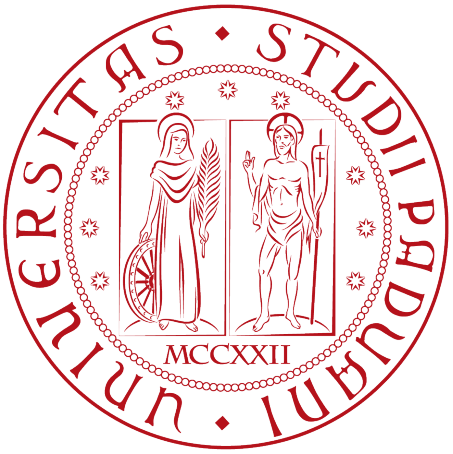
Università degli Studi di Padova

Dipartimento di Matematica "Tullio Levi-Civita"

Corso di Laurea in Informatica



Rilevazione di vulnerabilità software in librerie di terze parti

Tesi di laurea

Relatore

Prof. Tullio Vardanega

Laureando

Gionata Legrottaglie

Anno Accademico 2022-2023

Sommario

Il presente documento descrive il lavoro che ho svolto durante il periodo di *stage*, della durata di trecentoventi ore, dal laureando Gionata Legrottaglie presso l'azienda Sanmarco informatica
Gli obiettivi da raggiungere erano diversi.
In primo luogo era richiesto lo sviluppo di un *plugin* Gradle per l'analisi statica delle dipendenze software di un progetto Gradle o npm; in secondo luogo era richiesto di sviluppare dei servizi REST per il salvataggio dei risultati del *plugin* e per effettuare la ricerca delle vulnerabilità software note e, infine, una *web application* per la visualizzazione dei risultati.
Questo documento è strutturato in quattro capitoli principali:

1. Il primo capitolo offre una panoramica del contesto aziendale e illustra gli strumenti utilizzati durante lo *stage*.

2. Nel secondo capitolo viene presentata la proposta di *stage*, con un focus sugli obiettivi da raggiungere.

3. Il terzo capitolo descrive in dettaglio le attività svolte durante lo *stage*.

4. Il quarto capitolo contiene riflessioni personali sull'esperienza lavorativa e sulle competenze acquisite.

Durante la scrittura ho utilizzato termini in lingua inglese, in quanto è la lingua più utilizzata nel settore informatico, per riferirmi a concetti tecnici, essi sono stati evidenziati in *corsivo*.
Per mettere in evidenza termini di particolare importanza ho utilizzato il **grassetto**.
Ho creato un glossario per chiarire il significativo di alcuni termini tecnici di non immediata comprensione, essi sono evidenziati in azzurro.
Ho allegato ad ogni immagine un numero progressivo, in modo da poterla citare nel testo, ed una didascalia per descrivere il contenuto e per citarne la fonte, se non è di mia creazione.

Indice

Elenco delle figure

Elenco delle tabelle

Capitolo 1

L'azienda

1.1 Sanmarco informatica S.p.A.

1.1.1 Descrizione dell'azienda

Nata nel 1984, Sanmarco informatica S.p.A. rappresenta oggi una realtà di primo piano nel panorama della consulenza e dello sviluppo *software*. Vanta un portfolio con oltre 2500 clienti, tra cui spiccano nomi di rilievo internazionale.
L'impegno verso la clientela è il pilastro su cui si fonda l'azienda, che si estende con uffici in molteplici regioni italiane: dal Veneto alla Lombardia, passando per Emilia-Romagna, Friuli-Venezia Giulia, Toscana, Puglia e Campania. Un *team* di oltre 600 professionisti, altamente qualificati, costituisce la forza lavoro di Sanmarco informatica.
Il fulcro dell'innovazione è localizzato nel Centro di Sviluppo e Ricerca (CSV) a Grisignano di Zocco (VI). Qui, più di 200 tra sviluppatori e tecnici lavorano in sinergia per creare soluzioni *software* su misura, efficienti e affidabili, progettate per soddisfare le esigenze specifiche di ogni cliente.

1.1.2 Organizzazione e prodotti

L'organizzazione di Sanmarco informatica è strutturata in diverse *Business Unit* (BU), ciascuna con una visione, *mission*, strategie e obiettivi specifici. Operando in modo autonomo o semi-autonomo, queste unità hanno una struttura organizzativa propria e sono responsabili dei loro bilanci economici, permettendo una focalizzazione mirata su mercati geografici, gruppi di clienti specifici. Questa struttura rende Sanmarco informatica agile e reattiva alle dinamiche di mercato.
Le BU in Sanmarco informatica sono 11, distinte per aree di specializzazione, come illustrato in figura 1.1:

- **JGALILEO:** offre l'*Enterprise Resource Planning (ERP)* Jgalileo, un sistema di gestione integrato che ottimizza i processi aziendali per imprese di varie dimensioni, con un focus sulle normative fiscali internazionali;
- **NEXTBI:** si concentra su *Information Technology* e consulenza strategica, specializzandosi in *marketing*, vendite, *retail*, innovazione cliente, *Business Intelligence* e soluzioni Internet of Things (IoT);

- **4WORDS:** fornisce soluzioni *Business to Business (B2B)*, app e *Customer Relationship Management (CRM)*, per potenziare il *business* attraverso strumenti digitali, inclusi portali B2B e realtà aumentata;
- **TCE:** si dedica alla semplificazione delle fasi di preventivazione e acquisizione ordini con il prodotto CPQ, che permette di configurare prodotti e servizi in modo rapido e preciso;
- **DISCOVERY QUALITY:** sviluppa *software* per la *governance* aziendale, controllo dei processi e misurazione delle performance, con un occhio alle normative e metriche di sostenibilità (Sustainable Development Goals (SDGs), Benefit Corporation (BCorp)), per garantire la qualità dei prodotti e servizi;
- **ECM:** propone soluzioni di Enterprise Content Management (ECM) per la gestione efficace dei documenti digitali, fornendo strumenti per la gestione dei contenuti, la collaborazione e la condivisione dei documenti;
- **SMITECH:** focalizzata sulla *Cybersecurity* e protezione dei dati, offrendo servizi di consulenza, formazione e soluzioni tecnologiche per la sicurezza informatica;
- **ELEMENT:** è la divisione creativa per lo sviluppo di siti *web* ed *e-commerce*, con un focus sull'esperienza utente e l'interfaccia grafica;
- **JPA:** sviluppa *software* di Business Process Management (BPM) per l'automazione e integrazione dei processi aziendali, sviluppa una piattaforma per l a gestione dei processi aziendali, fornendo un *designer* grafico per la modellazione dei processi, un motore di esecuzione per l'esecuzione dei processi ed un'interfaccia grafica per l'esecuzione dei *task* assegnati agli utenti;
- **FACTORY:** risponde alle esigenze della Supply Chain con soluzioni per la fabbrica del futuro, mirate a ottimizzare il servizio clienti, *asset* e profitti. Offre anche soluzioni per la gestione dei magazzini e per la gestione della produzione;
- **JPM:** offre soluzioni di *Project Management* per la gestione dei progetti, fornendo strumenti per la pianificazione, il monitoraggio e il controllo dei progetti che lavorano a commessa o a preventivo.

1.1.3 Strategie e obiettivi

Il piano strategico triennale di Sanmarco informatica, battezzato *Vision 2025*, è un manifesto per la crescita sostenibile, l'innovazione continua e la piena soddisfazione del cliente. Il piano si colloca tra ambizione commerciale e responsabilità sociale, mirando a rafforzare la posizione di Sanmarco informatica come *leader* nel settore informatico, sia a livello nazionale che internazionale.
L'obiettivo principale di *Vision 2025* è di espandere la penetrazione di mercato di Sanmarco informatica, non solo consolidando la sua presenza nei mercati italiani, ma anche esplorando nuove opportunità in ambito internazionale. Un'attenzione particolare è rivolta ai mercati emergenti e in rapida espansione, come quelli nordamericani e asiatici, dove la domanda di soluzioni informatiche innovative è in costante crescita.
Per realizzare questa visione, Sanmarco informatica si impegna in un investimento strategico nelle tecnologie più avanzate, includendo l'adozione di nuove piattaforme *software*, l'aggiornamento delle infrastrutture esistenti e l'esplorazione di nuove frontiere

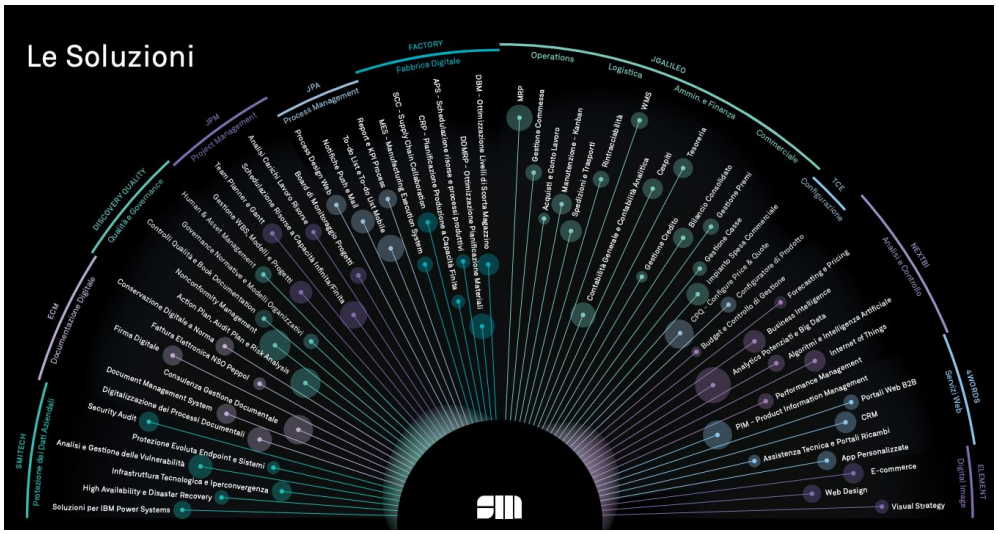


Figura 1.1: Le *Business Unit* di Sanmarco informatica ed i loro Prodotti. Fonte: https://www.sanmarcoinformatica.it/intranet.pag

nell'ambito dell'intelligenza artificiale e del big data. Inoltre, un'enfasi particolare è posta sul potenziamento delle competenze dei *team* di Sanmarco informatica, attraverso programmi di formazione continua e l'assunzione di talenti nel campo dell'informatica, garantendo che l'azienda rimanga all'avanguardia nell'innovazione tecnologica.
Parallelamente, Sanmarco informatica si impegna a promuovere la responsabilità sociale d'impresa. Questo si traduce nel rispetto dei SDGs e nella ricerca della certificazione BCorp, che riconosce le aziende per il loro impatto positivo sia sociale che ambientale. L'impegno riflette la consapevolezza di Sanmarco informatica sull'importanza di operare in modo etico e sostenibile, riconoscendo che il successo aziendale che va di pari passo con il benessere della comunità e dell'ambiente.
Infine, Sanmarco informatica prevede di ampliare il proprio portafoglio prodotti, introducendo soluzioni *software* innovative che rispondano alle esigenze in continua evoluzione del mercato. Questo include lo sviluppo di nuove applicazioni, l'aggiornamento e il miglioramento delle soluzioni esistenti e l'espansione in nuovi segmenti di mercato. L'obiettivo è di garantire che ogni cliente riceva soluzioni personalizzate che offrano il massimo valore aggiunto, consolidando così la posizione di Sanmarco informatica come *leader* nel settore delle soluzioni informatiche.

La *Business unit*

Nell'ecosistema di Sanmarco informatica, le *Business Unit* (BU) rappresentano, non solo divisioni funzionali, ma veri e propri centri di innovazione e sviluppo agile. Ogni BU, con la sua struttura unica, è progettata per rispondere dinamicamente ai cambiamenti del mercato informatico, enfatizzando la collaborazione e la flessibilità. L'approccio agile si traduce in una consegna incrementale di valore, dove il *feedback* continuo e l'adattamento alle esigenze emergenti sono fondamentali.
La gestione dei progetti all'interno delle BU è un esercizio di equilibrio tra innovazione e efficienza. I responsabili di progetto giocano un ruolo cruciale, bilanciando il *budget*, le risorse umane e le aspettative dei clienti. La gestione richiede una comprensione

profonda delle tecnologie emergenti e delle metodologie di sviluppo *software*, assicurando che ogni progetto, non solo rispetti i tempi e i costi, ma sia anche all'avanguardia in termini di soluzioni tecnologiche.
All'interno di ogni BU, il Product Owner (PO) è la figura chiave che assicura l'allineamento del progetto con le visioni e gli obiettivi del cliente. Lavorando a stretto contatto con gli sviluppatori, il PO traduce le esigenze del cliente in requisiti tecnici, garantendo che il prodotto finale soddisfi o superi le aspettative. Lo Scrum Master, d'altra parte, si concentra sull'ottimizzazione dei processi di sviluppo, assicurando che il *team* adotti le migliori pratiche agili e mantenga un alto livello di produttività.
Gli sviluppatori, con le loro competenze tecniche, sono il motore che alimenta l'innovazione all'interno di Sanmarco informatica. Lavorando su una vasta gamma di tecnologie, da Java e Angular a soluzioni *cloud* e *mobile*, sono in prima linea nel trasformare le idee in realtà tangibili. I *tester*, collaborando strettamente con gli sviluppatori, assicurano che ogni prodotto sia robusto e privo di errori, un aspetto cruciale in un settore dove la qualità del *software* è direttamente correlata alla soddisfazione del cliente.
I consulenti e gli analisti svolgono un ruolo fondamentale nell'interpretare le esigenze del cliente e nel tradurle in specifiche tecniche. Il lavoro di analisi è vitale per garantire che i progetti siano allineati con le aspettative del cliente e con le tendenze del mercato.
Oltre alle BU, la struttura organizzativa di Sanmarco informatica comprende vari dipartimenti che supportano le operazioni quotidiane. Il dipartimento delle risorse umane si occupa di attrarre e mantenere talenti, essenziale in un settore in rapida evoluzione come l'informatica. Il *marketing*, attraverso strategie digitali e tradizionali, posiziona Sanmarco informatica sul mercato, mentre l'Amministrazione garantisce la solidità finanziaria. Il dipartimento Information Technology (IT), con il suo ruolo di supporto e innovazione, è il cuore tecnologico dell'azienda, garantendo che l'infrastruttura informatica sia sempre efficiente e all'avanguardia.
In conclusione, la struttura di Sanmarco informatica è un tessuto complesso di competenze e funzioni, tutte orientate verso l'obiettivo comune di eccellenza nel settore informatico. Questa sinergia tra le diverse unità e dipartimenti è ciò che permette a Sanmarco informatica di rimanere competitiva e innovativa in un mercato in costante evoluzione.

Monitoraggio delle attività

La struttura lavorativa in Sanmarco informatica è caratterizzata da una flessibilità che si adatta alle esigenze moderne del settore informatico. Con un *team* distribuito che include dipendenti in sede, personale in lavoro remoto e professionisti che operano direttamente presso i clienti, Sanmarco informatica adotta un approccio moderno e versatile alla gestione del lavoro. La diversità nelle modalità lavorative riflette la dinamicità del settore IT e la necessità di un approccio agile e personalizzato per ogni progetto.
Per coordinare efficacemente la forza lavoro distribuita, Sanmarco informatica si affida a un sofisticato *software* interno di *time tracking*. Questo strumento è fondamentale per garantire trasparenza e precisione nella registrazione delle ore lavorative. Ogni dipendente, dotato di un proprio *account* personale, registra le ore dedicate a specifici progetti, fornendo così una visione chiara del tempo impiegato in ogni attività. Il sistema, non solo facilita la gestione amministrativa, ma è anche uno strumento prezioso per la pianificazione e l'allocazione delle risorse.
Il processo di inserimento delle ore lavorate è dettagliato e strutturato per catturare tutte le informazioni rilevanti. Durante la compilazione del "rapportino", il dipendente

inserisce una descrizione dettagliata delle attività svolte, specificando la commessa, l'eventuale cliente, la sede di lavoro e gli orari di inizio e fine attività. La procedura, che deve essere completata quotidianamente, permette di collegare ogni ora lavorata a specifici *ticket* o progetti, assicurando una tracciabilità completa e una gestione efficiente del lavoro.
Al termine di ogni mese, il sistema blocca le ore registrate, consentendo ai responsabili di progetto e al dipartimento amministrativo di analizzare i dati raccolti. Questi report mensili sono essenziali per valutare la produttività, pianificare le risorse future e ottimizzare i processi lavorativi. Inoltre, il sistema di *time tracking* gioca un ruolo cruciale nella trasparenza verso i clienti, fornendo una base solida per la fatturazione e la rendicontazione delle attività svolte.
In sintesi, la gestione del lavoro in Sanmarco informatica è un esempio di come le tecnologie moderne possano essere impiegate per ottimizzare la gestione delle risorse umane in un contesto lavorativo complesso e diversificato. Questo approccio, non solo migliora l'efficienza operativa, ma contribuisce anche a una maggiore soddisfazione dei dipendenti e dei clienti, elementi fondamentali per il successo nel settore informatico.

1.2 Il *team* di sviluppo

Durante il mio periodo in JPA (*Process Management*), ho avuto l'opportunità di osservare da vicino il lavoro di un *team* di sviluppo particolarmente versatile. Il *team*, a differenza di quelli più tradizionali focalizzati su un singolo prodotto, aveva l'obiettivo di fornire supporto globale a tutti i *team* di sviluppo dell'azienda. Il supporto tecnico e analitico era la principale attività del *team*, affrontando e risolvendo problemi complessi per agevolare il lavoro degli altri *team*. Questo ruolo cruciale implicava l'identificazione e la soluzione di sfide tecniche, assicurando un ambiente di sviluppo efficiente e senza ostacoli.
Un altro aspetto centrale del lavoro del *team* era la formazione. Con l'evolversi continuo delle tecnologie e degli strumenti, era essenziale mantenere i *team* aggiornati. Di conseguenza, il *team* organizzava regolarmente sessioni di formazione per condividere conoscenze e competenze su nuove tecnologie e metodologie di sviluppo.
In parallelo, il *team* era impegnato in attività di ricerca e sviluppo, in particolare nello sviluppo di un *framework* interno. Il framework, un insieme di librerie e strumenti per lo sviluppo di applicazioni *web*, era progettato per rendere la creazione di applicazioni *web* più semplice e veloce, contribuendo significativamente all'efficienza dello sviluppo *software* in azienda.
L'automazione dei processi di sviluppo era un'altra area chiave, includeva l'automazione della compilazione, il rilascio dei prodotti e lo sviluppo di nuove funzionalità, riducendo il tempo e lo sforzo necessari per le operazioni di *routine*.
La gestione dei *repository* di codice sorgente e il supporto all'uso di strumenti di *continuous integration* erano compiti fondamentali del *team*; assicurava una gestione efficace del codice e un'integrazione continua, elementi vitali per mantenere la qualità e l'affidabilità del *software*.
Infine, il *team* era responsabile dello sviluppo di un installatore per i prodotti dell'azienda basati sul *framework* interno. Lo strumento semplificava il processo di installazione, rendendo i prodotti più accessibili agli utenti finali.
Il *team* era composto da tre persone: uno Scrum Master e due sviluppatori. In questo ambiente dinamico, i ruoli erano fluidi: gli sviluppatori svolgevano anche compiti di analisi e *test*, e lo Scrum Master partecipava attivamente alle analisi tecniche e

funzionali. La struttura flessibile e collaborativa era essenziale per il successo del *team* e per il supporto efficace fornito agli altri *team* di sviluppo.

1.3 Strumenti utilizzati

Durante il mio percorso di sviluppo, ho avuto l'opportunità di utilizzare una serie di strumenti e tecnologie all'avanguardia (figura 1.2), che sono stati essenziali per facilitare vari aspetti del processo di sviluppo, dalla scrittura del codice alla gestione dei progetti. Per la documentazione, l'analisi dei requisiti e la progettazione delle basi di dati, ho utilizzato Confluence. Questo *software* di collaborazione si è rivelato estremamente efficace nel creare, organizzare e condividere documenti di progetto.

Una volta completata l'analisi e creato le *issues* su Jira, mi sono dedicato allo sviluppo del codice, utilizzando Intellij IDEA per il *backend* e WebStorm per il *frontend*. Questi due IDE hanno notevolmente semplificato il processo di sviluppo, migliorando sia la produttività che la qualità del codice prodotto.

Per la gestione del codice sorgente, ho scelto Git, un sistema di controllo versione distribuito, e Bitbucket, un servizio di *hosting* per progetti Git, che insieme hanno fornito una soluzione robusta e affidabile. Inoltre, per la gestione dei *database* a grafo, ho impiegato *Neo4j Desktop*, un'applicazione che facilita la creazione, gestione e monitoraggio delle prestazioni dei *database* Neo4j.

Il processo di compilazione e *testing* è stato ottimizzato grazie all'uso di Gradle, un sistema di automazione che ha ridotto i tempi di rilascio migliorando la coerenza e l'affidabilità delle *build*. Per il *deployment*, ho utilizzato Docker, una piattaforma che ha rivoluzionato il nostro approccio, permettendo di impacchettare e distribuire applicazioni in ambienti isolati, assicurando coerenza tra gli ambienti di sviluppo, *testing* e produzione.

Infine, per l'integrazione continua, ho scelto *Jenkins*, uno strumento che ha automatizzato il ciclo di vita del *software*, dalla *build* al *testing* fino al *deployment*, aumentando la velocità di rilascio e riducendo la possibilità di errori.

I linguaggi di programmazione utilizzati hanno incluso:

- **Java:** La mia principale lingua di programmazione, utilizzata per lo sviluppo di applicazioni robuste e ad alte prestazioni, sia *web* che desktop;
- **JavaScript:** Fondamentale per lo sviluppo *frontend* , ha permesso di creare interfacce utente interattive e dinamiche;
- **TypeScript:** Utilizzato per aggiungere tipizzazione statica a JavaScript, migliorando la leggibilità e la manutenibilità del codice;
- **Groovy:** Impiegato per script e automazioni, sfruttando la sua compatibilità con la Java Virtual Machine (JVM) e la sua sintassi espressiva;
- **Cypher:** Il linguaggio di *query* per Neo4j, essenziale per interrogare e manipolare i dati nei nostri *database* a grafo.

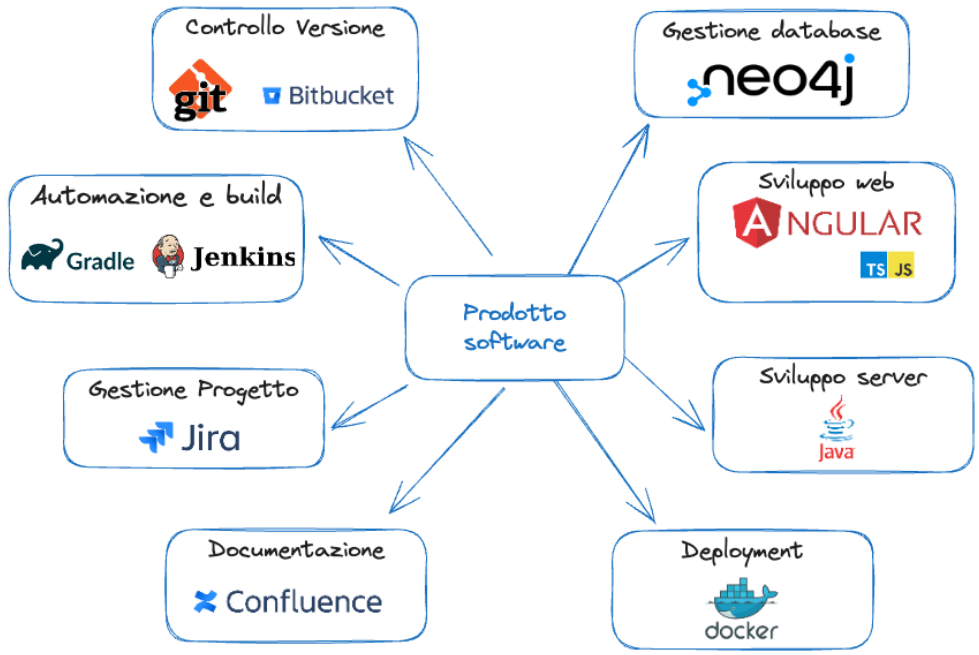


Figura 1.2: Strumenti utilizzati

Questi strumenti e linguaggi hanno formato il nucleo della mia cassetta degli attrezzi di sviluppo, permettendomi di affrontare una vasta gamma di sfide tecniche e di contribuire efficacemente ai progetti dell'azienda.

1.3.1 Convenzioni

Nel corso dello sviluppo dei progetti che impiegano il *framework* interno, vengono adottate una serie di convenzioni standardizzate. Le convenzioni, archiviate in Confluence per un facile accesso da parte di tutti i dipendenti, sono state pensate per garantire coerenza, efficienza e qualità nel lavoro. Sono categorizzate come segue:

- **Documentazione:** Regole che stabiliscono come documentare efficacemente il codice sorgente. L'obiettivo è assicurare che ogni segmento di codice sia accompagnato da commenti chiari e concisi, che ne spieghino la funzione e la logica. Questo approccio, non solo facilita la comprensione del codice da parte di altri sviluppatori, ma è anche fondamentale per la manutenzione a lungo termine del *software*;
- **Scrittura analisi:** Linee guida delineano il metodo per redigere analisi dei requisiti e progettazione delle strutture di basi di dati. L'obiettivo è garantire che le analisi siano scritte in modo chiaro e strutturato, facilitando la comprensione e la comunicazione tra i membri del *team* e con i clienti;
- **Progettazione:** Regole forniscono indicazioni su come progettare i componenti *software*. L'enfasi è posta sulla creazione di *design* modulari e riutilizzabili, che facilitano la manutenzione e l'estensione del codice nel tempo. Questo

approccio aiuta a ridurre la complessità del codice e a migliorare la scalabilità delle applicazioni;

- **Codifica:** Convenzioni che mirano a standardizzare lo stile di codifica. L'obiettivo è scrivere codice in modo uniforme, seguendo un insieme di regole che ne migliorino la leggibilità e la comprensione. Questo include convenzioni su nomi di variabili, strutture di controllo, formattazione del codice e commenti;
- **Versionamento:** Regole stabiliscono come gestire il versionamento del codice sorgente. L'obiettivo è facilitare la tracciabilità delle modifiche e la gestione delle diverse versioni del *software*. Questo è cruciale per il controllo qualità, la risoluzione dei *bug* e la collaborazione tra i membri del *team*.

Adottare convenzioni ha migliorato significativamente la qualità e l'efficienza del processo di sviluppo. Hanno fornito una base solida per la collaborazione e la standardizzazione, elementi chiave per il successo dei nostri progetti *software*.

1.4 Rapporto con l'innovazione

Sanmarco informatica si impegna costantemente nell'innovazione delle aziende clienti, giocando un ruolo cruciale nella loro trasformazione digitale. Specializzata nella progettazione e realizzazione di soluzioni integrate, l'azienda si dedica alla riorganizzazione dei processi aziendali e professionali, mirando a un impatto significativo e misurabile. Per perseguire questo obiettivo, Sanmarco informatica investe una quota sostanziale del proprio fatturato, tra il 15 e il 20%, in Ricerca e Sviluppo ogni anno. L'investimento testimonia l'impegno dell'azienda nel rimanere all'avanguardia nel settore tecnologico, garantendo l'innovazione continua dei suoi prodotti e servizi.
Un aspetto distintivo di Sanmarco informatica è la sua capacità di ascoltare e valorizzare le idee provenienti da clienti, dipendenti e collaboratori. Questo approccio collaborativo è fondamentale per l'ispirazione e lo sviluppo di nuovi prodotti e soluzioni innovative. Attualmente, quasi tutti i prodotti installati presso i clienti sono in fase di aggiornamento, dimostrando l'impegno dell'azienda nel fornire soluzioni sempre aggiornate e allineate con le ultime tendenze tecnologiche.
L'investimento in cultura e formazione è un altro pilastro fondamentale per Sanmarco informatica. Ogni anno, l'azienda organizza una serie di corsi di formazione per i propri dipendenti, consentendo loro di acquisire competenze su nuove tecnologie e strumenti. I corsi sono tenuti sia da membri esperti del team interno, sia da consulenti esterni, e spesso si avvalgono di piattaforme di *e-learning* come *Udemy Business*, fornite gratuitamente dall'azienda.
In aggiunta, Sanmarco informatica promuove attivamente l'innovazione attraverso l'organizzazione di eventi, come il *Choose Innovation* in collaborazione con **IBM**. Gli eventi rappresentano un'opportunità per discutere di innovazione e di come le aziende possano adottare nuove strategie per rimanere competitive nel mercato in rapida evoluzione. Attraverso questi sforzi, Sanmarco informatica, non solo rafforza la propria posizione come *leader* nell'innovazione, ma contribuisce anche attivamente all'avanzamento del settore.

Capitolo 2

Il progetto di *stage*

In questo capitolo descrivo il progetto di *stage*, e le motivazioni che mi hanno spinto a scegliere questo progetto.
Ho scelto Sanmarco informatica perchè è l'azienda per cui lavoro da più di 5 anni, e che mi ha dato la possibilità di crescere professionalmente. Ho scelto questo progetto perchè mi ha permesso di lavorare con tecnologie nuove, e di imparare nuovi linguaggi di programmazione.
Lo *stage* prevedeva lo sviluppo di un prototipo per il monitoraggio, la raccolta e l'analisi delle dipendenze *software* degli applicativi di Sanmarco informatica.
Il nome del progetto è *Dependency Analyzer* ed è stato scelto dai membri del team di cui ho fatto parte.

2.1 Lo *stage* per Sanmarco informatica

Gli *stage* rappresentano un pilastro fondamentale nella strategia di Sanmarco informatica, svolgendo molteplici funzioni cruciali. Primo fra tutti, offrono l'opportunità di dedicarsi a progetti innovativi che, a causa di limitazioni di *budget* o di tempo, non troverebbero spazio nelle attività lavorative ordinarie.
I *team* di sviluppo di Sanmarco informatica sono primariamente impegnati nel mantenimento e nello sviluppo dei prodotti esistenti, lasciando poco margine per la ricerca e lo sviluppo di nuove idee. Questo compito solitamente è affidato al *team* di ricerca e sviluppo, che, nonostante la sua competenza, è spesso limitato dalla scarsità di risorse umane per affrontare tutte le richieste innovative.
In questo contesto, lo *stage* diventa una soluzione efficace, consentendo lo sviluppo di prototipi e la conduzione di ricerche senza gravare eccessivamente sulle risorse aziendali.

L'investimento principale per l'azienda risiede nel tempo dedicato dal *tutor* aziendale alla guida e al supporto dello stagista. Pertanto, una selezione accurata sia del *tutor* sia dello stagista è essenziale per il successo del progetto e il raggiungimento degli obiettivi entro i tempi stabiliti.
Da anni, Sanmarco informatica ha instaurato una proficua collaborazione con l'Università di Padova, accogliendo studenti per lo svolgimento di tesi di laurea e *stage*. Questi periodi di formazione in azienda sono spesso orientati verso l'assunzione: negli ultimi anni, più di 140 stagisti sono entrati a far parte del team di Sanmarco informatica a seguito del loro *stage*.

Per lo studente, lo *stage* si configura come un'esperienza formativa di grande valore. Consente di applicare concretamente le conoscenze teoriche acquisite durante il percorso di studi in un contesto lavorativo reale, favorendo al contempo l'acquisizione di nuove competenze e conoscenze. Questo periodo rappresenta un momento di verifica importante per lo studente, che ha l'opportunità di confrontarsi con il mondo del lavoro e di valutare se l'attività svolta corrisponde alle proprie aspettative e aspirazioni professionali future.

2.2 La proposta di *stage*

Un obiettivo strategico futuro per Sanmarco informatica consiste nella modularizzazione dei propri prodotti *software*. L'intento è quello di realizzare moduli che possano essere utilizzati in maniera autonoma e che, al contempo, siano facilmente integrabili con altre soluzioni. Questa direzione strategica implica un significativo aumento del numero di progetti e delle interdipendenze tra essi, rendendo essenziale un'efficace gestione e monitoraggio di tali dipendenze.

In risposta a questa esigenza, il dipartimento di Ricerca e Sviluppo di Sanmarco informatica ha intrapreso l'iniziativa di sviluppare un sistema avanzato per la raccolta, il monitoraggio e l'analisi delle dipendenze *software*. L'obiettivo è quello di garantire un controllo accurato sulle versioni delle dipendenze collegate alle diverse release dei prodotti, contribuendo così a soddisfare i requisiti non funzionali in termini di sicurezza e affidabilità delle soluzioni offerte.

Nell'ambito di questa iniziativa, la proposta di *stage* ha riguardato lo sviluppo di un *prototipo* per tale strumento. Il focus del progetto di *stage* è stato lo sviluppo di un sistema in grado di raccogliere informazioni dettagliate sulle dipendenze direttamente dai sistemi di *build* utilizzati per la compilazione dei prodotti, specificatamente Gradle e npm. Questo prototipo rappresenta un passo fondamentale verso l'implementazione di una soluzione completa per la gestione delle dipendenze.

Il *plugin* Gradle

Il primo prodotto che l'azienda intendeva realizzare tramite lo *stage* è un *plugin* per Gradle che raccoglie informazioni sulle dipendenze dei progetti java, analizzando l'albero delle dipendenze generato da Gradle, e dei progetti npm analizzandone il file *package-lock.json* generato durante l'installazione dei pacchetti. Il *plugin* doveva poter essere pubblicato su un *repository* interno aziendale, e doveva essere utilizzabile da tutti i progetti di Sanmarco informatica. Per essere più flessibile, doveva poter essere configurato specificando i nomi dei progetti npm da analizzare ed i riferimenti al *backend* per l'invio delle informazioni raccolte.

Il *backend*

Il secondo prodotto atteso era un *backend* per il salvataggio e l'analisi delle informazioni raccolte. Il *backend* doveva esporre dei servizi *REST* per l'interrogazione del sistema, e doveva essere sviluppato utilizzando il linguaggio di programmazione Java. Non è stato richiesto l'utilizzo di un *framework* specifico, ma è stato lasciata la libertà di scegliere il *framework* più adatto al progetto.
Il *plugin* dopo aver raccolto le informazioni le invia al *backend* che, dopo un'attenza elaborazione, le salva in un *database* a grafo. Anche in questo caso è stato richieso un

file di configurazione per specificare i riferimenti al *database* a grafo, e le credenziali per l'autenticazione ai servizi *REST*.

Il *frontend*

Infine, un'interfaccia grafica realizzata tramite una *web-app* per la visualizzazione delle informazioni raccolte. Le specifiche per il *frontend* erano molto generiche, ma per essere in linea con le tecnologie utilizzate in azienda, è stato richiesto di utilizzare il *framework* Angular per lo sviluppo.

2.3 Obiettivi e aspettative

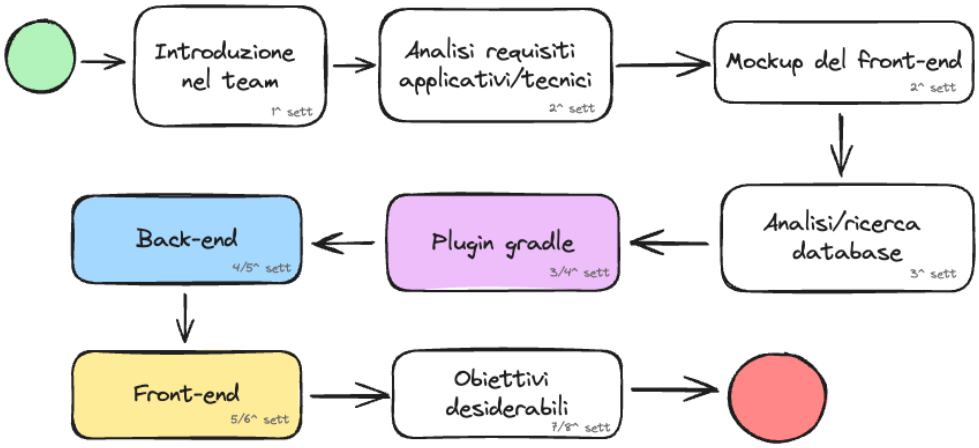


Figura 2.1: Sequenza temporale delle attività scritte nel piano di lavoro.

L'identificazione degli obiettivi e delle aspettative è un passo fondamentale per la definizione di un progetto di *stage*. In questo contesto, gli obiettivi rappresentano le funzionalità che il sistema deve implementare, mentre le aspettative sono le caratteristiche che il sistema deve possedere.
Gli obiettivi e le aspettative del progetto di *stage* sono stati definiti in collaborazione con il *tutor* aziendale, tramite il piano di lavoro. Esso è stato redatto prima dell'inizio dello *stage*, e ha rappresentato un punto di riferimento per la valutazione delle attività svolte durante il periodo di *stage*.
All'interno del piano di lavoro erano presenti obiettivi obbligatori e obiettivi desiderabili. Gli obiettivi avevano un codice identificativo, e una descrizione.
Il codice identificativo era composto da una lettera che rappresentava la tipologia di obiettivo, e da un numero progressivo. Il progressivo ha permesso l'ordinamento, non casuale, degli obiettivi.
La pianificazione settimanale scritta nel piano di lavoro, riporara in figura 2.1, è stata una vera e propria guida per lo svolgimento delle attività, ed ha permesso di rispettare le scadenze, raggiungendo gli obiettivi prefissati in ordine di priorità, portando quelli desiderabili a termine solo se il tempo lo avrebbe permesso.

Nel piano di lavoro gli obiettivi non erano molto dettagliati (tabella 2.1 e tabella 2.2), questo ci ha permesso di avere una certa flessibilità durante lo svolgimento delle attività, e di poter cambiare gli obiettivi in corso d'opera, se necessario.

Tabella 2.1: Obiettivi obbligatori

Identificativo	Descrizione
O01	Analisi dell'attuale infrastruttura
O02	Analisi requisiti applicativi e tecnici e *mockup* del *frontend*
O03	Identificazione del db a grafo più adeguato al progetto
O04	Implementazione della struttura di *database*
O05	Implementazione di un *plugin* Gradle per la raccolta delle informazioni
O06	Invocazione da *jenkins*
O07	Implementazione dei servizi *backend* per l'interrogazione del sistema
O08	Implementazione del *frontend* per rendere possibile l'interrogazione

Tabella 2.2: Obiettivi desiderabili

Identificativo	Descrizione
D01	Possibilità di visualizzare i risultati in forma grafica (grafo) e non solo tabellari
D02	Integrazione con *repository* remoti al fine di verificare nuove versioni delle dipendenze
D03	Integrazione con *repository* remoti al fine di identificare vulnerabilità sulle dipendenze utilizzate
D04	Login con LDAP aziendale

2.4 Vincoli

Vincoli tecnologici

Il piano di lavoro tramite gli obiettivi, intrinsecamente, ha definito i vincoli tecnologici del progetto.
Il primo vincolo è stato quello di utilizzare un *database* a grafo per il salvataggio dei dati raccolti dal *plugin*, questo perchè permette di rappresentare le dipendenze in maniera naturale, e di eseguire *query* molto complesse in tempi molto brevi.
Con i membri del team abbiamo deciso di utilizzare Neo4j come *database* a grafo, perchè è il più utilizzato, ha una comunità molto attiva ed è molto ben documentato.

Il secondo vincolo tecnologico è stato quello di utilizzare Gradle per il *plugin* che raccoglie le informazioni sulle dipendenze, questo perchè quasi tutti i progetti di Sanmarco informatica lo utilizzano come sistema di *build*.

Gradle

Gradle è uno strumento di automazione della *build open source* che si è guadagnato una notevole popolarità nel mondo dello sviluppo *software*, grazie alla sua flessibilità e potenza. Utilizzato principalmente per progetti Java, è anche ampiamente adottato per applicazioni scritte in altri linguaggi di programmazione come Kotlin, C++, e *Python*. La sua caratteristica principale è la capacità di supportare configurazioni di *build* altamente personalizzabili, rendendolo adatto sia per piccoli progetti sia per grandi imprese con esigenze complesse.

Gradle si distingue per l'uso di un DSL basato sui linguaggi di programmazione *Groovy* o Kotlin, che fornisce un modo intuitivo e dichiarativo di definire le *build*. Questo approccio, combinato con la sua potente capacità di gestione delle dipendenze e il suo modello di esecuzione incrementale, consente agli sviluppatori di costruire *software* in modo più efficiente e affidabile. Inoltre, Gradle è noto per la sua velocità, superando spesso altri strumenti di *build* come Maven e *Ant*, specialmente in progetti di grandi dimensioni, la figura 2.2 mostra alcune differenze in termini di velocità tra Gradle e Maven.

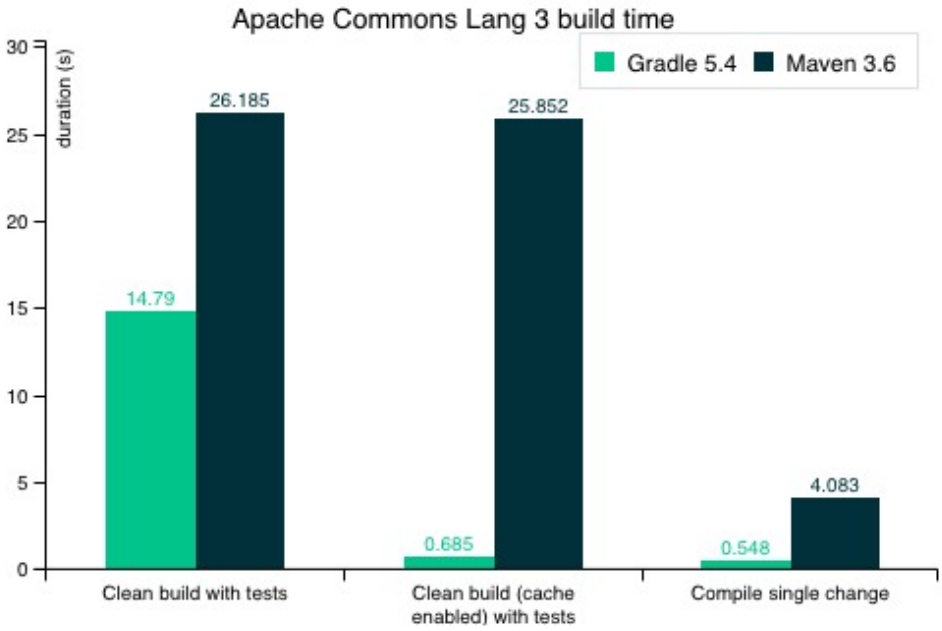


Figura 2.2: Confronto tra Gradle e Maven. Fonte: https://Gradle.org/maven-vs-Gradle

Un altro aspetto fondamentale di Gradle è la sua estensibilità. Gli sviluppatori possono estendere le funzionalità di Gradle scrivendo script personalizzati o integrando *plugin* esistenti. Questa flessibilità lo rende uno strumento ideale per adattarsi a flussi di lavoro specifici e requisiti di *build* unici. Gradle è anche il sistema di *build* ufficiale per Android, ulteriormente consolidando la sua posizione come uno strumento chiave nello sviluppo di applicazioni moderne.

Angular

Un altro vincolo tecnologico è stato quello di utilizzare Angular per lo sviluppo del *frontend*, questo perchè, come scritto precedentemente, è il *framework* più utilizzato in azienda per lo sviluppo delle *web-app*.

Angular è un *framework front-end open source* sviluppato e mantenuto da Google. È ampiamente riconosciuto per la sua capacità di creare applicazioni *web* dinamiche e reattive.
Angular utilizza TypeScript, una *super-set* di JavaScript, che fornisce funzionalità di tipizzazione statica e orientamento agli oggetti, migliorando la manutenibilità e la qualità del codice.

Una delle caratteristiche distintive di Angular è il suo approccio basato su componenti, che aiuta gli sviluppatori a costruire applicazioni *web* complesse in modo più modulare e mantenibile. Ogni componente in Angular è una combinazione di *HTML*, CSS, e TypeScript, che gestisce una parte specifica dell'interfaccia utente. Questo approccio promuove la riusabilità del codice e una migliore separazione delle preoccupazioni.

Angular è anche noto per il suo potente sistema di *dependency injection*, che semplifica lo sviluppo e il *testing* fornendo un modo per iniettare dipendenze in classi in modo pulito e flessibile. Inoltre, offre un'ampia gamma di funzionalità integrate come il *routing*, la gestione delle *form*, e l'accesso HTTP, che accelerano lo sviluppo di applicazioni *web*.

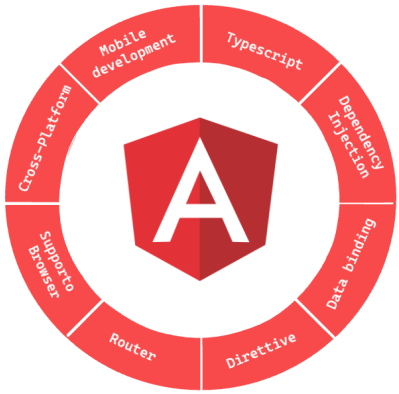


Figura 2.3: Caratteristiche di Angular.

Con il suo ecosistema ricco (figura 2.3) e una forte comunità di sviluppatori, Angular è diventato uno dei *framework front-end* più popolari e affidabili per lo sviluppo di applicazioni *web* moderne, sia per progetti di piccole dimensioni sia per applicazioni aziendali di grande scala.

I *database* a grafo e Neo4j

I *database* a grafo sono una categoria di *database* NoSQL progettati per gestire e rappresentare dati complessi e le loro relazioni in modo più efficiente rispetto ai tradizionali *database* relazionali, la figura 2.4 mostra alcune differenze tra i *database* relazionali e quelli a grafo.

Questi *database* utilizzano strutture di grafo per la memorizzazione semantica, con nodi, bordi e proprietà per rappresentare e memorizzare dati. La flessibilità dei *database* a grafo li rende particolarmente adatti per applicazioni che richiedono l'analisi di relazioni complesse e interconnesse, come i *social network*, i sistemi di raccomandazione, e la gestione delle reti.

Neo4j è uno dei più popolari *database* a grafo, noto per la sua alta *performance* e flessibilità. È un *database open source*, ma offre anche una versione *enterprise* con funzionalità aggiuntive. Neo4j utilizza il linguaggio di *query* Cypher, che è specificamente progettato per lavorare con grafi. Cypher consente agli sviluppatori di esprimere facilmente *query* complesse sulle relazioni tra i dati, rendendo Neo4j particolarmente potente per analisi di dati relazionali complessi.

	Database relazionali	Database grafici
Modello	Tabellare con righe e colonne.	Nodi interconnessi con dati rappresentati come documenti JSON.
Operatività	Operazioni SQL come creazione, lettura, aggiornamento ed eliminazione (CRUD).	Le operazioni includono CRUD e operazioni di attraversamento di grafi basate sulla teoria matematica dei grafi.
Scalabilità	I database relazionali tradizionali possono dimensionare verticalmente ma faticano a dimensionare orizzontalmente.	Un database a grafo eccelle nel dimensionamento orizzontale. Può utilizzare il partizionamento per distribuire i dati su molti nodi.
Prestazioni	I database relazionali spesso devono gestire query complesse che coinvolgono attraversamenti di relazioni, il che può avere un impatto negativo sulle prestazioni.	Un database a grafo eccelle nel rappresentare e interrogare le relazioni tra i dati.
Facilità d'uso	I database relazionali funzionano bene con set di dati di grandi dimensioni e dati strutturati. Hanno difficoltà con le query multi-hop.	Quando si lavora con dati basati sulle relazioni, l'utilizzo di un database a grafo risulta semplice e intuitivo. Utilizzando un linguaggio di query a grafo, è possibile eseguire query su più nodi di dati in modo rapido ed efficiente.

Figura 2.4: Differenze tra *database* a grafo e *database* relazionali.
Fonte: https://aws.amazon.com/it/compare/the-difference-between-graph-and-relational-database.

Vincoli di dominio

Il proddotto finale dovrà essere utilizzato, non solo dagli sviluppatori, ma anche dai *project manager*, i *team leader*, i *product owner* ed i consulenti; Per questo è stato richiesto, come obiettivo desiderabile, di implementare l'autenticazione tramite *LDAP* aziendale, per permettere l'accesso a tutti i dipendenti di Sanmarco informatica.
L'*LDAP* è un protocollo di rete che permette la gestione centralizzata delle autenticazioni e delle autorizzazioni. Questo è fondamentale per garantire la sicurezza dei dati, e per permettere l'accesso solo a chi ne ha i permessi, senza dover implementare un sistema di autenticazione ad hoc.

2.5 La scelta dello *stage*

La scelta dello *stage* non è stata molto semplice. La decisione principale da prendere era, se scegliere un progetto interno all'azienda, o se momentaneamente abbandonare l'azienda per fare l'esperienza di *stage* in un'altra.
All'inizio della mia carriera lavorativa, ho avuto l'opportunità di fare un'altro *stage* di sei mesi e questo per me è stato di fondamentale importanza per la mia crescita professionale.
Mi ha permesso di imparare tantissime cose, e di mettermi alla prova in un ambiente lavorativo diverso da quello universitario.
Lo *stage* per me rappresenta un'opportunità per imparare nuove tecnologie, e questa volta, come per la precedente, poteva essere una grande occasione.
Dopo aver valutato i pro e i contro, riportari in figura 2.5, ho deciso di rimanere in azienda, perchè siamo riusciti a trovare un progetto interessante e stimolante, che mi ha permesso di imparare nuove tecnologie, e di mettermi alla prova.

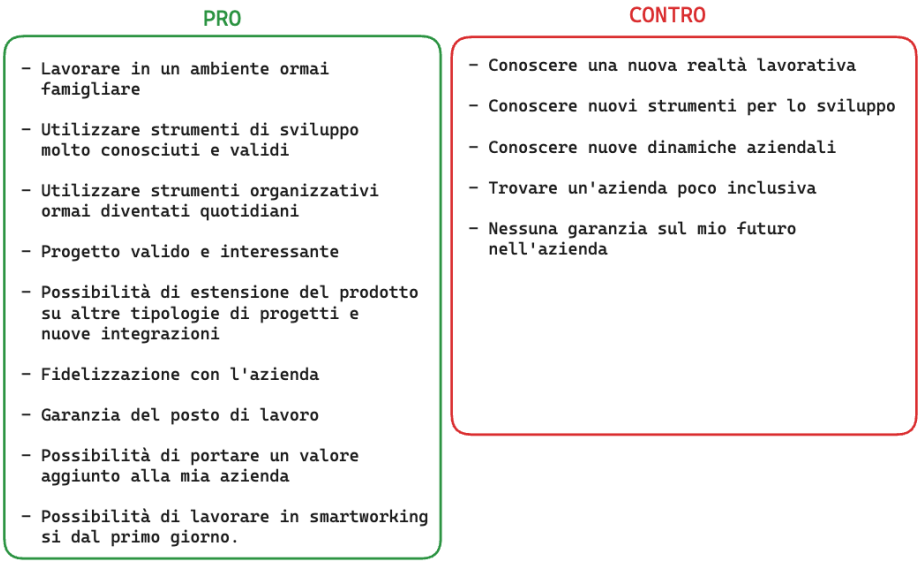


Figura 2.5: Pro e contro di fare lo *stage* nell'azienda per cui lavoro.

Questo progetto mi avrebbe permesso di affrontare problemi riguardanti lo sviluppo *software*, problemi di gestione e organizzazione del lavoro ma anche i problemi riguardanti i sistemi di *build* e di *continuous integration*, un argomento che mi ha sempre affascinato ma che non ho mai avuto modo di approfondire.
Per questo progetto mi ero imposto degli obiettivi personali:

1. Prendere dimestichezza con Gradle ed i sistemi di build in generale;
2. Imparare a scrivere un *plugin* per Gradle. Questo mi servirà in un futuro prossimo, per auto configurare alcuni progetto personali;
3. Conoscere i *database* a grafo, imparare ad utilizzarli e riuscire a comprendere quando è meglio utilizzarli rispetto ai *database* relazionali;

4. Provare le ultime versioni di Angular e delle librerie che solitamente uso per lo sviluppo delle *web-app*; In questo modo potrò valutare se è il caso di aggiornare i progetti che ho sviluppato in passato, e se è il caso di utilizzarle per i progetti futuri;

Successivamente farò un'analisi dei risultati ottenuti, e valuterò se gli obiettivi sono stati raggiunti.

2.6 Pianificazione e interazioni con il *tutor*

All'inizio dello *stage* ho avuto un incontro con il *tutor* aziendale, per discutere del piano di lavoro, e per definire la modalità di svolgimento e di interazione durante lo *stage*.
Abbiamo deciso di fare un incontro settimanale, per discutere delle attività svolte durante la settimana, e per pianificare le attività della settimana successiva.
Quando avevo dei dubbi o dei problemi, potevo contattarelo tramite Google Chat o tramite *email*.
Ogni mattina alle 9:00 avevamo un incontro con il *team* di sviluppo, per discutere delle attività svolte il giorno precedente, e per pianificare le attività della giornata, come previsto dalla metodologia *Agile* e illustrato in figura 2.6.
A questo incontro non partecipava il *tutor* aziendale. Capitava spesso comunque di avere degli incontri al di fuori di quelli pianificati, per discutere di problemi, principalmente analitici, e per prendere decisioni riguardanti l'implementazione.

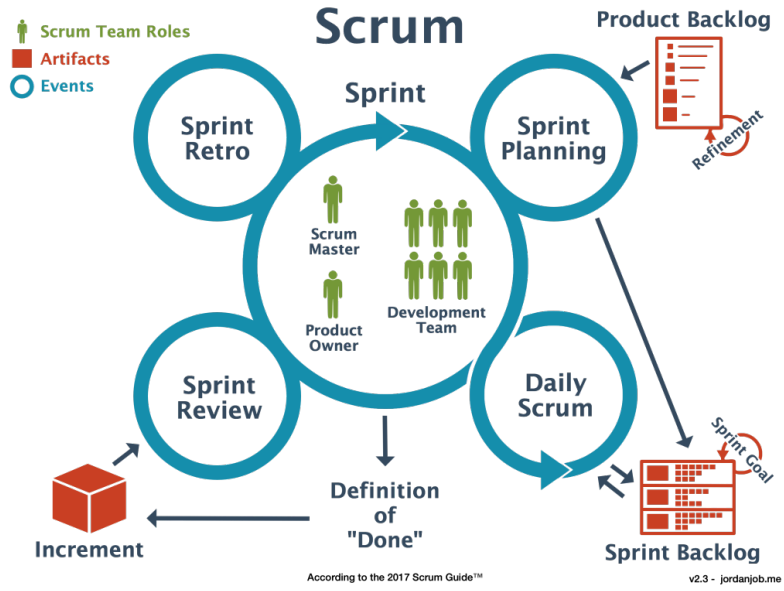


Figura 2.6: Metodologia *Agile*. Fonte: https://jordanjob.me/blog/scrum-diagram.

Capitolo 3

Svolgimento del progetto

In questo capitolo descrivo nel dettaglio le attività svolte durante lo *stage*, illustrando le scelte progettuali e le soluzioni adottate per la realizzazione del progetto. Per i concetti più importanti ho allegato immagini e *snippet* di codice, per rendere più chiara e comprensibile la spiegazione. Elenco i principali *framework*, tecnologie ed i *tool* utilizzati per la verifica e la validazione del progetto.

3.1 Analisi dei requisiti

Individuazione dei requisiti

La seconda settimana dello *stage* l'ho dedicata all'analisi dei requisiti del progetto, un'attività cruciale che ho condotto insieme ai membri del *team*. Con questo processo ho potuto identificarei requisiti funzionali, di vincolo e definire i casi d'uso del sistema.

Adottando un approccio in linea con la metodologia agile, ho optato per una raccolta requisiti di tipo incrementale. Questo metodo ha permesso una maggiore flessibilità, consentendo aggiornamenti e modifiche dei requisiti in base alle mutevoli esigenze del *team* e dell'evoluzione del progetto.

Il primo passo è stato la creazione di un nuovo documento su Confluence. Ho iniziato inserendo le informazioni generali del progetto, quali il nome, il *team* coinvolto e una descrizione sintetica. Successivamente, ho definito e documentato le convenzioni adottate per la stesura del documento, come la nomenclatura specifica per i requisiti e i casi d'uso.

Nella fase successiva, ho proceduto con la stesura effettiva dei requisiti. Inizialmente, ho optato per una suddivisione basata sul tipo di requisito, differenziando tra funzionali e di vincolo attraverso due tabelle distinte. Tuttavia, nel corso dell'analisi, abbiamo introdotto un ulteriore livello di suddivisione. Questo ci ha permesso di classificare i requisiti anche in base al componente del sistema a cui si riferiscono, ovvero *backend*, *frontend* e *plugin* Gradle.

Conforme alle aspettative e alla natura agile del progetto, i requisiti sono stati soggetti a continui aggiornamenti e modifiche nel corso dello sviluppo. Un esempio significativo è stato l'inserimento dei requisiti facoltativi, che inizialmente non erano stati presi in considerazione, ma che si sono rivelati fondamentali per rispondere in modo più completo alle esigenze del progetto.
Nell'immagine 3.1 è possibile vedere la suddivisione in percentuale dei requisiti, suddivisi come descritto in precedenza.

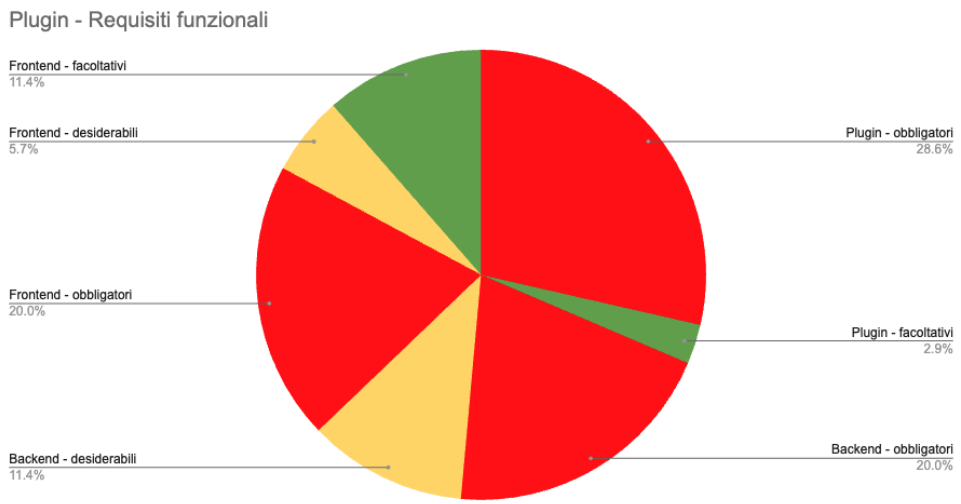


Figura 3.1: Grafico a torta che mostra la suddivisione in percentuale dei vari requisiti.

Nell'immagine invece, 3.2 è possibile vedere la suddivisione dei requisiti in base all'importanza.

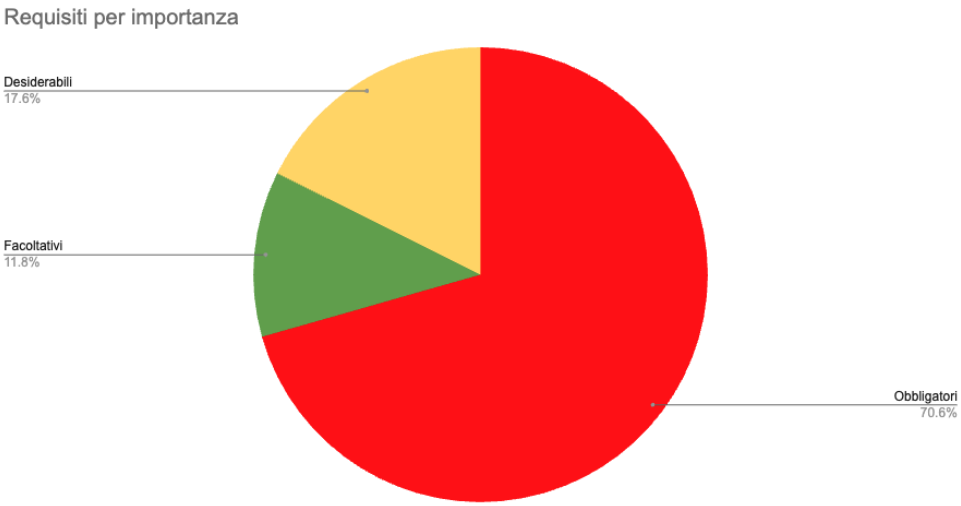


Figura 3.2: Grafico a torta che mostra la suddivisione dei requisiti in base all'importanza.

3.1.1 Tracciamento dei requisiti

Ad ogni requisito scritto in Confluence ho associato un codice univoco, che mi ha permesso di tracciarlo. Il codice che ho utilizzato per identificarli è il seguente:

R[F/V]-[O/D]-[B/F/P]-[001]

Nello specifico:

- **RF**: requisito funzionale, **RV**: requisito di vincolo;
- **O**: obbligatorio, **D**: desiderabile, **F**: facoltativo;
- **P**: componente del sistema a cui si riferisce, **B**: *backend*, **F**: *frontend*, **P**: *plugin* Gradle;
- **001**: numero progressivo del requisito.

Per il tracciamento dei requisiti, ho utilizzato un metodo efficace utilizzando Confluence e Jira. Nella tabella dei requisiti, che ho creato su Confluence e identificabile tramite la figura 3.3, ho inserito una nuova colonna. In questa colonna, ho inserito il riferimento alla *issue* di Jira corrispondente a ciascun requisito.
Questa integrazione tra Confluence e Jira ha permesso di collegare direttamente ogni requisito a una specifica *issue* di Jira, che ne dettaglia l'implementazione. Grazie a questo collegamento, ho ottenuto una visione più completa e dettagliata del progetto, migliorando notevolmente la precisione nel tracciamento dei requisiti.
Inoltre, ho sfruttato la funzionalità di visualizzazione automatica in modalità *read-only* su Confluence. Questo ha permesso di consultare direttamente nella tabella dei requisiti le informazioni essenziali relative alle *issues* di Jira, come lo stato di avanzamento e le descrizioni dettagliate, quando necessario.

Ogni *issue* l'ho collegata ad un'epica, che rappresenta un insieme di *issues* correlate tra loro. In tutto ho creato 4 epiche, una per ogni componente del progetto (*backend*, *frontend*, *plugin* Gradle e analisi).

Target release	
Epic	~~SYN-12107~~ - DONE
Document status	DRAFT
Document owner	@Gionata Legrottaglie
Designer	@Gionata Legrottaglie @Leo Molinaro
Developers	@Gionata Legrottaglie
QA	@Leo Molinaro

Requirements

ID	Issue Jira	Descrizione	Importanza
RF-PO-001	~~SYN-12821~~ - DONE	È possibile avviare il plugin tramite gradle	Obbligatorio
RF-PO-002	~~SYN-12824~~ - DONE	È possibile avviare il plugin da jenkins	Obbligatorio
RF-PO-003	~~SYN-12822~~ - DONE	È possibile analizzare un progetto gradle	Obbligatorio
RF-PO-004	~~SYN-12825~~ - DONE	È possibile analizzare un progetto npm	Obbligatorio
RF-PO-005	~~SYN-12829~~ - DONE	I dati sono salvati in un database a grafo	Obbligatorio
RF-PO-006	~~SYN-12831~~ - DONE	Ogni applicativo deve impostare il proprio identificativo nella configurazione del plugin	Obbligatorio
RF-PO-007	~~SYN-12832~~ - DONE	I dati inviati dal plugin sono salvati riferendosi all'identificativo dell'applicativo	Obbligatorio
RF-PO-008	~~SYN-12833~~ - DONE	È possibile configurare il plugin per impostarne il server di destinazione	Obbligatorio
RF-PO-009	~~SYN-12834~~ - DONE	È possibile configurare il plugin per impostare i progetti npm da analizzare	Obbligatorio
RF-PO-010	~~SYN-12835~~ - DONE	Il plugin deve essere compatibile con la versione 7 di gradle	Obbligatorio
RF-PF-011	~~SYN-12836~~ - DONE	Il plugin deve essere compatibile con la versione 8 di gradle	Facoltativo

Figura 3.3: Tabella che mostra il tracciamento dei requisiti su Confluence, con il collegamento a Jira.

Tramite Jira ho creato un *board* per il progetto, che mi ha permesso di visualizzare in modo chiaro e semplice lo stato di avanzamento del progetto, vedi la figura 3.4.

All'interno di questa *board* è possibile visualizzare, per ogni *record* della tabella, il tipo di *issue*, il vodice, la priorità, lo stato, la persona assegnata, la stima in giorni/ore e, per l'intero *sprint*, la stima totale in giorni/ore.

Figura 3.4: *Board* di Jira che mostra lo stato di avanzamento del progetto.

Jira offre una gamma di funzionalità avanzate, tra cui spicca la capacità di creare dei *plan*. Questa funzionalità si rivela particolarmente utile nella pianificazione delle *issues*, consentendo di organizzarle efficacemente in base alle loro date di inizio e fine, permettendoti di avere una visualizzazione grafica del progetto attraverso un grafico di *gantt*.
Questo grafico rappresenta visivamente le *issues* in relazione alle loro date di inizio e fine, offrendo una panoramica chiara e immediata dello stato di avanzamento del progetto, mettendo in risalto anche le *milestone* prefissate nel piano di lavoro.
Inoltre, una funzionalità di Jira permette di modificare e riallocare le *issues* con facilità, adattandosi dinamicamente alle esigenze del progetto in corso.

3.2 Progettazione architetturale

Progettazione delle strutture dati

La prima fase della progettazione architetturale è stata la progettazione delle strutture dati. Era molto importante progettare le strutture dati in modo da poterle utilizzare in modo efficiente e veloce, in quanto il progetto si basa su di esse.
L'obiettivo era quello di creare una struttura dati che permettesse di rappresentare un grafo di dipendenze tra i vari pacchetti di un progetto. Ogni nodo del grafo rappresenta un pacchetto, ed aveva bisogno delle seguenti informazioni:

- **id**: identificativo univoco del nodo;
- ***group***: nome del gruppo del pacchetto;
- ***name***: nome del pacchetto;
- ***version***: versione del pacchetto;
- **tipo**: tipo del pacchetto, può essere Java o JavaScript;

Ogni arco del grafo, come mostrato in figura 3.5 rappresenta una dipendenza tra due pacchetti, ed ha bisogno delle seguenti informazioni:

- **id**: identificativo univoco dell'arco;

- **from**: identificativo del nodo di partenza;
- **to**: identificativo del nodo di arrivo;
- **require**: numero di versione richiesto dal pacchetto di partenza;
- **variants**: rappresenta la lista di utilizzi del pacchetto, es: *compileOnly, implementation, testImplementation*;

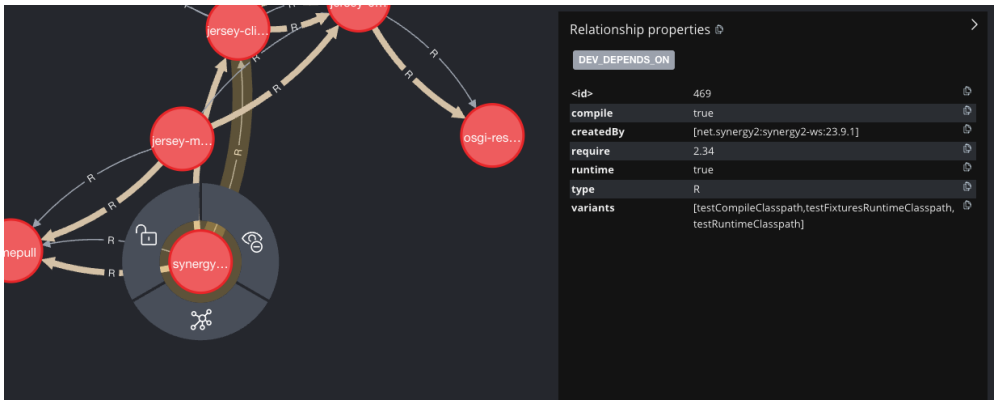


Figura 3.5: Esempio di grafo di dipendenze tra pacchetti.

Prima di arrivare alla struttura finale, abbiamo fatto diverse prove, cercando di trovare la struttura più adatta alle nostre esigenze. La versione finale, come mostrato in figura 3.6 ha saputo soddisfare tutte le nostre esigenze.
Da ogni nodo possono partire tre tipi di archi, ognuno con una funzione diversa. Il primo tipo di arco è quello che rappresenta una dipendenza diretta tra due pacchetti, quindi ad esempio se il pacchetto **A 1.0** dipende dal pacchetto **B 1.0**, allora dal nodo **A 1.0** parte un arco, nella figura è rappresentato con una linea continua, che punta al nodo **B 1.0**.
Il secondo tipo di arco è quello che rappresenta una dipendenza transitiva tra due pacchetti, quindi ad esempio se il pacchetto **A 1.0** dipende dal pacchetto **C 1.0** e il pacchetto **C 1.0** dipende dal pacchetto **D 3.0**, allora dal nodo A parte un arco, nella figura è rappresentato con una linea tratteggiata, che punta al nodo **D 3.0**.
Il terzo ed ultimo tipo di arco è quello che rappresenta una dipendenza transitiva tra due pacchetti, ma con una versione diversa, quindi ad esempio se il pacchetto **A 1.0** dipende dal pacchetto **B 1.0** e il pacchetto **B 1.0** dipende dal pacchetto **D 2.0**, ma il pacchetto **A 1.0** dipende anche, in modo diretto o transitivo, dal pacchetto **D 3.0**, allora dal nodo **B 1.0** parte un arco, nella figura è rappresentato con una linea tratteggiata, a tratto più piccolo, che punta al nodo **D 3.0**.
Questo ultimo tipo di arco l'abbiamo introdotto per poter gestire le dipendenze transitiva con versioni diverse, dato che al rilascio di un pacchetto finale da installare, la versione che verrà installata sarà quella più recente, in questo caso la versione **D 3.0**.

Progettazione *plugin* di analisi delle dipendenze

Il progetto Java per la creazione del *plugin* Gradle, smi-dependency-analyzer, è stato sviluppato utilizzando il *framework* Gradle.

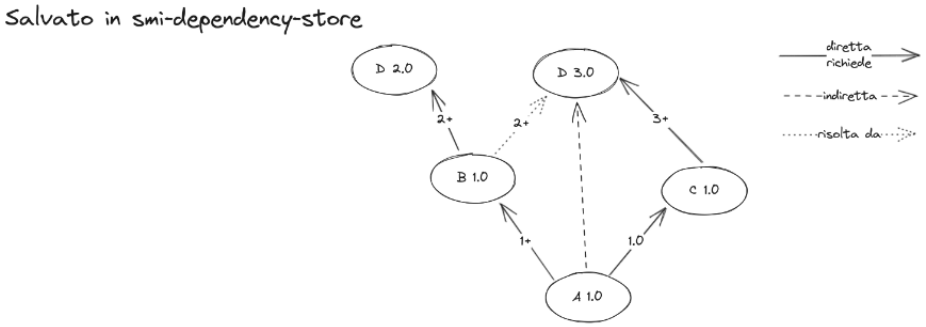


Figura 3.6: Struttura finale del grafo di dipendenze.

Gradle mette a disposizione delle *API* per la creazione di *plugin* personalizzati, che permettono di estendere le funzionalità del *build tool*.
Il progetto contiene tre *package* principali:

- ***model***: contiene le classi che rappresentano le strutture dati utilizzate dal *plugin*;
- ***logic***: contiene le classi che rappresentano la logica del *plugin*, dove vengono eseguite le operazioni di analisi, trasformazione e trasferimento dei dati;
- **task**: contiene le classi che rappresentano i *task* del *plugin*, ovvero le operazioni che possono essere eseguite dal *plugin* e la classe di registrazione del *plugin*.

Ho definito anche una classe che rappresenta l'oggetto di configurazione del *plugin*, che contiene le informazioni necessarie per l'esecuzione del *plugin* e per il salvataggio dei dati, un esempio lo si può visualizzare nello *snippet* 3.1

```
smi_dependency_analyzer {
  username = "nome_utente"
  password = "private_key"
  url = "http://localhost:8080/smi-dependency-store"
  npmProject {
      packageJson = "/projects/esempio1/client/package.json"
      packageLockJson = "/projects/esempio1/client/package-lock.json"
  }
}
```

Snippet 3.1: Esempio di configurazione del *plugin* Gradle, utilizzando il linguaggio Groovy.

L'idea di base del *plugin* è quella di creare un *task* che avvii il *task standard* messo a disposizione da Gradle per la creazione del *dependency tree*, ovvero *dependencyInsight*, e con l'*output* di questo *task*, creare un grafo di dipendenze, che verrà inviato al *server* per essere salvato.
Per i proggetti Npm invece, il *plugin* legge il file *package-lock.json*. Questo file viene generato automaticamente da Npm e contiene tutte le informazioni necessarie per la creazione del grafo di dipendenze. Un prerequisito per il funzionamento del *plugin* è che sia stato eseguito il comando ***npm install***, in modo da avere tutte le dipendenze installate nella cartella *node_ modules* e quindi avere il file *package-lock.json*.

Una volta raccolte tutte le informazioni necessarie, effettuo una chiamata *REST* di tipo *PUT* al *server*, per salvare il grafo di dipendenze.

Progettazione *backend*

Il progetto del *backend*, denominato **smi-dependency-store**, l'ho suddiviso in quattro *package* principali:

- **model**: contiene le classi che rappresentano le strutture dati utilizzate dal *server* e le classi di configurazione;
- **dao**: contiene le classi utilizzate per la comunicazione con il *database*, ed in questo caso conteneva la classe **PackageNodeDao** che gestiva l'inserimento/aggiornamento/cancellazione dell'entità nodo **PackageNode** e la classe **DependencyLinkDao** che gestiva l'inserimento/aggiornamento/cancellazione dell'entità arco **DependencyLink**;
- **logic**: contiene le classi che rappresentano la logica del *server*, dove vengono eseguite le operazioni di analisi, trasformazione e chiamate alle classi *dao*;
- **rest**: contiene le classi che rappresentano i *controller* del *server*, ovvero tutti i servizi *REST* messi a disposizione dal *server*.

Per la configurazione del *server*, ho previsto quattro diversi file di configurazione, uno per ogni funzionalità del *server*:

- **neo4j.yml**: contiene le informazioni per la connessione al *database* Neo4j, come l'indirizzo, l'username e la password. Vedi snippet 3.2;

```
1 url: "bolt://localhost:7689"
2 username: "neo4j"
3 password: "neo4jlocal"
```

Snippet 3.2: Esempio di configurazione del *neo4j.yml* captionpos

- **token.yml** contiene le informazioni per la generazione del *token*, come la chiave segreta, il *clientId*, il *clientSecret*, il nome del *server* e la durata del *token*. Vedi snippet 3.3. Questo vuol dire che se non configurato l'*LDAP*, ci sarà un solo utente che potrà accedere al *server*, utilizzando come *username* e *password* quelle configurate come *clientId* e *clientSecret*.
  Il token *JWT* generato avrà una durata di 30 minuti e sarà firmato con la chiave segreta *SECRET_KEY*.

```
1 hmacSha512Key: "SECRET_KEY"
2 clientId: "admin"
3 clientSecret: "admin"
4 issuer: "dependency_store"
5 validity: 1800000
```

Snippet 3.3: Esempio di configurazione del *token.yml*.

- **logger.yml**: contiene le informazioni per la configurazione del *logger*, come il livello di log, il formato del *log* e il file di output. Vedi snippet 3.4. Questa configurazione viene passata ad una libreria sviluppata da Sanmarco informatica, che è un *wrapper* della libreria *slf4j*, nota libreria per la gestione dei *log* in Java. Il campo *params* contiene le informazioni per la configurazione del livello di *log* per ogni *package* del *server*, molto utile per la fase di *debug*.

```yaml
defaultLogLevel: "info"
showDateTime: true
dateTimeFormat: "yyyy-MM-dd HH:mm:ss"
showThreadName: false
showShortLogName: true
logFile: "../logs/out.log"
  params:
   com.smi: "debug"
```

Snippet 3.4: Esempio di configurazione del *logger.yml*.

- **ldap.yml** contiene le informazioni per la configurazione dell'*LDAP*, come l'indirizzo del *server*, il dominio ed un *flag* che indica se utilizzare una connessione sicura o meno. Vedi snippet 3.5.

```yaml
  url: "ldap://10.10.99.1"
  domain: "DOMIONIO_AZIENDA"
  ssl: false
```

Snippet 3.5: Esempio di configurazione dell'*ldap.yml*.

Nel corso dello sviluppo, ho adottato il *design pattern Singleton* per l'implementazione delle classi Java dedicate alla logica, *dao* e configurazione. Questo approccio assicura che esista una sola istanza di queste classi all'interno del *server*, utilizzata condivisamente da tutte le altre classi.

Per realizzare il *Singleton* in Java, ho sfruttato una libreria sviluppata da Sanmarco informatica, che facilita l'implementazione di questo pattern in modo efficiente e rapido. L'*snippet* 3.6 mostra un esempio di questa implementazione per la classe **PackageNodeDao**. Abbiamo optato per l'uso di una *inner class* statica, dotata di un campo statico **SingletonHolder**. Quest'ultimo contiene un metodo *get* che accetta una *lambda expression*, restituendo un oggetto di tipo **PackageNodeDao**. Questa strategia garantisce la creazione dell'istanza solo all'occorrenza, evitando la creazione anticipata al momento del caricamento della classe e assicurando l'unicità dell'istanza anche in contesti di *multithreading*.

La classe **SingletonHolder** non solo gestisce la creazione dell'istanza, ma offre anche la possibilità di personalizzare i metodi di **PackageNodeDao**. Se si desidera modificare i metodi di questa classe, è possibile definire una sottoclasse di **PackageNodeDao**, nominata **PackageNodeDaoPers**. In questo caso, grazie all'uso della reflection di Java, il **SingletonHolder** restituirà automaticamente un'istanza di **PackageNodeDaoPers**, permettendo una personalizzazione avanzata.

```
public class PackageNodeDao {
  protected PackageNodeDao () { }
  public static PackageNodeDao get() {
    return Singleton.INSTANCE.get(PackageNodeDao::new);
  }
  private static class Singleton {
      private static final SingletonHolder<PackageNodeDao> INSTANCE
          = new SingletonHolder<> (PackageNodeDao.class);
  }
}
```

Snippet 3.6: Esempio di implementazione del *design pattern* Singleton in Java.

Progettazione *frontend*

Per la progettazione del *frontend* ho seguito il *mockup* grafico realizzato in fase di analisi.
Questo ci ha permesso di avere una visione chiara e dettagliata dell'interfaccia grafica, semplificando notevolmente la fase di sviluppo.
Il *mockup* è stato realizzato utilizzando il *tool* gratuito *online excalidraw*, che permette di creare grafiche semplici come quella mostrata in figura 3.7.

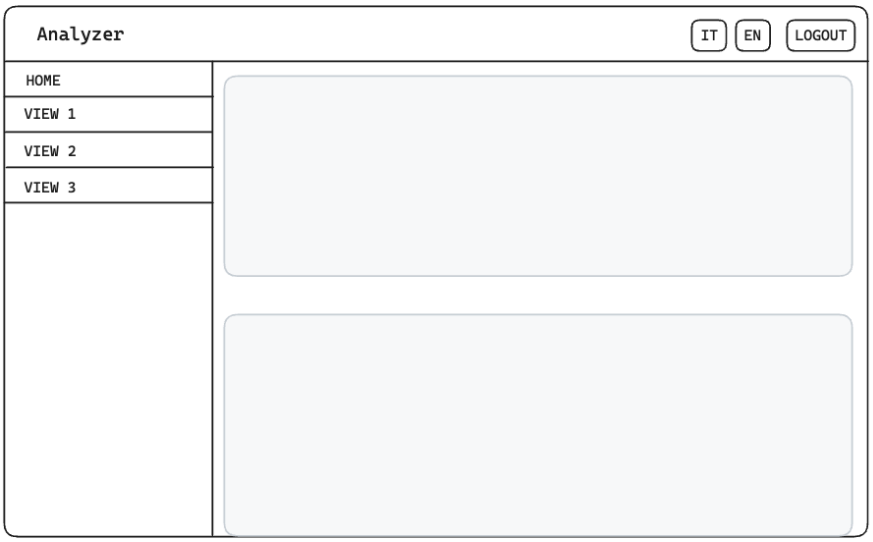


Figura 3.7: *Mockup* grafico dell'interfaccia grafica.

Da qui ho iniziato a sviluppare il *frontend*, utilizzando il *framework* Angular.
Per prima cosa creato le due cartelle principali del progetto, la prima, **commons**, contiene i componenti, i servizi e i modelli che possono essere utilizzati in più componenti;

la seconda, **features**, contiene a sua volta una cartella per ogni funzionalità del *frontend*. Ho creato quindi le cartelle **home**, **login**, **query** e **find-by-project**. Ogni cartella al suo interno contiene i componenti, i servizi e i modelli relativi alla funzionalità. Nella figura 3.8 è possibile vedere la struttura del progetto.

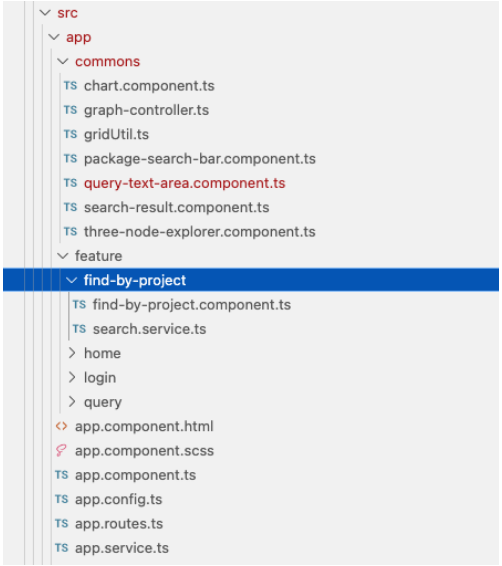


Figura 3.8: Struttura del progetto *frontend*.

Per la scrittura del codice ho seguito le linee guida di Angular, rilasciate nel loro sito ufficiale *Angular Style Guide*. URL: https://angular.io/guide/styleguide.

Come mostrato in figura 3.9, l'interfaccia grafica è formata da una barra di navigazione, che contiene il nome del progetto, il pulsante per il *logout* ed i pulsanti per cambiare la lingua dell'interfaccia grafica.
Sotto la barra di navigazione è presente una *sidebar*, che contiene i pulsanti per accedere alle varie funzionalità del *frontend* ed il contenitore principale che mostra il contenuto della funzionalità selezionata.
Le voci di menu presenti nella *sidebar*, oltre alla funzionalità *home*, sono tre:

Figura 3.9: Modulo di ricerca dipendenze per progetto.

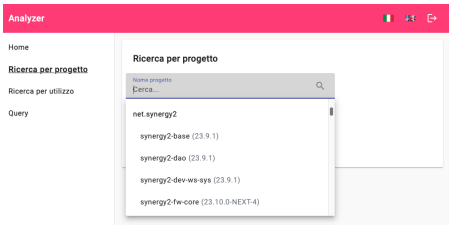


Figura 3.10: Casella di ricerca con lista di suggerimenti.

- **Ricerca per progetto**: Come mostrato in figura 3.9, in questo modulo, tramite la barra di ricerca è possibile inserire il nome completo, formato da *group*, *name* e *version*, di un pacchetto e visualizzare le informazioni relative a quel pacchetto.

Tuttavia per rendere più semplice la ricerca, ho aggiunto una funzionalità di suggerimento, che mostra la lista di pacchetti conosciuti dal *server*, che iniziano con la stringa inserita nella barra di ricerca, mostrandoli raggruppati per *group*, come rappresentato in figura 3.10.
Sotto la casella di testo sono presenti tre *checkbox*, che permette di scegliere se includere i pacchetti targati come *dev*, se includere i pacchetti utilizzati solo durante la compilazione dei progetti e se includere tutti i pacchetti utilizzati a runtime da un progetto.
Una volta avviata la ricerca, viene mostrato il risultato sotto di esso, come mostrato in figura 3.11.
Qui troviamo tre possibili visualizzazioni del risultato: a grafo, ad albero e a lista.
Nella visualizzazione tabellare abbiamo una lista piatta di tutti i pacchetti, con le informazioni principali, trascurando i collegamenti tra i pacchetti.
Questa visualizzazione può tornare utile quando si vuole avere una visione d'insieme di tutti i pacchetti utilizzati da un progetto.
Nella visualizzazione ad albero invece, abbiamo una visualizzazione gerarchica dei pacchetti, dove ogni nodo rappresenta un pacchetto ed espanendo un nodo è possibile vedere i pacchetti da cui dipende.
In questo modo riusciamo a capire come mai un pacchetto è stato incluso nel progetto, e quali altri pacchetti sono stati inclusi a causa di esso.
Nella visualizzazione a grafo invece, abbiamo una visualizzazione grafica dei pacchetti, dove ogni nodo rappresenta un pacchetto e gli archi rappresentano le dipendenze tra i pacchetti.
Inoltre, è possibile fare un controllo sulla presenza di aggiornamenti e vulnerabi-

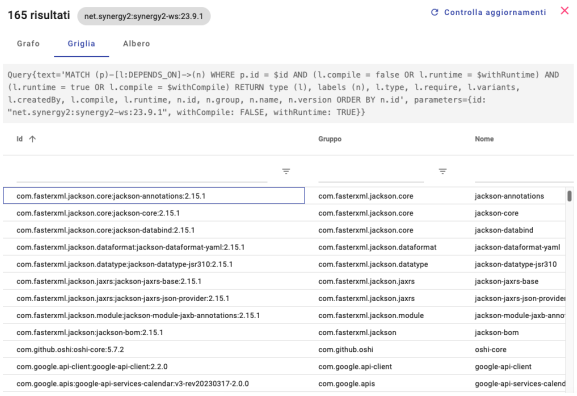


Figura 3.11: Risultato tabellare.

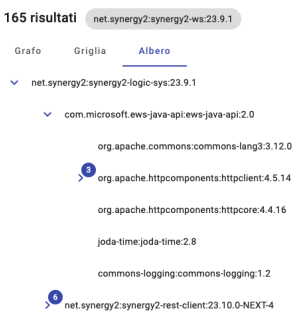


Figura 3.12: Risultato ad albero.

lità, ad esempio, come mostrato in figura 3.13, vengono mostrati tutti i pacchetti che hanno una versione più recente di quella utilizzata dal progetto.

- **Ricerca per utilizzo**: La ricerca avviene in modo simile a quella per progetto, ma in questo caso, il risultato mostra solo una griglia con i pacchetti che utilizzano il pacchetto cercato.
  Nell'esempio in figura 3.14, ho cercato il pacchetto **net.synergy2:synergy2-base:23.9.1**, e il risultato mostra tutti i pacchetti che lo utilizzano.

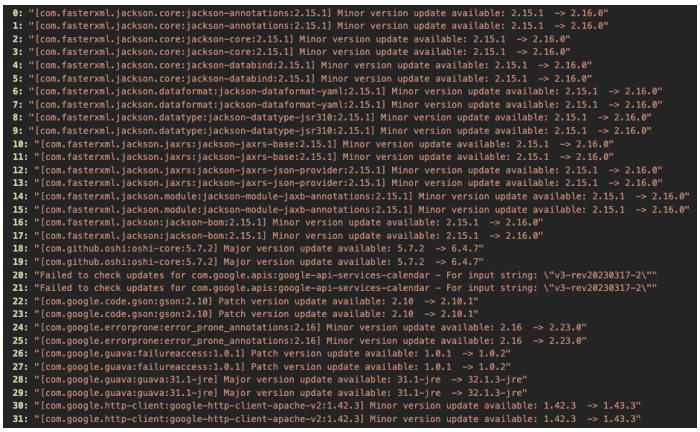


Figura 3.13: Visualizzazione di tutti gli aggiornamenti disponibili.

Oltre alla griglia, è presente anche un *box* che mostra la *query*, con la sintassi Cypher, utilizzata per la ricerca.

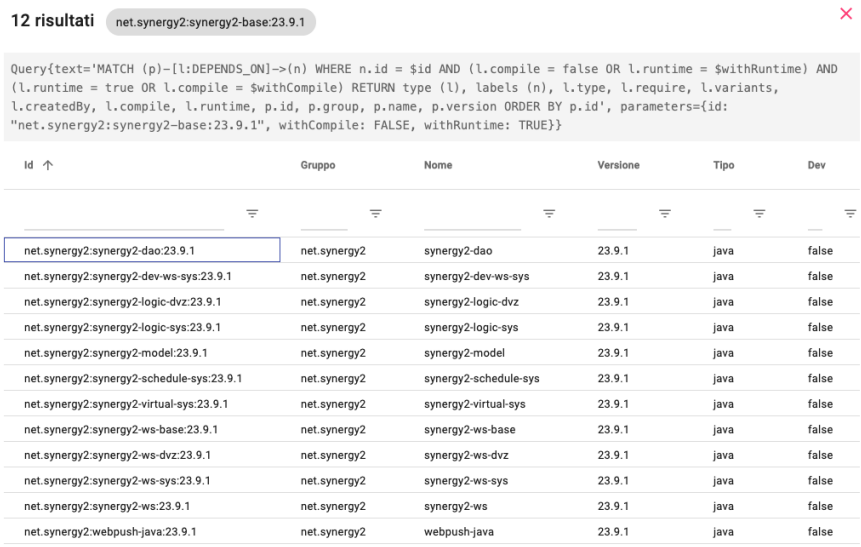


Figura 3.14: Esempio di ricerca per utilizzo.

- ***Query***: in quest'ultima funzionalità, come mostrato in figura 3.14, è possibile inserire una *query* Cypher libera e visualizzare il risultato in formato *JSON*. Questo può tornare utile quando si vuole effettuare una ricerca più complessa, che non è possibile effettuare con le altre funzionalità.

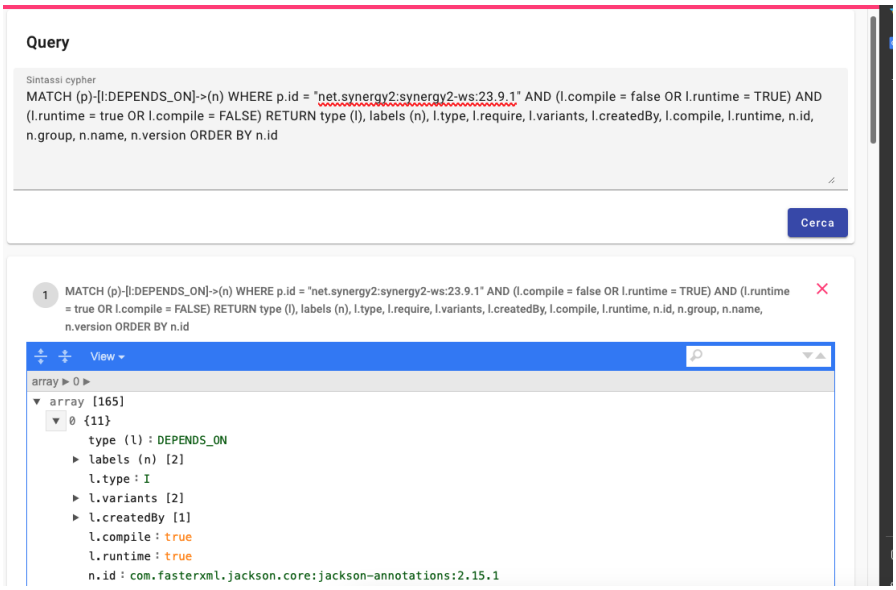


Figura 3.15: Modalità *query* libera.

Codifica

Librerie e *framework* utilizzati

Jersey

Per la creazione servizi *REST*, ho utilizzato Jersey, che tramite annotazioni su metodi e classi, mi ha permesso di creare facilmente i vari servizi. Lo *snippet* 3.7 mostra un esempio di *servizio REST* che restituisce tutte le dipendenze di un pacchetto.

```
1  @GET ()
2  @Path ("dependency/byPackage/{id}")
3  @Produces (MediaType.APPLICATION_JSON) @Consumes
       (MediaType.APPLICATION_JSON)
4  public Response byPackage (@PathParam ("id") String id,
5        @QueryParam ("withDev") boolean withDev,
6        @QueryParam ("withCompile") boolean withCompile,
7        @QueryParam ("withRuntime") boolean withRuntime
8  ) {
9      return Response.ok (DependencyLogic.get
           ().getDependenciesByPackage (id, withDev, withCompile,
           withRuntime)).build ();
10 }
```

Snippet 3.7: Esempio di *servizio REST* utilizzando Jersey.

Neo4j

Per la gestione del *database* Neo4j, ho utilizzato la libreria **Neo4j Java Driver**, che mette a disposizione una serie di classi e metodi per l'apertura e la gestione delle connessioni al *database* e per l'esecuzione di *query* Cypher.

Smi-commons

Per la gestione delle operazioni comuni, come la gestione del *logger*, la gestione delle eccezioni, la lettura dei file di configurazione e la gestione del *token*, ho utilizzato una libreria sviluppata da Sanmarco informatica, denominata *smi-commons*.

Nx

Per la creazione e gestione del progetto Angular, ho utilizzato il *tool* **Nx**, che permette di creare progetti Angular senza dover pensare alla struttura del progetto.
Nx mette a disposizione una serie di comandi per la creazione di progetti, moduli, componenti, servizi e librerie, e permette di eseguire i *test* e il *build* del progetto.
Nx viene utilizzato principalmente per la gestione di progetti *monorepo*, ovvero progetti che contengono più applicazioni, in modo da poter condividere le librerie tra le varie applicazioni.
Nel mio caso però avevo solo un'applicazione, ma ho deciso di utilizzarlo comunque per sfruttare le semplificazioni sulla gestione dei *test* e del *build* del progetto.

Interrogazioni su *database* a grafo

Per la gestione delle interrogazioni su *database* a grafo, ho utilizzato il linguaggio Cypher, che è un linguaggio dichiarativo per la manipolazione di grafi.
Questa è stata la parte più complessa del progetto, in quanto non avevo mai utilizzato un *database* a grafo, e non conoscevo il linguaggio Cypher.
Per imparare il linguaggio, ho seguito un corso sulla piattaforma **Udemy**, messa a disposizione da Sanmarco informatica, che mi ha permesso di apprendere le basi del linguaggio.

Cypher

Cypher è il linguaggio di query utilizzato da Neo4j. La sua sintassi è stata progettata per essere intuitiva e leggibile, facilitando l'interazione con i grafi. Di seguito, alcuni aspetti chiave della sintassi di Cypher:

- **Nodi e Relazioni**: In Cypher, i nodi sono rappresentati da parentesi tonde (es. `(nodo)`), mentre le relazioni sono indicate da frecce con parentesi quadre (es. `-[relazione]->`). Questa rappresentazione visiva è coerente con la struttura dati del grafo.
- ***Pattern Matching***: Un elemento fondamentale di Cypher è il pattern matching. Ad esempio, la query `MATCH (a)-[r]->(b)` trova tutti i nodi `a` che hanno una relazione `r` con i nodi `b`, permettendo di navigare e interrogare efficacemente i grafi.

- **Filtraggio**: È possibile filtrare i risultati utilizzando la clausola `WHERE`. Per esempio, `MATCH (n) WHERE n.name = 'Alice' RETURN n` restituisce tutti i nodi dove il nome è Alice.
- **Creazione e Modifica**: Cypher permette anche di creare e modificare i grafi. Le clausole `CREATE` e `MERGE` sono utilizzate per aggiungere nodi e relazioni, mentre `SET` e `REMOVE` servono per modificare o rimuovere proprietà.
- **Aggregazione e Ordinamento**: Cypher supporta operazioni di aggregazione come `COUNT`, `SUM`, `AVG`, e permette l'ordinamento dei risultati con `ORDER BY`.

Queste caratteristiche rendono Cypher un linguaggio potente e flessibile per lavorare con i dati in Neo4j, facilitando la rappresentazione e l'analisi di relazioni complesse in un formato di grafo.

Con la query mostrata nelli *snippet* 3.16 carico tutti i nodi che hanno una collegamento di tipo **D** o **R** con il nodo di partenza, e per ogni nodo carico tutti i nodi collegati ad esso.
Questa *query* viene utilzzata per caricare in modo *lazy* l'albero delle dipendenze, ovvero carico solo i nodi che sono direttamente collegati al nodo di partenza, e calcolo il numero di figli per ogni nodo.
In questo modo posso mostrare un *badge* su ogni nodo con il numero di figli, e posso caricare i figli solo quando l'utente espande il nodo, vedi la figura 3.17.

```
public GraphDependencyRootNode exploreNodeByProject (String projectName) {
    var query = """
        MATCH (startNode {id: $projectName})-[path0:DEPENDS_ON]->(directConnectedNode)
          where path0.type = 'D' OR path0.type = 'R'
        WITH startNode, directConnectedNode, path0
        OPTIONAL MATCH (directConnectedNode)-[path:DEPENDS_ON]->(childNode)
          where path.type = 'D' OR path.type = 'R'
        WITH startNode, directConnectedNode, COUNT(childNode) AS childrenCount, path0
        RETURN
          startNode,
          count(directConnectedNode),
          collect(directConnectedNode),
          collect(childrenCount),
          collect(path0)
        """;
```

Figura 3.16: Esempio di *query* Cypher per l'esplorazione dell'albero delle dipendenze.

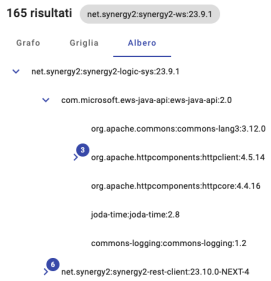


Figura 3.17: Risultato query 3.16.

Ricerca di aggiornamenti e vulnerabilità

Per la ricerca di aggiornamenti delle dipendenze, ho utilizzato i servizi gratuiti offerti da **OSS Index**, che permettono di verificare se una dipendenza è aggiornata o meno. Effettuando, ad esempio, la seguente chiamata *GET REST* al servizio

```
1 https://search.maven.org/solrsearch/select?q=g:com.google.code.gson+a:gson
```

Snippet 3.8: Esempio di chiamata al servizio **OSS Index** per la ricerca di aggiornamenti.

avremo come risultato un *JSON* contenente una serie di informazioni riguardanti il pacchetto, tra cui l'ultima versione disponibile.

Questa chiamata viene effettuata per ogni dipendenza del progetto selezionato, e viene confrontata con la versione utilizzata nel progetto.
In caso di aggiornamento, viene stampato un messaggio di avviso, come mostrato nella figura 3.13.

Per i prossimi sviluppi del progetto, è previsto l'inserimento di questa informazione direttamente nella riga della tabella che stiamo visualizzando, in modo da poter identificare in modo più semplice le dipendenze che hanno bisogno di un aggiornamento.

Per la ricerca di vulnerabilità, ho utilizzato il servizio **OWASP Dependency-Check**, che permette di verificare se una dipendenza ha delle vulnerabilità.
Anche in questo caso vengono raccolti i risultati per ogni dipendenza, e in caso di vulnerabilità viene stampato un messaggio di avviso.

3.3 Verifica e validazione

La verifica e la validazione sono due attività fondamentali per garantire la qualità del prodotto software. Queste attività sono svolte durante tutto il ciclo di vita del software, e sono svolte in parallelo con le attività di sviluppo.

Analisi statica

Per analisi statica si intende l'analisi del codice sorgente senza eseguirlo, per determinare se il codice sorgente rispetta le regole di codifica, le convenzioni adottate e per calcolare alcune metriche di qualità del codice.
Per l'analisi statica del codice sorgente Java ho utilizzato IntelliJ IDEA, che durante la scrittura del codice segnala in tempo reale eventuali errori di sintassi, errori di logica, e segnala anche se il codice scritto non rispetta alcune convenzioni di codifica imposte dal *team* di sviluppo.

Per l'analisi statica del codice sorgente del progetto *client* ho utilizzato WebStorm che, come IntelliJ IDEA, segnala in tempo reale eventuali errori di sintassi, errori di logica. In aggiunta, ho utilizzato **ESLint**, che è un *tool* di analisi statica del codice sorgente JavaScript e TypeScript, che permette, a prescindere dall'editor utilizzato, di segnalare eventuali errori di sintassi e di controllare che il codice scritto rispetti le convenzioni di codifica imposte;

Un'altro strumento utilizzato, in modo asincrono, per l'analisi statica del codice sorgente è **SonarQube**, un *tool* di analisi statica del codice sorgente, che permette di calcolare alcune metriche di qualità del codice, e di segnalare eventuali problemi di codifica, e di logica.
SonarQube è stato integrato con Jenkins, in modo tale che ad ogni *commit* sul *repository* del codice sorgente, viene eseguita l'analisi statica del codice sorgente, e vengono segnalati eventuali problemi, mantenendo lo storico delle analisi effettuate, evidenziano eventuali miglioramenti o peggioramenti del codice sorgente, come mostrato in figura 3.18 e 3.19.

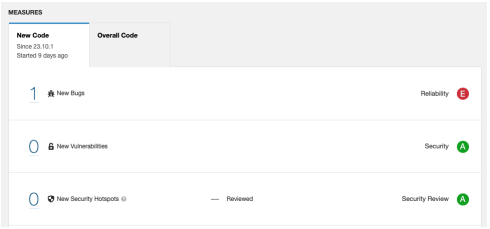


Figura 3.18: Dashboard di SonarQube.

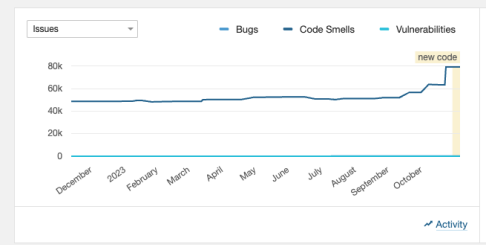


Figura 3.19: Statistiche di SonarQube.

Analisi dinamica

L'analisi dinamica è l'analisi del codice sorgente eseguendolo, per determinare se il codice sorgente rispetta le specifiche e le aspettative.
Ho effettuato tre tipi di *test*, i *test* di unità, i *test* di integrazione e i *test end-to-end*.

Test di unità

I *test* di unità rappresentano una componente fondamentale nello sviluppo del software, essenziali per garantire la qualità e l'affidabilità del codice. Ho adottato JUnit, un framework popolare per la scrittura di *test* di unità in ambienti Java, per validare la correttezza delle singole unità di codice del progetto.

JUnit è stato scelto per la sua ampia adozione nella comunità Java e per la sua integrazione con gli ambienti di sviluppo e i sistemi di build che abbiamo utilizzato. La sua semplicità nell'annotare i metodi di *test* e la possibilità di eseguire *test* in modo ripetibile e automatizzato hanno reso JUnit lo strumento ideale per il nostro progetto.

I *test* di unità sono stati implementati seguendo il principio del *First Testing*: prima della scrittura del codice funzionale, sono stati definiti i *test* per validare il comportamento atteso delle varie unità. Questo approccio ha contribuito a mantenere un alto *standard* di qualità del codice e a identificare precocemente eventuali errori.

Per ogni classe principale del progetto, è stata creata una classe di *test* corrispondente. I *test* sono stati focalizzati sulle funzionalità critiche, come la gestione delle eccezioni, la validazione dei dati in input e l'accuratezza dei risultati restituiti.

I *test* di unità sono stati integrati nel sistema di *build* automatizzato, utilizzando Gradle. Questo ha permesso di eseguire i *test* automaticamente ad ogni *build*, garantendo che eventuali regressioni o nuovi errori venissero identificati tempestivamente.

L'adozione di JUnit e l'implementazione sistematica di *test* di unità hanno avuto un impatto significativo sulla qualità del software prodotto. I *test* hanno aiutato a mantenere il codice robusto e flessibile, facilitando anche le fasi di *refactoring* e l'aggiunta di nuove funzionalità. Inoltre, l'approccio di test-driven development ha migliorato la mia capacità di scrivere codice più chiaro e mantenibile.

Test-driven development

Il *Test-driven development (TDD)* è una metodologia di sviluppo software che inverte l'ordine tradizionale dello sviluppo. Invece di scrivere prima il codice e poi i *test* per verificare che il codice funzioni come previsto, nel TDD si scrivono prima i *test* e poi il codice che deve superarli. Ecco i passaggi chiave del TDD:

1. **Scrivere un test**: Prima di scrivere il codice funzionale, si scrive un *test* per una nuova funzionalità. Questo *test* fallirà inizialmente, poiché la funzionalità non è stata ancora implementata.
2. **Scrivere il codice minimo necessario**: Si scrive poi il codice necessario affinché il *test* passi. Questo codice non deve essere perfetto; l'obiettivo è semplicemente far passare il *test*
3. ***Refactoring***: Una volta che il *test* è superato, si procede con il *refactoring* del codice. Questo passaggio consiste nel migliorare e pulire il codice senza modificarne la funzionalità, assicurandosi che i *test* continuino a passare.
4. **Ripetizione**: Questo ciclo viene ripetuto per ogni nuova funzionalità o miglioramento. Si scrive un test, si fa in modo che passi, e poi si rifinisce il codice.

I benefici del TDD includono:

- **Migliore *design* del codice**: Poiché si scrive il *test* prima del codice, si è spinti a pensare più attentamente a come il codice dovrebbe funzionare e alla sua interfaccia pubblica.
- **Codice più affidabile**: Poiché si scrive un *test* per ogni nuova funzionalità, si ha una copertura di *test* più ampia, il che aiuta a identificare e correggere gli errori più rapidamente.
- **Facilità di *refactoring***: Avendo una suite di *test* che copre il codice, si può fare *refactoring* con maggiore sicurezza, sapendo che i *test* rileveranno eventuali regressioni introdotte.

Tuttavia, il TDD richiede disciplina e può richiedere più tempo all'inizio, specialmente per chi non è abituato a questa metodologia. Ma nel lungo termine, può portare a un codice più pulito, più facile da mantenere e con meno *bug*.

Test di unità per il *frontend*

Nel *frontend* Angular, per la scrittura dei *test* di unità mi sono affidato a *Jest*, un *framework* di testing JavaScript. **Jest** è stato scelto per la sua ampia adozione nella comunità JavaScript e per la sua integrazione con gli ambienti di sviluppo e i sistemi di build che abbiamo utilizzato.

Test di integrazione

I *test* di integrazione sono stati implementati per verificare il corretto funzionamento delle interazioni tra le varie componenti del sistema. Per farlo ho utilizzato ancora JUnit, riuscendo a configurarlo in modo tale che i *test* di integrazione vengano eseguiti solo quando necessario, e non ad ogni *build* del progetto, come invece avviene per i *test* di unità.

Con i *test* di integrazione ho verificato che tutti i servizi esposti dal *backend* funzionassero correttamente, e che il *client* riuscisse a comunicare correttamente. Nel caso dei test, il *client* è stato simulato utilizzando delle chiamate *HTTP* direttamente da codice Java, senza utilizzare il *client* Angular.
Questo ci ha permesso di verificare che il *backend* funzionasse correttamente, senza dover dipendere dal *client* Angular.

Test *End-to-End*

I *test end-to-end* sono stati l'ultimo tassello per garantire la qualità del prodotto. Ho utilizzato **Playwright**, una libreria **Node.js** per l'automazione dei *test end-to-end* per applicazioni *web*, sviluppata da **Microsoft**.
Playwright è stato scelto per la sua ampia adozione nella comunità di Sanmarco informatica, e perchè non prevede nessun piano di abbonamento, a differenza di tanti altri.

L'obiettivo dei *test end-to-end* è quello di simulare l'interazione di un utente con il sistema, e verificare che il sistema funzioni correttamente.
Un prerequisito per l'esecuzione dei *test end-to-end* è che il sistema sia in esecuzione e che il *server web* sia raggiungibile.
Per questo motivo, i *test end-to-end* sono stati eseguiti in un ambiente di *staging*, in modo tale da poter simulare l'interazione di un utente con il sistema, senza dover dipendere dall'ambiente di produzione.

Durante l'esecuzione dei *test end-to-end* è possibile abilitare la modalità *debug*, in modo tale da poter visualizzare l'esecuzione dei *test* in tempo reale, e poter intervenire in caso di errori o sospendere l'esecuzione per analizzare lo stato del sistema.

In caso di errori, Playwright permette di catturare uno *screenshot* della pagina, in modo tale da poter analizzare l'errore e capire la causa anche in un secondo momento.

Appendice A

Appendice A

Citazione

Autore della citazione

Acronimi e abbreviazioni

B2B Business to Business. 2, 39

BCorp Benefit Corporation. 2, 3, 38

BPM Business Process Management. 2, 39

CPQ Configure Price Quote. 39

CRM Customer Relationship Management. 2, 39

DSL Domain Specific Language. 39

ECM Enterprise Content Management. 2, 39

ERP Enterprise Resource Planning. 1, 40

IDE Integrated Development Environment. 40

IoT Internet of Things. 1, 40

IT *Information Technology*. 4, 38

JVM Framework. 6

PO Product Owner. 4, 40

SDGs Sustainable Development Goals. 2, 3, 38

TDD Test-driven development. 34, 38

Glossario

Analisti L'analista è una figura professionale che si occupa di analizzare i requisiti del cliente e di redigere la documentazione. Molte volte gli analisti sono anche sviluppatori e tester.. 4

B2B Business-to-business (B2B) è un modello di business che si riferisce alle transazioni commerciali tra due aziende, come quelle tra un produttore e un grossista o tra un grossista e un dettagliante.. 38

BPM Business process management (BPM) è un approccio alla gestione delle operazioni aziendali che si concentra su allineamento tutti i processi con i desideri e le esigenze dei clienti.. 38

Continuous integration in ingegneria del software, l'integrazione continua (*continuous integration*) è una pratica che si applica in contesti in cui lo sviluppo del software avviene attraverso un sistema di versionamento. Consiste nell'allineamento frequente dagli ambienti di lavoro degli sviluppatori verso l'ambiente condiviso, al fine di rilevare tempestivamente eventuali errori di integrazione. 5

CPQ Configure Price Quote (CPQ) è un software che consente alle aziende di automatizzare alcuni dei processi più complessi e propensi agli errori nella vendita di prodotti e servizi.. 2, 38

CRM Customer relationship management (CRM) è un approccio per gestire l'interazione di un'azienda con i clienti attuali e potenziali. Utilizza l'analisi dei dati sui clienti per migliorare le relazioni con i clienti, concentrarsi sulla customer retention e guidare le vendite.. 38

Cybersecurity La cybersecurity è la pratica di proteggere i sistemi, le reti e i programmi da attacchi digitali. Questi attacchi sono generalmente mirati a accedere, modificare o distruggere informazioni sensibili; estorcere denaro ai utenti; o interrompere normali operazioni aziendali.. 2

DSL Un Domain Specific Language (DSL) è un linguaggio di programmazione o un linguaggio di specifica dedicato a un particolare dominio di problemi, tecnica e/o settore di applicazione.. 13, 38

ECM Enterprise content management (ECM) è un insieme di strumenti e strategie che consentono a un'organizzazione di acquisire, organizzare, archiviare e distribuire informazioni critiche per l'organizzazione.. 38

ERP Un sistema di pianificazione delle risorse aziendali (ERP) è un sistema di gestione che consente a un'organizzazione di utilizzare un sistema di applicazioni integrate per gestire l'attività aziendale e automatizzare molte funzioni back office relative alla tecnologia, ai servizi e ai processi umani.. 38

Framework Un *framework* è una struttura concettuale e tecnologica predefinita che fornisce un modello standard su cui gli sviluppatori possono costruire applicazioni. Include librerie di codice, strumenti e linee guida che facilitano lo sviluppo, consentendo agli sviluppatori di concentrarsi sulla logica specifica dell'applicazione piuttosto che su dettagli di basso livello. Un framework può anche promuovere le buone pratiche di programmazione e ridurre la probabilità di errori.. 5, 38

Gradle Gradle è un sistema di automazione open source che gestisce le dipendenze e permette di automatizzare il processo di compilazione, testing, pubblicazione e deployment di un software.. 10

IDE L'acronimo IDE sta per "Integrated Development Environment" che in italiano si traduce come "Ambiente di Sviluppo Integrato". Un IDE è un software che fornisce strumenti e servizi integrati per facilitare ai programmatori lo sviluppo di software. Include spesso un editor di codice, strumenti per il debugging, e funzionalità per la gestione di progetti, tra gli altri.. 6, 38

IoT L'Internet of Things (IoT) è un sistema di dispositivi interconnessi digitalmente, macchine, oggetti, animali o persone che sono forniti di identificatori univoci e la capacità di trasferire dati su una rete senza richiedere interazioni uomo-uomo o uomo-computer.. 38

Npm Npm è un gestore di pacchetti per il linguaggio di programmazione JavaScript. È il gestore di pacchetti predefinito per l'ambiente di runtime JavaScript Node.js.. 10

PO Il Product Owner (PO) è una figura professionale che si occupa di gestire il progetto e di interfacciarsi con il cliente.. 38

Project Management Il project management è l'insieme di attività di pianificazione, organizzazione, gestione e controllo di un progetto.. 2

Prototipo Un prototipo è un esemplare o un modello di un prodotto o di un sistema che viene realizzato prima del prodotto finale.. 10

Reflection La reflection è una funzionalità di un linguaggio di programmazione che consente di ispezionare, analizzare e modificare il proprio codice sorgente o oggetti in esecuzione.. 25, 40

Repository Un repository è un archivio di dati digitali.. 5

Scrum Master Lo Scrum Master è una figura professionale che si occupa di gestire il team di sviluppo e di facilitare il processo di sviluppo.. 4, 5, 40

Supply Chain La supply chain è la rete globale di tutte le organizzazioni coinvolte nella creazione e nella distribuzione di un prodotto o servizio.. 2

Bibliografia

Riferimenti bibliografici

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

Siti web consultati

Angular Style Guide. URL: https://angular.io/guide/styleguide (cit. a p. 27).

Documentazione Angular. URL: https://angular.io/docs.

Documentazione Neo4j. URL: https://neo4j.com/docs/.

Manifesto Agile. URL: http://agilemanifesto.org/iso/it/.