

# Indice

|   |           |
|---|-----------|
| <b>Acronimi e abbreviazioni</b>                   | <b>ix</b> |
| <b>Glossario</b>                                  | <b>x</b>  |
| <b>1 Introduzione</b>                             | <b>1</b>  |
| 1.1 L’azienda . . . . .                           | 1         |
| 1.1.1 Mugalab . . . . .                           | 1         |
| 1.2 L’idea . . . . .                              | 2         |
| 1.3 Motivazioni e problematiche attuali . . . . . | 3         |
| 1.3.1 Obiettivi . . . . .                         | 3         |
| 1.4 Organizzazione del testo . . . . .            | 3         |
| <b>2 Processi e metodologie</b>                   | <b>5</b>  |
| 2.1 Processo sviluppo prodotto . . . . .          | 6         |
| <b>3 Descrizione dello stage</b>                  | <b>8</b>  |
| 3.1 Introduzione al progetto . . . . .            | 8         |
| 3.2 Analisi preventiva dei rischi . . . . .       | 9         |
| 3.3 Requisiti e obiettivi . . . . .               | 9         |
| 3.4 Pianificazione . . . . .                      | 10        |
| 3.4.1 subsection . . . . .                        | 10        |
| 3.4.1.1 subsubsection . . . . .                   | 11        |
| 3.4.1.1.1 paragraph . . . . .                     | 11        |
| <b>4 Analisi dei requisiti</b>                    | <b>13</b> |
| 4.1 Casi d’uso . . . . .                          | 13        |

## INDICE

---

|          |  |           |
|----------|--|-----------|
| 4.2      | Tracciamento dei requisiti . . . . .     | 14        |
| 4.3      | Tabelle dei requisiti . . . . .          | 15        |
| <b>5</b> | <b>Progettazione e codifica</b>          | <b>17</b> |
| 5.1      | Tecnologie e strumenti . . . . .         | 17        |
| 5.2      | Ciclo di vita del software . . . . .     | 17        |
| 5.3      | Progettazione . . . . .                  | 17        |
| 5.3.1    | Namespace 1 . . . . .                    | 17        |
| 5.4      | Design Pattern utilizzati . . . . .      | 18        |
| 5.5      | Codifica . . . . .                       | 18        |
| <b>6</b> | <b>Verifica e validazione</b>            | <b>19</b> |
| <b>7</b> | <b>Conclusioni</b>                       | <b>21</b> |
| 7.1      | Consuntivo finale . . . . .              | 21        |
| 7.2      | Raggiungimento degli obiettivi . . . . . | 21        |
| 7.3      | Conoscenze acquisite . . . . .           | 21        |
| 7.4      | Valutazione personale . . . . .          | 22        |
| 7.5      | Valutazione personale . . . . .          | 22        |
|          | <b>Bibliografia</b>                      | <b>i</b>  |
|          | <b>Sitografia</b>                        | <b>ii</b> |

# Elenco delle figure

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 1.1 | Logo dell'azienda Spazio Dev . . . . .    | 1  |
| 1.2 | Logo di Mugalab . . . . .                 | 2  |
| 2.1 | Lorem . . . . .                           | 5  |
| 3.1 | Caption . . . . .                         | 8  |
| 3.2 | Caption . . . . .                         | 10 |
| 4.1 | Use Case 0: Scenario principale . . . . . | 13 |
| 6.1 | Lorem . . . . .                           | 19 |

# Elenco delle tavole

|     |   |    |
|-----|---|----|
| 3.1 | Lorem. . . . .  | 9  |
| 4.1 | Tabella del tracciamento dei requisiti funzionali. . . . .  | 15 |
| 4.2 | Tabella del tracciamento dei requisiti qualitativi. . . . . | 16 |
| 4.3 | Tabella del tracciamento dei requisiti di vincolo. . . . .  | 16 |

# Elenco dei codici sorgenti

|     |                     |    |
|-----|---------------------|----|
| 2.1 | Example of code     | 7  |
| 2.2 | Example of code     | 7  |
| 2.3 | Example of code     | 7  |
| 5.1 | Example of code     | 18 |
| 6.1 | Fibonacci recursive | 20 |

# Acronimi e abbreviazioni

**API** Application Program Interface. [21](#)

**SDK** Software Development Kit. [21](#)

**TSA** Termine solo acronimo. [21](#)

**UML** Unified Modeling Language. [13](#)

# Glossario

**API** In informatics, an API is a set of procedures available to programmers, typically grouped to form a toolkit for a specific task within a program. Its purpose is to provide an abstraction, usually between hardware and the programmer or between low-level and high-level software, simplifying the programming process. [4](#), [21](#)

**SDK** A Software Development Kit (SDK) is a collection of development tools in one installable package, facilitating application creation by providing a compiler, debugger, and sometimes a software framework. SDKs are typically specific to a hardware platform and operating system combination. Many application developers use specific SDKs to enable advanced functionalities such as advertisements, push notifications, etc. [21](#)

**Nome del termine** Descrizione. [13](#), [21](#)



# Capitolo 1

## Introduzione

### 1.1 L’azienda

Spazio Dev S.r.l.<sup>1</sup> è una software house situata a Tombolo(PD) fondata da due soci, ad oggi l’azienda conta circa 17 dipendenti e si occupa di offrire servizi legati al mondo dello sviluppo web e dell’ottimizzazione dei processi industriali. L’azienda si occupa, nello specifico, di sviluppare siti web, e-commerce, software su misura e di integrare algoritmi che sfruttano l’intelligenza artificiale per ottimizzare la produzione o monitorare lo stato dell’azienda in tempo reale.



**Figura 1.1:** Logo dell’azienda Spazio Dev

#### 1.1.1 Mugalab

Mugalab<sup>2</sup> è la divisione di Spazio Dev S.r.l. che gestisce la sala stampa 3D presente all’interno dello stabilimento. Attraverso la tecnica della stampa additiva Mugalab si occupa di prototipare e produrre componenti per dispositivi elettronici e industriali, parti di ricambio personalizzate per automobili e oggetti ornamentali disegnati e rivenduti dall’azienda stessa.

---

<sup>1</sup> Sito Spazio Dev. URL: <https://spaziodev.eu/>.

<sup>2</sup> Sito Mugalab. URL: <https://mugalab.com/>.



**Figura 1.2:** Logo di Mugalab

## 1.2 L'idea

L'idea di questo percorso di stage curriculare nasce dalla necessità dell'azienda di gestire in maniera efficiente la produzione delle componenti stampate in 3D. Attualmente lo stabilimento dispone di 12 stampanti e la pianificazione della stampa degli ordini di produzione viene effettuata manualmente da un singolo operatore, il quale si accerta di ottimizzare la produzione seguendo alcune buone pratiche che permettono di risparmiare tempo e aumentare l'efficienza della produzione. L'obiettivo principale dell'azienda è quindi quello di ideare un sistema automatizzato, il quale deve creare una coda di stampa ottimizzata a partire dagli ordini di produzione non ancora evasi completamente. Tale sistema dovrà integrarsi completamente con il sistema gestionale esistente, il quale viene utilizzato quotidianamente dal personale dell'azienda per gestire la coda di stampa e registrare gli ordini ricevuti dalle piattaforme utilizzate per la vendita delle componenti e degli oggetti ornamentali (Amazon, Shopify e vendita B2B).

## 1.3 Motivazioni e problematiche attuali

La pianificazione manuale della coda di stampa genera ritardi e inefficienze operative, con ricadute dirette sui tempi di consegna. Per aumentare la produttività è essenziale ridurre al minimo le attività che richiedono l'intervento dell'operatore, in particolare:

- *cambi di materiale*, che introducono tempi di inattività e rallentano l'avanzamento;
- *cambi piatto* programmati al di fuori dell'orario di lavoro, poiché il cambio resta in sospeso fino al turno successivo.

Una schedulazione basata su un algoritmo di ottimizzazione consente di generare piani fattibili in modo più rapido e meno incline a errori, migliorando l'utilizzo delle stampanti e riducendo i tempi morti.

### 1.3.1 Obiettivi

Gli obiettivi dello stage formativo sono i seguenti:

- Realizzare un prototipo per l'ottimizzazione dinamica della coda di stampa;
- Definire una architettura logica della piattaforma;
- Integrare il sistema con il gestionale esistente;
- Testare il sistema con dataset realistici per validare le logiche implementate.

## 1.4 Organizzazione del testo

**Il secondo capitolo** descrive ...

**Il terzo capitolo** approfondisce ...

**Il quarto capitolo** approfondisce ...

**Il quinto capitolo** approfondisce ...

**Il sesto capitolo** approfondisce ...

**Nel settimo capitolo** descrive ...

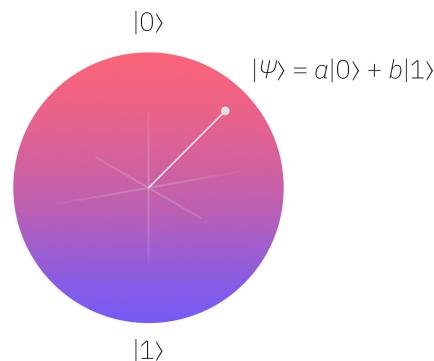
Riguardo la stesura del testo, relativamente al documento sono state adottate le seguenti convenzioni tipografiche:

- gli acronimi, le abbreviazioni e i termini ambigui o di uso non comune menzionati vengono definiti nel glossario, situato alla fine del presente documento;
- per la prima occorrenza dei termini riportati nel glossario viene utilizzata la seguente nomenclatura: *Application Program Interface<sub>G</sub>*;
- i termini in lingua straniera o facenti parti del gergo tecnico sono evidenziati con il carattere *corsivo*.

# Capitolo 2

## Processi e metodologie

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Aenean commodo ligula eget dolor. Aenean massa. Cum sociis natoque<sup>1</sup> penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Donec quam felis, ultricies nec<sup>2</sup>, pellentesque eu, pretium quis, sem.



[Rappresentazione Qubit]  
[Long description]

**Figura 2.1:** Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus

---

<sup>1</sup> *Manifesto Agile*. URL: <http://agilemanifesto.org/iso/it/>

<sup>2</sup> Albert Einstein, Boris Podolsky e Nathan Rosen. «Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?» In: *Physical Review* 47.10 (1935), pp. 777–780. DOI: [10.1103/PhysRev.47.777](https://doi.org/10.1103/PhysRev.47.777)

et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## 2.1 Processo sviluppo prodotto

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetur id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna, vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

```
#include <stdio.h>
int main() {
    print("Hello, world!");
    return 0;
}
```

**Codice 2.1:** Example of code

  Lorem ipsum:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    print("Hello, world!");
    return 0;
}
```

**Codice 2.2:** Example of code

  Lorem ipsum:

```
#include <stdio.h>
int main() {
    print("Hello, world!");
    return 0;
}
```

**Codice 2.3:** Example of code

# Capitolo 3

## Descrizione dello stage

### 3.1 Introduzione al progetto



**Figura 3.1:** Caption

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean

faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

## 3.2 Analisi preventiva dei rischi

Durante la fase di analisi iniziale sono stati individuati alcuni possibili rischi a cui si potrà andare incontro. Si è quindi proceduto a elaborare delle possibili soluzioni per far fronte a tali rischi.

### 1. Performance del simulatore hardware

**Descrizione:** le performance del simulatore hardware e la comunicazione con questo potrebbero risultare lenti o non abbastanza buoni da causare il fallimento dei test.

**Soluzione:** coinvolgimento del responsabile a capo del progetto relativo il simulatore hardware.

## 3.3 Requisiti e obiettivi

| A  | B  |
|----|----|
| AA | BB |

**Tabella 3.1:** Lorem.

## 3.4 Pianificazione



**Figura 3.2:** Caption

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### 3.4.1 subsection

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus

et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

### **3.4.1.1 subsubsection**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

#### **3.4.1.1.1 paragraph**

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium

## CAPITOLO 3. DESCRIZIONE DELLO STAGE

---

quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

# Capitolo 4

## Analisi dei requisiti

### 4.1 Casi d'uso

Per lo studio dei casi di utilizzo del prodotto sono stati creati dei diagrammi. I diagrammi dei casi d'uso (in inglese *Use Case Diagram*) sono diagrammi di tipo *Unified Modeling Language (UML)* dedicati alla descrizione delle funzioni o servizi offerti da un sistema, così come sono percepiti e utilizzati dagli attori che interagiscono col sistema stesso. Essendo il progetto finalizzato alla creazione di un tool *Nome del termine* per l'automazione di un processo, le interazioni da parte dell'utilizzatore devono essere ovviamente ridotte allo stretto necessario. Per questo motivo i diagrammi d'uso risultano semplici e in numero ridotto.

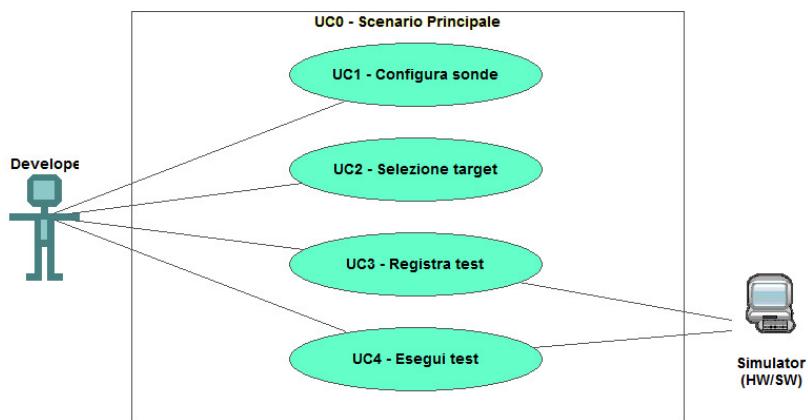


Figura 4.1: Use Case 0: Scenario principale

### **UC0: Scenario principale**

**Attori Principali:** Sviluppatore applicativi.

**Precondizioni:** Lo sviluppatore è entrato nel plugin di simulazione all'interno dell'IDE.

**Descrizione:** La finestra di simulazione mette a disposizione i comandi per configurare, registrare o eseguire un test.

**Postcondizioni:** Il sistema è pronto per permettere una nuova interazione.

### **UC1: Gestione Utente**

**Attori Principali:** Amministratore, Utente Registrato.

**Precondizioni:** L'utente deve essere autenticato nel sistema.

**Descrizione:** L'utente può gestire le informazioni del proprio profilo.

**Postcondizioni:** Le modifiche vengono salvate nel sistema.

**Scenario Alternativo:** Se l'utente non è autenticato, visualizza un messaggio di errore.

### **UC2: Creazione Prodotto**

**Attori Principali:** Amministratore.

**Precondizioni:** L'amministratore ha effettuato l'accesso al sistema.

**Descrizione:** L'amministratore può aggiungere un nuovo prodotto al catalogo.

**Postcondizioni:** Il nuovo prodotto viene aggiunto con successo.

**Scenario Alternativo:** Se i campi obbligatori non sono compilati, visualizza un messaggio di errore.

## **4.2 Tracciamento dei requisiti**

Da un'attenta analisi dei requisiti e degli use case effettuata sul progetto è stata stilata la tabella che traccia i requisiti in rapporto agli use case.

Sono stati individuati diversi tipi di requisiti e si è quindi fatto utilizzo di un codice identificativo per distinguerli.

Il codice dei requisiti, dove ogni requisito è identificato con il carattere **R**, è così strutturato:

**F**: Funzionale.

**Q**: Qualitativo.

**V**: Di vincolo.

**N**: Obbligatorio (necessario).

**D**: Desiderabile.

**Z**: Opzionale.

Nelle tabelle 4.1, 4.2 e 4.3 sono riassunti i requisiti e il loro tracciamento con gli use case delineati in fase di analisi.

### 4.3 Tabelle dei requisiti

| Requisito | Descrizione   | Use Case |
|-----------|---|----------|
| RFN-1     | L'interfaccia permette di configurare il tipo di sonde del test | UC1      |

**Tabella 4.1:** Tabella del tracciamento dei requisiti funzionali.

| Requisito                         | Descrizione  | Use Case |
|-----------------------------------|--|----------|
| RQD-1n                            | Le prestazioni del simulatore hardware deve garantire la giusta esecuzione dei test e non la generazione di falsi negativi | -        |
| RQD-1n                            | Le prestazioni del simulatore hardware deve garantire la giusta esecuzione dei test e non la generazione di falsi negativi | -        |
| Continua nella prossima pagina... |  |          |

**Tabella 4.2 – Continuo della tabella**

| Requisito | Descrizione  | Use Case |
|-----------|--|----------|
| RQD-1n    | Le prestazioni del simulatore hardware deve garantire la giusta esecuzione dei test e non la generazione di falsi negativi | -        |
| RQD-1n    | Le prestazioni del simulatore hardware deve garantire la giusta esecuzione dei test e non la generazione di falsi negativi | -        |
| RQD-1n    | Le prestazioni del simulatore hardware deve garantire la giusta esecuzione dei test e non la generazione di falsi negativi | -        |
| RQD-1n    | Le prestazioni del simulatore hardware deve garantire la giusta esecuzione dei test e non la generazione di falsi negativi | -        |

**Tabella 4.2:** Tabella del tracciamento dei requisiti qualitativi.

| Requisito | Descrizione   | Use Case |
|-----------|---|----------|
| RVO-1     | La libreria per l'esecuzione dei test automatici deve essere riutilizzabile | -        |

**Tabella 4.3:** Tabella del tracciamento dei requisiti di vincolo.

# **Capitolo 5**

## **Progettazione e codifica**

Breve introduzione al capitolo

### **5.1 Tecnologie e strumenti**

Di seguito viene data una panoramica delle tecnologie e strumenti utilizzati.

#### **Tecnologia 1**

Descrizione Tecnologia 1.

#### **Tecnologia 2**

Descrizione Tecnologia 2

### **5.2 Ciclo di vita del software**

### **5.3 Progettazione**

#### **5.3.1 Namespace 1**

Descrizione namespace 1.

## 5.4 Design Pattern utilizzati

## 5.5 Codifica

Blocco di codice in C

```
#include <stdio.h>
int main() {
    print("Hello, world!");
    return 0;
}
```

**Codice 5.1:** Example of code

# Capitolo 6

## Verifica e validazione



**Figura 6.1:** Lorem

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

Nam dui ligula, fringilla a, euismod sodales, sollicitudin vel, wisi. Morbi auctor lorem non justo. Nam lacus libero, pretium at, lobortis vitae, ultricies et, tellus. Donec aliquet, tortor sed accumsan bibendum, erat ligula aliquet magna,

vitae ornare odio metus a mi. Morbi ac orci et nisl hendrerit mollis. Suspendisse ut massa. Cras nec ante. Pellentesque a nulla. Cum sociis natoque penatibus et magnis dis parturient montes, nascetur ridiculus mus. Aliquam tincidunt urna. Nulla ullamcorper vestibulum turpis. Pellentesque cursus luctus mauris.

  Lorem ipsum:

```
def recur_fibo(n):
    if n <= 1:
        return n
    else:
        return(recur_fibo(n-1) + recur_fibo(n-2))

nterms = 10
if nterms <= 0:
    print("Please enter a positive integer")
else:
    print("Fibonacci sequence:")
    for i in range(nterms):
        print(recur_fibo(i))
```

**Codice 6.1:** Fibonacci recursive

  Lorem ipsum dolor sit amet, consectetuer adipiscing elit. Ut purus elit, vestibulum ut, placerat ac, adipiscing vitae, felis. Curabitur dictum gravida mauris. Nam arcu libero, nonummy eget, consectetuer id, vulputate a, magna. Donec vehicula augue eu neque. Pellentesque habitant morbi tristique senectus et netus et malesuada fames ac turpis egestas. Mauris ut leo. Cras viverra metus rhoncus sem. Nulla et lectus vestibulum urna fringilla ultrices. Phasellus eu tellus sit amet tortor gravida placerat. Integer sapien est, iaculis in, pretium quis, viverra ac, nunc. Praesent eget sem vel leo ultrices bibendum. Aenean faucibus. Morbi dolor nulla, malesuada eu, pulvinar at, mollis ac, nulla. Curabitur auctor semper nulla. Donec varius orci eget risus. Duis nibh mi, congue eu, accumsan eleifend, sagittis quis, diam. Duis eget orci sit amet orci dignissim rutrum.

# Capitolo 7

## Conclusioni

### 7.1 Consuntivo finale

Esempio di aggiunta di un termine con glossario e acronimo:

  Lorem *Software Development Kit (SDK)<sub>G</sub>* ipsum dolor.

  Nel successivo utilizzo, apparirà solo l'acronimo:

  Lorem *SDK<sub>G</sub>*.

  Nel caso si voglia invece mettere solo il termine per esteso, si può usare:

  Lorem *Software Development Kit<sub>G</sub>*.

### 7.2 Raggiungimento degli obiettivi

Esempio di termine con solo acronimo

  Lorem *Termine solo acronimo (TSA)<sub>G</sub>*, ipsum dolor sit amet

  termine costruito senza acronimo: Lorem *Nome del termine<sub>G</sub>*, ipsum dolor  
  sit amet

### 7.3 Conoscenze acquisite

  Lorem Ipsum dolor Lorem *Application Program Interface (API)<sub>G</sub>*

  Lorem Ipsum dolor Lorem *Application Program Interface<sub>G</sub>*

  Si può consultare il file *glossary\_acronyms.tex* per alcuni esempi.

## 7.4 Valutazione personale

## 7.5 Valutazione personale

# Bibliografia

## Testi

James P. Womack, Daniel T. Jones. *Lean Thinking, Second Editon*. Simon & Schuster, Inc., 2010.

## Articoli

Einstein, Albert, Boris Podolsky e Nathan Rosen. «Can Quantum-Mechanical Description of Physical Reality be Considered Complete?» In: *Physical Review* 47.10 (1935), pp. 777–780. DOI: [10.1103/PhysRev.47.777](https://doi.org/10.1103/PhysRev.47.777) (cit. a p. 5).

# Sitografia

*Manifesto Agile.* URL: <http://agilemanifesto.org/iso/it/> (cit. a p. 5).

*Sito Mugalab.* URL: <https://mugalab.com/> (cit. a p. 1).

*Sito Spazio Dev.* URL: <https://spaziodev.eu/> (cit. a p. 1).