

Università degli Studi di Padova

DIPARTIMENTO DI MATEMATICA “TULLIO LEVI-CIVITA”

CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA



Sviluppo API REST di un'applicazione web per la pianificazione delle risorse aziendali

Tesi di laurea

Relatore

Prof. Paolo Baldan

Laureando

Marco Brigo

ANNO ACCADEMICO 2022-2023

Lorem ipsum dolor sit amet, consectetur adipiscing elit.

— Oscar Wilde

Dedicato a ...

Sommario

Il presente documento descrive il lavoro svolto durante il periodo di stage, della durata di X ore, dal laureando Marco Brigo presso l'azienda Omicron Consulting Srl di Padova nel periodo che va dal 19 Giugno 2023 a X Agosto 2023.

Il progetto consisteva nello sviluppo di un software di richieste di pianificazioni delle risorse aziendali, verso determinati incarichi e secondo determinati parametri. L'obiettivo dello stage era inserirmi all'interno del progetto, più precisamente nel lato back-end. Il mio lavoro si concentrava sulla progettazione e l'implementazione di un'API REST e sulla creazione e la gestione di nuove tabelle nel database aziendale, utilizzate per la fruizione delle funzionalità da me implementate.

L'attività si è svolta partendo da uno studio preliminare delle tecnologie da utilizzare tramite esercitazioni e materiale fornito, passando per una progettazione dell'architettura e del database.

“Life is really simple, but we insist on making it complicated”

— Confucius

Ringraziamenti

Innanzitutto, vorrei esprimere la mia gratitudine al Prof. Nome Cognome, relatore della mia tesi, per l'aiuto e il sostegno fornitomi durante la stesura del lavoro.

Desidero ringraziare con affetto i miei genitori per il sostegno, il grande aiuto e per essermi stati vicini in ogni momento durante gli anni di studio.

Ho desiderio di ringraziare poi i miei amici per tutti i bellissimi anni passati insieme e le mille avventure vissute.

Padova, Mese AAAA

Nome Cognome

Indice

1	Introduzione	1
1.1	Convenzioni tipografiche nel documento	1
1.2	L'azienda ospitante	1
1.3	Il progetto	2
1.3.1	Presentazione	2
1.3.2	Motivazione del progetto	2
1.3.3	Il mio ruolo nel progetto	2
1.4	Organizzazione del testo	2
2	Analisi dei Requisiti	4
2.1	Scopo del capitolo	4
2.2	Descrizione generale	4
2.3	Semplificazioni adottate nei casi d'uso	4
2.4	Attori	5
2.5	Casi d'uso	5
2.5.1	Primo caso	5
2.6	Tracciamento dei requisiti	5
3	Background tecnologico	6
3.1	Scopo del capitolo	6
3.2	Tecnologie	6
3.3	Strumenti	8
3.3.1	Strumenti di sviluppo	8
3.3.2	Strumenti di supporto	9
4	Progettazione	11
4.1	Scopo del capitolo	11
4.2	Architettura REST	11
4.2.1	Convenzioni di denominazione REST	12
4.3	Spring MVC	12
4.3.1	Model	13
4.3.2	View	13
4.3.3	Controller	13
4.4	Design Pattern	14
4.5	Progettazione del database	15
4.5.1	Configurazione di Docker	15
4.5.2	Modello dati	16
4.6	Configurazione iniziale del progetto	16

<i>INDICE</i>	vi
4.6.1 Spring Initializr	16
4.6.2 Contenuto del pacchetto	17
5 Codifica	20
5.1 Scopo del capitolo	20
5.2 Endpoint sviluppati dell'API REST	20
5.3 Organizzazione del codice	21
5.3.1 Package common e config	21
5.3.2 Entities	22
5.3.3 Package dto	23
5.3.4 Repository-Service-Controller	23
5.3.5 Swagger UI	23
6 Verifica e Validazione	24
6.1 Testing	24
6.1.1 Unit testing	24
6.1.2 Esempio di un test effettuato	25
6.2 Validazione	26
7 Conclusioni	27
7.1 Consuntivo finale	27
7.2 Raggiungimento degli obiettivi	27
7.3 Conoscenze acquisite	27
7.4 Valutazione personale	27
Glossario	28
Bibliografia	29

Elenco delle figure

1.1	Logo Omicron	1
4.1	Schema Model-View-Controller	12
4.2	Interfaccia Spring Initializr	16
5.1	Package common e config	21
5.2	Schema di collegamento tra i componenti Repository,Service e Controller	23
6.1	Configurazione ambiente di testing	25
6.2	Code snippet test di creazione di una nuova Milestone	26

Elenco delle tabelle

5.1	Verbi Standard HTTP utilizzati	21
-----	--	----

Listings

4.1	pom.xml con dipendenze selezionate	18
-----	--	----

4.2 application.properties del progetto	18
---	----

Capitolo 1

Introduzione

1.1 Convenzioni tipografiche nel documento

Durante la stesura del testo sono state adottate le seguenti convenzioni:

- la sezione del glossario contiene i termini ritenuti ambigui o non di uso comune, che necessitano quindi di una loro definizione. Il suo scopo è quello di fornire una comprensione comune del linguaggio utilizzato e di evitare confusione o interpretazioni errate;
- per la prima occorrenza di un termine inserito nel glossario viene utilizzata la seguente nomenclatura: termine_g.

1.2 L'azienda ospitante



Figura 1.1: Logo Omicron

L'azienda Omicron Consulting è specializzata nello sviluppo di software gestionali e di revisione di processi aziendali. Essa è presente nel mercato ICT dal 1980, spiccando su vari settori, in cui hanno effettuato importanti implementazioni in area ICT come: Manufacturing, Automotive, Aerospace, Logistics e altre aree. Con particolare

riferimento al settore Manufacturing si sono specializzati nello sviluppo di progetti di trasformazione ERP (acquisendo la certificazione VAR di SAP), stringendo alleanze strategiche con realtà ICT nazionali ed internazionali.

Offrono servizi di gestione e supporto di sistemi ERP, sviluppo di progetti di Business Intelligence e personalizzazione di sistemi software.

Per completare il pacchetto dei servizi offerti, Omicron ha un'esperienza di alto livello negli ambiti Banking, Finance and Insurance, lavorando con le principali istituzioni bancarie e assicurative italiane.

Omicron oltre alle offerte che dedica ai clienti, si occupa anche di garantire un'alta formazione delle proprie risorse, investendo su progetti di ricerca e sviluppo.

1.3 Il progetto

1.3.1 Presentazione

L'applicativo permette la creazione di richieste di pianificazioni di risorse aziendali per svolgere un determinato incarico. In questo progetto per risorse aziendali si fa sempre riferimento alle risorse umane, quindi al personale o alla forza lavoro dell'azienda.

Il Project Manager_g potrà effettuare richieste di pianificazione di risorse aziendali, chiedendo disponibilità di figure professionali con determinate caratteristiche.

In seguito ad una richiesta accettata, il Program Manager_g distribuirà le risorse più adeguate alla richiesta, creando una pianificazione per ogni risorsa richiesta, specificando parametri quali la durata, l'attività da svolgere e molti altri.

1.3.2 Motivazione del progetto

L'approccio adottato per la gestione delle pianificazioni delle risorse e la loro disponibilità veniva gestito attraverso fogli Excel compilati e rivisti dai Program manager. Le nuove richieste di pianificazioni vengono comunicate ai Program Manager tramite posta elettronica, telefono e chat, rendendo arduo tenere traccia di tutto.

Il progetto nasce dunque dall'esigenza di semplificare la gestione delle richieste e delle pianificazioni, garantendo una visione più rapida della disponibilità delle risorse.

1.3.3 Il mio ruolo nel progetto

Le funzionalità da me sviluppate sono due: le richieste e le pianificazioni di risorse aziendali.

Il tutto è stato realizzato creando nuove tabelle da inserire nel database per la fruizione dei servizi dell'applicativo e lo sviluppo dell'API_g REST_g. Gli endpoint_g dell'API permettono operazioni CRUD_g su richieste, pianificazioni e milestone.

1.4 Organizzazione del testo

Questa sezione è dedicata alla spiegazione della struttura del documento, per dare indicazioni su come è organizzato il testo.

Capitolo 1: introduce il progetto, il mio ruolo all'interno del progetto e il profilo aziendale. Questo capitolo è l'unica parte in cui si parlerà del progetto nella sua totalità rispetto ai capitoli successivi che saranno inerenti esclusivamente al mio lavoro svolto;

Il secondo capitolo descrive i casi d'uso individuati ed i relativi requisiti;

Il terzo capitolo approfondisce ...

Il quarto capitolo approfondisce ...

Il quinto capitolo approfondisce ...

Il sesto capitolo approfondisce ...

Nel settimo capitolo descrive ...

Capitolo 2

Analisi dei Requisiti

2.1 Scopo del capitolo

La seguente sezione di Analisi dei Requisiti rappresenta una dettagliata e approfondita esplorazione delle necessità e delle aspettative che guidano la creazione e lo sviluppo del progetto in questione. Questa analisi è stata condotta al fine di definire chiaramente gli obiettivi e le funzionalità del prodotto, fornendo una base solida per la progettazione e l'implementazione del software.

2.2 Descrizione generale

Ogni caso d'uso è stato schematizzato secondo i seguenti punti:

- **attore coinvolto:** in cui si specifica l'attore;
- **descrizione:** offre una spiegazione più dettagliata del caso d'uso;
- **precondizioni:** rappresenta la condizione che deve essere soddisfatta e verificata affinché il caso d'uso possa essere eseguito con successo;
- **postcondizioni:** rappresenta lo stato dell'attore in seguito all'esecuzione con successo del caso d'uso;
- **estensioni:** in cui si specificano le eventuali estensioni collegate;
- **inclusioni:** in cui si specificano le eventuali inclusioni.

Vengono inserite anche delle immagini dell'UML_g per fornire una spiegazione visiva che può aiutare maggiormente la comprensione.

2.3 Semplificazioni adottate nei casi d'uso

All'interno dei casi d'uso è possibile leggere l'abbreviazione "vis." . Il seguente termine è utilizzato per abbreviare la parola "Visualizzazione".

Per agevolare la lettura delle immagini dei casi d'uso non è stato inserito il collegamento tra gli scenari principali e il database. È dato per scontato quindi, che ogni informazione venga recuperata dal database.

2.4 Attori

Gli attori che possiamo trovare all'interno dei casi d'uso rappresentano due risorse aziendali:

Project Manager

Conosciuto in Italia come il "Responsabile di Progetto", si occupa dell'avvio, pianificazione, esecuzione e controllo di un singolo progetto, seguendo tecniche di project management.

Le sue principali responsabilità sono:

- assicurarsi che i progetti siano allineati con gli obiettivi aziendali;
- coordinare le risorse umane, assicurandosi che vengano utilizzate in modo efficiente;
- stabilisce milestone, scadenze e obiettivi, monitorando lo stato di avanzamento dei progetti;
- comunica con stakeholder, team di progetto e altre parti interessate.

Program Manager

È un ruolo di gestione all'interno di un'organizzazione, ed è responsabile della pianificazione complessiva e del controllo di più progetti che compongono il suo programma. Collabora strettamente col Project Manager ed i loro compiti spesso si sovrappongono ma differiscono di portata, in quanto il Program Manager supervisiona gruppi di progetti gestiti singolarmente dai Project Manager.

2.5 Casi d'uso

2.5.1 Primo caso

2.6 Tracciamento dei requisiti

Capitolo 3

Background tecnologico

3.1 Scopo del capitolo

Questo capitolo tratta delle tecnologie e gli strumenti di sviluppo e di supporto utilizzati per la realizzazione del prodotto.

L'apprendimento delle seguenti tecnologie e strumenti è stato affrontato nella prima parte del tirocinio. Questo periodo di formazione è durato circa due settimane in cui il tutor mi ha fornito materiale ed esercitazioni per poter comprendere al meglio il contesto tecnologico.

3.2 Tecnologie

Java

Java è un linguaggio di programmazione ad alto livello, orientato agli oggetti e fortemente tipizzato, sviluppato originariamente da Sun Microsystems.

La sua popolarità deriva dalla sua portabilità, dalla vasta comunità di sviluppatori e dalle numerose risorse disponibili per l'apprendimento e lo sviluppo.

All'interno del mio progetto è stato utilizzato per lo sviluppo del lato back-end del prodotto.

SQL

SQL, acronimo di Structured Query Language, è un linguaggio di programmazione utilizzato per gestire e manipolare dati in un database relazionale. SQL fornisce una serie di comandi standardizzati che consentono agli sviluppatori e agli amministratori di database di eseguire operazioni come l'interrogazione dei dati, l'aggiornamento dei dati, l'inserimento di nuovi dati e la creazione e gestione degli schemi dei database.

Questo noto linguaggio è stato utilizzato nel progetto per i seguenti motivi:

- creare le tabelle o trigger utili alla fruizione dei servizi del progetto;
- eseguire query per inserire, recuperare, eliminare o modificare dati in base alle richieste.

Microsoft SQL Server

SQL Server è un DBMS (Database Management System) relazionale sviluppato da Microsoft. È una piattaforma dati che si utilizza per creare e gestire database, principalmente in ambito aziendale.

Spring

Spring è un framework_g di sviluppo di applicazioni Java che offre un'ampia gamma di strumenti e librerie per semplificare la creazione di applicazioni aziendali robuste, scalabili e di alta qualità. Spring fornisce anche moduli specifici per la gestione dei dati, lo sviluppo web e la sicurezza, rendendolo uno degli strumenti più utilizzati per lo sviluppo Java.

A questo framework sono associati tanti altri progetti, che hanno nomi composti come Spring Boot, Spring Data e molti altri.

All'interno del progetto Spring è stato utilizzato per sviluppare l'API REST.

Spring Boot

Spring Boot è un modulo del framework di sviluppo Java Spring che semplifica la creazione, la configurazione e l'avvio di applicazioni Java. Fornisce un ambiente pronto all'uso per sviluppare rapidamente applicazioni Spring, eliminando gran parte della complessità associata alla configurazione. Spring Boot utilizza convenzioni intelligenti e configurazioni predefinite per accelerare lo sviluppo, consentendo agli sviluppatori di concentrarsi sulle funzionalità dell'applicazione anziché sulla configurazione di base.

Spring Data

Spring Data è un modulo del framework Spring che fornisce un'astrazione per semplificare l'accesso e la gestione dei dati nelle applicazioni Java. Esso offre un'interfaccia unificata per interagire con una varietà di fonti di dati, tra cui database relazionali, database NoSQL e altri servizi di memorizzazione dati.

Questo modulo è stato utile nel progetto per interfacciare l'applicazione con il database.

JSON

JSON, acronimo di JavaScript Object Notation, è un formato leggero di scambio di dati utilizzato comunemente per rappresentare oggetti e strutture di dati. JSON è ampiamente utilizzato per rappresentare dati in applicazioni web, servizi API, scambio di dati tra client e server, configurazioni di applicazioni e molto altro.

All'interno del progetto permette lo scambio di dati tra il lato front-end ed il lato back-end.

3.3 Strumenti

3.3.1 Strumenti di sviluppo

Gli strumenti di sviluppo sono utilizzati direttamente per creare, implementare e testare le funzionalità dell'applicazione. Essi contribuiscono alla realizzazione delle funzionalità dell'applicazione stessa.

IntelliJ IDEA

IntelliJ IDEA è un potente ambiente di sviluppo integrato (IDE) sviluppato da JetBrains, progettato principalmente per la programmazione in linguaggi come Java, Kotlin, Scala e altri. È noto per la sua ricca serie di funzionalità progettate per migliorare l'efficienza degli sviluppatori e semplificare il processo di sviluppo del software. Il seguente IDE è stato utilizzato per la scrittura del codice in Java.

Maven

Maven è uno strumento di gestione delle build e delle dipendenze che fornisce un sistema di automazione per la compilazione, il testing, il packaging delle applicazioni e il download delle dipendenze.

All'interno di questo progetto Maven è stato utilizzato con Spring Boot per semplificare la gestione delle dipendenze e delle versioni.

DBeaver

DBeaver è un'applicazione di amministrazione di database universale e strumento client SQL. È utilizzato per connettersi, esplorare, gestire e interrogare diversi tipi di database.

All'interno del progetto è stato utilizzato per interagire col database.

Hibernate

Hibernate è un framework di mapping oggetto-relazionale (ORM). L'obiettivo principale di Hibernate è semplificare la gestione e l'accesso ai dati in un database relazionale utilizzando oggetti Java anziché scrivere query SQL manualmente.

Postman

Postman è un'applicazione di sviluppo di API (Application Programming Interface) che consente agli sviluppatori di creare, testare, documentare e monitorare le API. Nel corso del progetto è stato uno strumento altamente utilizzato sia come API testing tool.

3.3.2 Strumenti di supporto

Gli strumenti di supporto sono utilizzati per attività che sostengono lo sviluppo del progetto. Essi contribuiscono a migliorare la gestione, la qualità e l'efficienza del processo di sviluppo.

Microsoft Teams

Microsoft Teams è una piattaforma di comunicazione e collaborazione aziendale sviluppata da Microsoft. Offre strumenti per la chat, le videoconferenze, la condivisione di documenti e la gestione dei progetti, consentendo ai team di lavorare insieme in modo efficace sia in ufficio che a distanza.

Questa piattaforma è stata utilizzata nel corso del progetto per poter comunicare con il tutor anche quando non era in ufficio o con altri colleghi per determinate situazioni lavorative.

Notion

Notion è un'applicazione di gestione delle informazioni, utilizzata per prendere appunti, creare elenchi di attività, scrivere documenti e molto altro grazie alla sua interfaccia flessibile personalizzabile dagli utenti.

Questa applicazione è stata utilizzata nel corso della mia attività di Stage per prendere appunti o tenere traccia delle tasks che dovevo svolgere.

Microsoft Excel

Microsoft Excel è un'applicazione software di fogli di calcolo sviluppata da Microsoft. È utilizzata per creare, organizzare e analizzare dati in forma di tavole e grafici, offrendo inoltre molte funzionalità per eseguire calcoli.

Questa applicazione è stata utilizzata nel progetto allo scopo di velocizzare la creazione di dati fittizi per popolare le tabelle del database per poter testare quanto prodotto.

Visual Studio Code

Visual Studio Code è un editor di codice sorgente sviluppato da Microsoft. È progettato per fornire un ambiente di sviluppo leggero, flessibile e personalizzabile per programmatori e sviluppatori.

È stato utilizzato nel progetto scaricando varie estensioni per visualizzare l'API e l'UML del database.

Docker

Docker è una piattaforma di containerizzazione_g che consente di creare, distribuire e gestire container_g virtualizzati_g. Permette di far funzionare le applicazioni in altri ambienti con facilità.

Nel progetto è stato utilizzato per creare un server locale con un'immagine del database MSSQL.

Swagger

Swagger è un insieme di strumenti e specifiche che consentono la documentazione, la progettazione e il test di API. Permette una migliore comunicazione dei propri endpoint dell'API semplificandone la lettura e la comprensione.

Git

Git è un sistema di controllo versione distribuito utilizzato nello sviluppo software. Consente di tenere traccia delle modifiche apportate al codice sorgente e di semplificare la collaborazione tra sviluppatori in progetti di programmazione.

GitLab

GitLab è una piattaforma di sviluppo software basata su web che offre una serie di strumenti per la gestione del ciclo di vita dello sviluppo delle applicazioni. Le principali funzionalità sono: la gestione dei repository Git, la collaborazione tra i membri del team e il monitoraggio delle issue.

All'interno del progetto è stato utilizzata come repository per tenere salvato il progresso del progetto. Nella mia attività di stage ho lavorato su un branch a me dedicati.

Git Extensions

Git Extensions è un'interfaccia grafica per il sistema di controllo versione distribuito Git. Questo software fornisce una modalità visuale per interagire con i repository Git.

Capitolo 4

Progettazione

4.1 Scopo del capitolo

In questo capitolo si tratterà dei giorni successivi all'apprendimento del background tecnologico, in cui sono state improntate le basi dell'architettura del progetto, definendo lo schema del database su cui si poggia l'API.

Nei seguenti paragrafi verrà quindi trattata l'architettura e le configurazioni utilizzate che funzionano da base per l'implementazione di quanto sviluppato.

4.2 Architettura REST

L'architettura REST, acronimo di "Representational State Transfer", è un approccio di progettazione per la creazione di servizi web che si basa sui principi dell'HTTP (Hypertext Transfer Protocol).

Le principali caratteristiche di un'architettura REST includono:

- **Sistema client-server**, dove il client è chi fa le richieste e il server fornisce le risposte;
- **Sistema layered**, perchè possono essere composte da più livelli di servizi indipendenti;
- **Stateless**, significa che il server non contiene client state, quindi ogni richiesta ha abbastanza informazione per il server per processarla;
- **Cacheable**, significa che l'architettura può memorizzare le risposte dei server e riutilizzarle;
- **Resource-based**: questo approccio è considerato tale, dato che si concentra sull'identificazione e la gestione delle risorse all'interno di un sistema. Le risorse vengono identificate da degli URI ed esse possono essere create, aggiornate, richieste o eliminate (operazioni CRUD) attraverso operazioni HTTP standard (POST, PUT, GET, DELETE);
- **Manipolazione delle risorse**, poichè le risorse sono diverse dalla loro rappresentazione logica, utilizzando formati come JSON o XML.

Questo stile architetturale è utilizzato soprattutto per la realizzazione di API poichè l'adozione dei principi standard di HTTP mantiene un'interfaccia uniforme e l'approccio resource-based ne semplifica la progettazione, dato che le risorse vengono identificate da URI_g.

4.2.1 Convenzioni di denominazione REST

Buona prassi nella creazione di un'API REST è il rispetto di convenzioni per la nomenclatura degli endpoint_g. Sebbene non esista un'unica convenzione obbligatoria, esistono delle best practices per garantire una facile lettura e comprensibilità per agevolare gli sviluppatori che adoperano l'API.

Le seguenti convenzioni sono state rispettate nella progettazione dell'API:

- pluralizzare le risorse, per distinguere se si fa riferimento ad una lista di una determinata risorsa o ad una singola risorsa;
- usare lettere minuscole;
- non usare estensioni dei file;
- in caso di nomi composti utilizzare il "-";
- non usare underscore;
- non utilizzare abbreviazioni o slang;
- non utilizzare verbi, poichè l'azione dovrebbe essere indicata dal metodo HTTP utilizzato.

4.3 Spring MVC

Nello sviluppo di una API REST tramite Spring Boot è comune l'utilizzo del pattern architetturale Model-View-Controller(MVC).

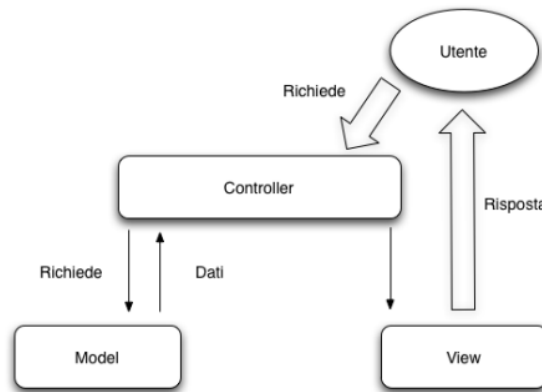


Figura 4.1: Schema Model-View-Controller

4.3.1 Model

Il Modello o Model in inglese, rappresenta i dati e i metodi per accedere ai dati dell'applicazione. Se esso viene aggiornato in seguito ad azioni o eventi, notificherà la View e il Controller del cambiamento.

Nel contesto dello sviluppo di un'API REST, il Model contiene dati che vengono elaborati e restituiti dall'API.

All'interno del progetto il Model è formato dai seguenti elementi.

Entità

Le entità sono risorse rappresentate con classi Java segnate con l'annotazione `@Entity`. Utilizzando questa annotazione si identifica che quella classe è mappata a una tabella del database. Esse dichiarano al loro interno, tramite annotazioni JPA apposite, gli attributi corrispondenti alla tabella a cui fa riferimento e, altre annotazioni per mantenere le relazioni presenti nel database tra le tabelle.

Repository

Le repository implementate nel progetto gestiscono l'accesso ai dati e definiscono metodi per eseguire operazioni di base sui dati, come l'inserimento, la modifica, la cancellazione e la ricerca. Tutto questo estendendo interfacce JPA, che consentono di eseguire operazioni in una base di dati senza scrivere codice SQL o query.

DTO

Data Transfer Object (DTO), oggetti utilizzati per modellare le rappresentazioni dei dati, utilizzati per definire sia i dati inviati dal client nelle requests che quelli che inviati dal server al cliente nelle responses.

4.3.2 View

La Vista o View in inglese, è responsabile di mostrare i dati provenienti dal Model e dell'interazione con l'utente. Essa cattura gli input dell'utente e delega al Controller l'elaborazione.

Dato che il progetto si concentrava sul lato back-end, precisamente sullo sviluppo dell'API REST, non ho quindi sviluppato una vera e propria View, poichè l'output è in formato JSON. In questo contesto l'output prodotto contenente i dati presentati al client in formato JSON, potrebbe essere considerata come "View".

4.3.3 Controller

Il Controller gestisce il flusso dell'applicazione. Esso riceve i comandi dell'utente attraverso la View e reagisce eseguendo operazioni conseguenti. Queste sue operazioni possono o meno coinvolgere il Model, ma portano generalmente sempre ad un cambiamento di stato della View.

All'interno del meccanismo di Spring MVC il Controller gestisce le richieste HTTP in arrivo, selezionando il Controller adeguato e assegnato a quell'endpoint API. Sono quindi responsabili di ricevere le richieste, elaborarle e restituire le risposte corrispondenti.

Per identificare il metodo associato ad una determinata operazione HTTP, vengono utilizzate le seguenti annotazioni *@PostMapping*, *@GetMapping*, *@PutMapping*, *@PatchMapping* e *@DeleteMapping*. Internamente a questi metodi viene richiamato il Service appropriato per eseguire operazioni utili al risultato finale da restituire.

Per garantire che i dati inseriti dagli utenti o provenienti da richieste siano conformi alle aspettative e non causino errori vengono inseriti dei controlli di validazioni all'interno dei metodi del Controller.

All'interno del progetto il Controller è formato dai seguenti elementi.

Service

I Service eseguono operazioni complesse ed elaborazioni di dati, gestendo la business logic dell'applicazione. Essi interagiscono con i Repository per recuperare dati dal database e vengono richiamati all'interno dei metodi del Controller.

Exception Handler

Per centralizzare la gestione delle eccezioni è stato creato un handler che garantisce uniformità alle eccezioni che l'applicazione può produrre.

4.4 Design Pattern

Nel prodotto sviluppato possiamo notare i seguenti Design Pattern. Ad eccezione dell'ultimo Design Pattern adottato, in riferimento all'elenco sottostante, i restanti Design Pattern sono già implementati da Spring e Spring Boot.

Repository pattern

Repository è un pattern ideato per dividere le operazioni di business logic da quelle di persistenza dei dati. Questo pattern fornisce astrazione ai dati nascondendo i dettagli di accesso, facilita il testing, supporta diverse sorgenti di dati e mantiene un codice riutilizzabile in quanto non sarà necessario modificare ampiamente il codice in caso di modifiche alla sorgente dati.

In Spring Boot vengono implementate interfacce annotandole con l'annotazione *@Repository* ed estendendole con interfacce JPA che permettono l'utilizzo di metodi che forniscono query basilari o la possibilità di creare metodi custom per query personalizzate.

Dependency Injection

Dependency Injection è un pattern che inietta una dipendenza in una classe senza sapere l'implementazione effettiva. Questo può avvenire attraverso constructor injection, setter injection o method injection. Gli obiettivi di questo pattern sono: eliminare il forte accoppiamento tra le classi, rendere il codice più manutenibile e più facile da testare. In Spring Boot risulta evidente tramite l'utilizzo di annotazioni come *@Autowired*, iniettando direttamente le dipendenze necessarie, promuovendo il concetto successivo di Inversion of Control;

Inversion of Control

Inversion of Control (IoC) è un design pattern nato sul concetto di invertire il controllo del flusso del sistema nella gestione delle dipendenze e del controllo interno di un'applicazione. Normalmente è l'applicazione che controlla le dipendenze o il flusso di esecuzione, ma questa responsabilità, utilizzando questo pattern, viene trasferita ad un framework. Il framework instanzia oggetti, inietta le dipendenze e coordina il flusso di esecuzione.

Spring Boot è costruito proprio su questo concetto chiave. Esso è correlato a IoC per i seguenti motivi:

- Component scan, esegue automaticamente uno scan delle classi individuando quelle contrassegnate con annotazioni come *@Service*, *@Repository*, *@Controller* e altre;
- Semplifica la gestione delle dipendenze, fornendo degli insiemi di dipendenze utili per determinate tecnologie sotto il nome di "starters", velocizzando l'inizializzazione delle dipendenze senza doverle configurare manualmente, fornendo un senso di controllo sulla configurazione iniziale;
- Dependency Injection;
- Application Context, agisce come contenitore per i bean dell'applicazione. Esso gestisce i loro cicli di vita e inietta le dipendenze nei punti appropriati.

Data Transfer Object

Data Transfer Object (DTO) è un pattern utilizzato per gestire il trasferimento dei dati tra client e server. Gli obiettivi principali del pattern sono:

- Sicurezza, in quanto puoi controllare cosa si invia;
- Flessibilità, puoi adattare i DTO in base alle esigenze dell'API;
- Separano la rappresentazione interna da quella esterna dei dati.

Nel contesto di una API REST, i DTO vengono utilizzati sia nella Request che nella Response. Vengono utilizzati in entrambi i punti perché quando il client invia dei dati magari non necessita degli oggetti completi ma solo di alcune informazioni. Invece quando il server restituisce dei dati il client se li può aspettare sotto una determinata struttura.

Front Controller

Il Front Controller è un design pattern che permette di centralizzare la gestione delle richieste all'interno di un'applicazione. In Spring MVC è implementato dal framework per gestire le richieste HTTP verso il Controller adeguato.

4.5 Progettazione del database

4.5.1 Configurazione di Docker

I container Docker offrono un'isolamento completo dell'ambiente, che aiuta a evitare conflitti di dipendenze e interferenze con altre applicazioni o servizi che potrebbero

essere presenti sul sistema. Per questo motivo si è deciso di utilizzare l'approccio di sandboxing_g che offre Docker, poichè l'utilizzo di container consente di isolare le applicazioni e i servizi in ambienti virtualizzati, condividendo il kernel del sistema operativo host ma separando le loro risorse e i loro processi.

Dato che le tabelle di mia creazione dovevano integrarsi con il database aziendale, tramite il tool Docker Compose_g e un file di configurazione *docker-compose.yml*, è stato possibile avviare un nuovo container contenente un'immagine di Microsoft SQL Server, che forniva un backup del database aziendale con dati e tabelle.

4.5.2 Modello dati

IMMAGINE UML SENZA ATTRIBUTI

Nel seguente disegno si può notare il database su cui poggia l'API.

È stata inserita una nomenclatura «esterna» per indicare le tabelle provenienti dal database aziendale.

Di seguito elenco le tabelle da me create, spiegandone l'utilizzo e gli attributi:

TUTTE LE TABELLE MIE

4.6 Configurazione iniziale del progetto

4.6.1 Spring Initializr

Figura 4.2: Interfaccia Spring Initializr

Spring Initializr è uno strumento online fornito dalla community di Spring Framework, che consente di creare rapidamente un progetto Spring Boot personalizzato, con le dipendenze e le configurazioni preselezionate dall'utente. Questo strumento semplifica

notevolmente il processo di inizializzazione di un progetto Spring Boot, permettendo agli sviluppatori di risparmiare tempo e concentrarsi sulla scrittura del codice.

L'utente può selezionare il tipo di progetto di cui ha bisogno, come ad esempio un progetto Maven o Gradle, e specificare il linguaggio e la versione di Spring Boot desiderati. Inoltre, può anche inserire i metadati del progetto, come il nome del progetto e il nome dei packages.

Una volta selezionate le opzioni desiderate, l'utente può scegliere le dipendenze per il progetto. Le dipendenze sono librerie di terze parti che forniscono funzionalità aggiuntive al progetto.

Dopo aver selezionato le dipendenze, l'utente può scaricare il progetto Spring Boot personalizzato in formato ZIP.

4.6.2 Contenuto del pacchetto

Il file ZIP scaricato precedentemente contiene tutti i file necessari per iniziare a lavorare sul progetto. All'interno di questo pacchetto troviamo i seguenti elementi rilevanti:

- file di configurazione *application.properties* e file di build *pom.xml* con le dipendenze selezionate e scaricate;
- classe principale, rappresenta il punto di ingresso dell'applicazione ed è annotata con *@SpringBootApplication*. Il metodo *main()* al suo interno avvierà l'applicazione Spring;
- un Controller d'esempio per mostrare come gestire le richieste HTTP;
- una struttura base dei package.

Di seguito riporto uno snippet_g del file di build *pom.xml* che si ottiene creando un progetto con le dipendenze sopra selezionate. La configurazione di Maven avviene proprio tramite questo file.

All'interno di questo file si possono trovare i seguenti tag:

- *<dependencies>*, indica una lista di dipendenze;
- *<build>*, contiene impostazioni di costruzione e compilazione;
- *<plugins>*, contiene plugin di Maven;
- *<properties>*, contiene proprietà definite dall'utente;
- *<groupId>*, organizzazione che ha creato il progetto;
- *<artifactId>*, nome unico del progetto;
- *<version>*, versione del progetto.

Nel file si possono notare le seguenti dipendenze:

- *spring-boot-starter-web*, per utilizzare il framework Spring MVC per la creazione di applicazioni Web;
- *spring-boot-starter-jpa*, per la persistenza dei dati;
- *spring-boot-devtools*, offre tools per migliorare il processo di sviluppo come live reload e rilascio automatico;

- *spring-boot-starter-test*, per includere librerie di testing.

Rispetto al file utilizzato nel progetto mancano le seguenti dipendenze:

- *Dipendenza 1*;
- *Dipendenza 2*;
- *Dipendenza 3*.

```

1  <properties>
2    <java.version>17</java.version>
3  </properties>
4  <dependencies>
5    <dependency>
6      <groupId>org.springframework.boot</groupId>
7      <artifactId>spring-boot-starter-data-jpa</artifactId>
8    </dependency>
9    <dependency>
10     <groupId>org.springframework.boot</groupId>
11     <artifactId>spring-boot-starter-web</artifactId>
12   </dependency>
13
14   <dependency>
15     <groupId>org.springframework.boot</groupId>
16     <artifactId>spring-boot-devtools</artifactId>
17     <scope>runtime</scope>
18     <optional>true</optional>
19   </dependency>
20   <dependency>
21     <groupId>org.springframework.boot</groupId>
22     <artifactId>spring-boot-starter-test</artifactId>
23     <scope>test</scope>
24   </dependency>
25 </dependencies>
26
27 <build>
28   <plugins>
29     <plugin>
30       <groupId>org.springframework.boot</groupId>
31       <artifactId>spring-boot-maven-plugin</artifactId>
32     </plugin>
33   </plugins>
34 </build>

```

Listing 4.1: pom.xml con dipendenze selezionate

Il secondo file qui sotto rappresentato è il file configurazione *application.properties*. Di seguito riporto il file che ho utilizzato nel progetto:

```

1 logging.level.root=INFO
2 logging.level.org.springframework=ERROR
3 logging.level.org.hibernate=TRACE
4 logging.level.it.micronconsulting=DEBUG
5 logging.level.org.hibernate.SQL=DEBUG
6 logging.level.org.hibernate.type.descriptor.sql.BasicBinder=TRACE
7
8
9 spring.datasource.url=jdbc:sqlserver://localhost;databaseName=
   DBDELIVERONE;Trusted_Connection=False;\MultipleActiveResultSets=true;
   encrypt=true;trustServerCertificate=true;
10 spring.datasource.driverClassName=com.microsoft.sqlserver.jdbc.
   SQLServerDriver

```

```
11 spring.datasource.username=SA
12 spring.datasource.password=Password.1
13
14
15 spring.jpa.properties.hibernate.format_sql=true
16 spring.jpa.hibernate.dialect=org.hibernate.dialect.SQLServerDialect
17 spring.jpa.hibernate.ddl-auto=validate
18
19 springdoc.swagger-ui.filter=true
20 springdoc.swagger-ui.tagsSorter=alpha
```

Listing 4.2: application.properties del progetto

Possiamo notare come il file utilizzi un formato di configurazione basato su chiavi e valori. Le chiavi rappresentano le diverse proprietà di configurazione dell'applicazione, mentre i valori rappresentano le impostazioni specifiche.

Nel file possiamo notare le seguenti chaivi:

- *logging.level*, servono per configurare il livello di dettaglio dei log per diverse classi o package all'interno dell'applicazione;
- *spring.datasource*, servono per collegarsi ad un database, in questo caso locale, inserendo username e password e driver di MSSQL;
- *spring.jpa.hibernate* e *spring.jpa.properties.hibernate*, servono per configurare le impostazioni di Hibernate, impostando la validazione schema-entità, il dialetto_g del server SQL e il suo livello di log;
- *springdoc.swagger-ui*, libreria che fornisce integrazione tra Spring Boot e Swagger UI.

Capitolo 5

Codifica

5.1 Scopo del capitolo

Nel seguente capitolo si può osservare il lavoro dei giorni seguenti alla Progettazione fino alla fine del periodo di tirocinio. In questo capitolo viene illustrato lo sviluppo dell'API REST, come è stato organizzato il codice parlando di classi e package, la codifica dei moduli più rilevanti ed infine la validazione.

5.2 Endpoint sviluppati dell'API REST

In questa sezione si trovano le descrizioni di tutti gli endpoint implementati, suddivisi in base all'ambito di interesse del servizio. Sarà fornito anche il verbo HTTP e il percorso necessario per effettuare ciascuna richiesta.

I verbi standard forniti da HTTP utilizzati applicati all'API REST sono i seguenti:

Verbo	Descrizione
POST	Utilizzato per inviare dati al server al fine di creare una nuova risorsa ed aggiungerla all'insieme corrente
GET	Utilizzato per richiedere dati al server in merito ad una o più risorse senza modificarle
DELETE	Utilizzato per eliminare una risorsa specifica dal server
PUT	Utilizzato per aggiornare totalmente una risorsa e viene utilizzato quando si vuole sostituire completamente una risorsa

PATCH	Utilizzato per effettuare aggiornamenti parziali a una risorsa esistente
-------	--

Tabella 5.1: Verbi Standard HTTP utilizzati

Alla fine del progetto questi sono gli endpoint che sono stati sviluppati:

GLI ENDPOINT IN UNA TABELLA CON VERBO + PATH + DESCRIZIONE

5.3 Organizzazione del codice

5.3.1 Package common e config

I package contengono i seguenti file .java:

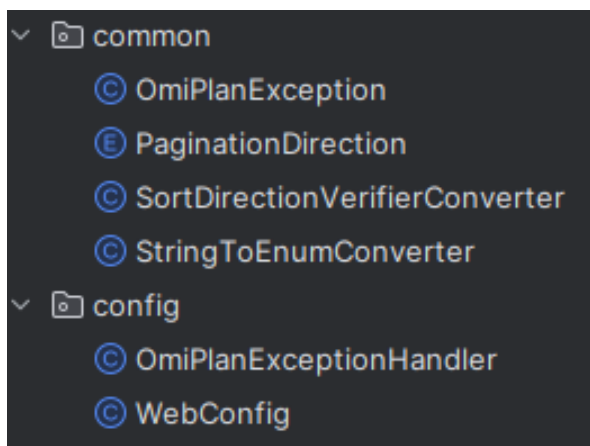


Figura 5.1: Package common e config

Common

- **OmiPlanException**, eccezione custom utilizzata per gestire le *RuntimeException*. Classe formata da un *HttpStatus* per mostrare lo stato di risposta HTTP e dal messaggio fornito al lancio dell'eccezione;
- **PaginationDirection**, classe enum per gestire la direzione della paginazione (ASC o DESC);
- **SortDirectionVerifierConverter**, classe che implementa l'interfaccia *Converter<S,T>* (componente Java utilizzato quando si lavora con strutture dati o oggetti che devono essere trasformati o adattati in tipi diversi) per verificare che la direzione inserita sia ASC o DESC e gestire la *RunTimeException* in caso non sia una variabile enum;

- **StringToEnumConverter**, classe che implementa l'interfaccia *Converter<S,T>* per convertire la direzione Stringa inserita nell'enum della direzione di pagina.

Config

- **OmiPlanExceptionHandler**, handler_g con il compito di gestire le eccezioni runtime e le altre segnandole come "Unexpected error". Questa classe è annotata con *@ControllerAdvice*, poiché definisce una classe che gestisce in maniera centralizzata le eccezioni. Contiene due metodi annotati con *@ExceptionHandler* che gestiscono rispettivamente le *RunTimeException* e le altre eccezioni generali *Exception*;
- **WebConfig**, classe annotata con l'annotazione *@Configuration* indicando che è una classe di configurazione e che contiene definizioni di bean o altre configurazioni necessarie per l'applicazione. Essa infatti estende *WebMvcConfigurer* che consente di modificare le configurazioni predefinite di Spring MVC, in questo caso aggiungendo i converter sopra citati.

5.3.2 Entities

FOTO DEI PACKAGE ENTITA

All'interno del package Entities troviamo le entità.

Per entità si intendono tutte quelle classi Java che definiscono i modelli di dati dell'applicazione. Queste classi vengono annotate con le seguenti annotazioni JPA utili a stabilire come la classe venga associata a una tabella presente nel database relazionale. Ogni istanza di un'entità rappresenta una riga nella tabella relativa.

- *@Entity*, per mappare le classi Java che rappresentano una tabella in un database si inserisce questa notazione specificando a class level_g.
- *@Table*, nella maggior parte dei casi il nome di una tabella nel database e il nome dell'entità non sono gli stessi. Per questo motivo è stata utilizzata la seguente annotazione per specificare il nome della tabella.

FOTO ENTITA ELABORATA

Spiegazione annotazioni.

FOTO DI UNA ENTITA DTO

Come funziona e a cosa serve.

5.3.3 Package dto

5.3.4 Repository-Service-Controller

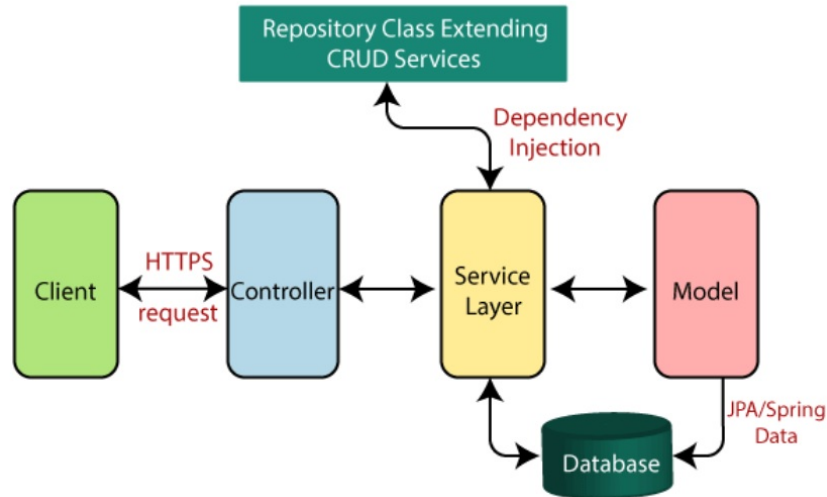


Figura 5.2: Schema di collegamento tra i componenti Repository, Service e Controller

Funzionamento.

FOTO DI COME SONO NELLA DIRECTORY

Presentazione di una Repository in particolare con spiegazione annotazioni.

Presentazione di una Service in particolare con spiegazione di un metodo in particolare, magari quello che excell che esegue la query.

Presentazione di un ControllerImpl in particolare con spiegazione annotazioni.

5.3.5 Swagger UI

Spiegazione come è stata creata la grafica per gli endpoint con screen di un'interfaccia Controller.

Capitolo 6

Verifica e Validazione

Durante tutto il periodo di tirocinio, ad ogni avanzamento di funzionalità e quindi cambio di requisito da soddisfare, con il tutor Antonio Fasolato è stato verificato che il codice sviluppato fino a quel momento fosse conforme con quanto aspettato e producesse output veritieri. Questo era aiutato inoltre dai controlli, inseriti nel codice, di validazione effettuati nei vari Controller e ulteriori controlli inseriti nei Service per garantire l'utilizzo di valori corretti.

Veniva effettuata dapprima un'analisi statica sul codice prodotto, eseguendo una lettura mirata focalizzandoci sugli errori più noti e probabili, andando verso errori più specifici in base alla funzionalità implementata.

Il software poi veniva eseguito per essere conforme alle attese e in caso di errori veniva eseguita un'ulteriore verifica successivamente alla mia correzione dell'errore presentatosi.

Svolgendo questa analisi regolarmente, permetteva di identificare e correggere errori evitando la loro propagazione nel corso della codifica.

6.1 Testing

Per garantire la sicurezza e l'affidabilità, negli ultimi giorni di tirocinio, sono stati introdotti i test di unità.

Questo processo è iniziato con lo studio delle seguenti tecnologie:

- JUnit, framework di testing per Java utilizzato per la scrittura e l'esecuzione di test d'unità. L'adozione delle annotazioni e dei vari metodi che fornisce semplifica il processo di scrittura di questi test;
- Mockito, framework di testing per Java che si concentra sulla creazione di oggetti simulati (mock) per testare unità di codice. Gli oggetti mock imitano il comportamento di oggetti reali, consentendo ai test di focalizzarsi su parti specifiche del codice, permettendo ai test di non dover interagire con database o sistemi esterni.

6.1.1 Unit testing

Tramite i due framework poco fa citati, è stato possibile introdurre i test di unità.

Gli unit test (test di unità) verificano il funzionamento corretto di singole unità di codice, come metodi o classi. Questi test vengono sviluppati isolandosi dalle dipendenze

esterne permettendo di verificare che il codice funzioni correttamente e che produca risultati attesi.

Si è andato a testare ciò che valeva la pena testare, quindi ciò che io avevo prodotto come metodi o classi. Componenti introdotti da librerie o framework non hanno necessitato di test, dando per assodato il loro funzionamento.

Dato il poco tempo rimanente, per mettere in pratica quanto appreso, si è deciso di limitare lo svolgimento dei test su un *@Service* semplice, *MilestoneService*, andando a testare il corretto funzionamento dei suoi metodi.

6.1.2 Esempio di un test effettuato

```
@ExtendWith(MockitoExtension.class)
public class MilestoneServiceTests {

    14 usages
    @InjectMocks
    SchedMilestoneService milestoneService;

    11 usages
    @Mock
    SchedMilestoneRepository milestoneRepository;

    1 usage
    @Mock
    SchedProgettoRepository progettoRepository;

    1 usage
    @Mock
    SchedPianificazioneRepository pianificazioneRepository;

    @BeforeEach
    public void init() { MockitoAnnotations.openMocks( testClass: this); }
```

Figura 6.1: Configurazione ambiente di testing

Per poter eseguire dei test su oggetti simulati (mock) , sono stati utilizzate le seguenti componenti.

Tramite l'annotazione *@Mock* sono stati creati i componenti mock da iniettare all'interno del Service sotto test tramite l'annotazione *@InjectMocks*. Tramite il metodo *init()*, annotato con *@BeforeEach*, inizializziamo i metodi che vogliamo mockare permettendo l'utilizzo delle annotazioni che Mockito fornisce.

Qui riporto un code snippet dei controlli eseguiti nel test inerente al metodo di creazione di una nuova Milestone. Per garantire il corretto funzionamento della creazione della Milestone, è stata testata ogni parte delicata che avrebbe compromesso il funzionamento del metodo ,controllando l'eccezione sollevata, al momento dell'errore, assicurando che fosse quella corretta.

```

//Forcing the exception "Milestone già esistente"
when(milestoneRepository.findById(milestoneAlreadyPresent)).thenReturn(Optional.of(new Milestone()));
try {
    response = milestoneService.postMilestone(milestoneRequest);
    fail("The method should have raised an OmiPlanException");
} catch (OmiPlanException e) {
    // We expect the exception
    if(!e.getMessage().equalsIgnoreCase(String.format("L'id %s esiste già nel DB", milestoneAlreadyPresent))) {
        fail(String.format("Wrong exception raised (%s)", e.getMessage()));
    }
    // Correct exception raised
}

//Reset the Milestone Id to a new one
request.setId(UUID.randomUUID().toString());

when(progettoRepository.findById(projectId)).thenReturn(Optional.of(progetto));

when(pianificazioneRepository.findById(pianificazione1)).thenReturn(Optional.of(pianificazione));

when(milestoneRepository.save(any(Milestone.class))).thenReturn(new Milestone());

response = milestoneService.postMilestone(milestoneRequest);

ArgumentCaptor<Milestone> requestArgumentCaptor = ArgumentCaptor.forClass(Milestone.class);
verify(milestoneRepository, times(wantedNumberOfInvocations: 1)).save(requestArgumentCaptor.capture());

Milestone capturedRequest = requestArgumentCaptor.getValue();

Assertions.assertThat(response).isNotNull();
assertEquals(capturedRequest.getId(), request.getId());

```

Figura 6.2: Code snippet test di creazione di una nuova Milestone

In questo snippet possiamo osservare come è stata forzata il lancio dell'eccezione quando si va a creare una Milestone con Id già esistente, controllando che sia stata proprio quella l'eccezione lanciata dal metodo. Mockito fornisce metodi che permettono lo *stubbing* di metodi simulati come `when()`, che permette di assegnare un comportamento a metodi quando vengono chiamati, restituendo risultati specifici invece che eseguire codice reale. Con l'ausilio di questi metodi è stato possibile simulare la corretta creazione di una Milestone, verificando alla fine tramite `verify()` che il metodo `save()` della repository della Milestone venga chiamato una sola volta e che venga catturato, tramite un `ArgumentCaptor<>` (che permette di raccogliere i parametri passati in una funzione), la Milestone salvata col metodo `save()`.

Per accertare che questa parte di test abbia avuto successo, è stato verificato che la response ricevuta dal metodo non sia vuota e, dato che il DTO restituito differisce per molte caratteristiche dall'istanza completa di una Milestone, è stato ritenuto esaustivo garantire l'uguaglianza dei due Id. Queste verifiche sono state effettuate tramite metodi di asserzione forniti da JUnit.

6.2 Validazione

Capitolo 7

Conclusioni

7.1 Consuntivo finale

7.2 Raggiungimento degli obiettivi

7.3 Conoscenze acquisite

7.4 Valutazione personale

Glossario

Bibliografia

- [https://it.wikipedia.org/wiki/Java_\(linguaggio_di_programmazione\)](https://it.wikipedia.org/wiki/Java_(linguaggio_di_programmazione))
- <https://docs.spring.io/spring-framework/reference/overview.html>
- <https://spring.io/projects/spring-boot>
- <https://spring.io/projects/spring-data>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Structured_Query_Language
- <https://www.json.org/json-it.html>
- https://it.wikipedia.org/wiki/IntelliJ_IDEA
- <https://www.baeldung.com/maven>
- <https://en.wikipedia.org/wiki/DBeaver>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Microsoft_SQL_Server
- <https://www.baeldung.com/spring-boot-hibernate>
- <https://learning.postman.com/docs/introduction/overview/>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Teams
- [https://en.wikipedia.org/wiki/Notion_\(productivity_software\)](https://en.wikipedia.org/wiki/Notion_(productivity_software))
- https://it.wikipedia.org/wiki/Microsoft_Excel
- https://it.wikipedia.org/wiki/Visual_Studio_Code
- <https://it.wikipedia.org/wiki/Docker>
- <https://swagger.io/docs/specification/about/>
- <https://git-scm.com/docs/git>
- <https://it.wikipedia.org/wiki/GitLab>
- <http://gitextensions.github.io/>
- https://it.wikipedia.org/wiki/Front_Controller_pattern
- <https://www.baeldung.com/jpa-entities>
- <https://www.adecco.it/il-lavoro-che-cambia/program-manager>

- <https://www.adecco.it/il-lavoro-che-cambia/project-manager>
- <https://site.mockito.org/>
- <https://it.wikipedia.org/wiki/JUnit>