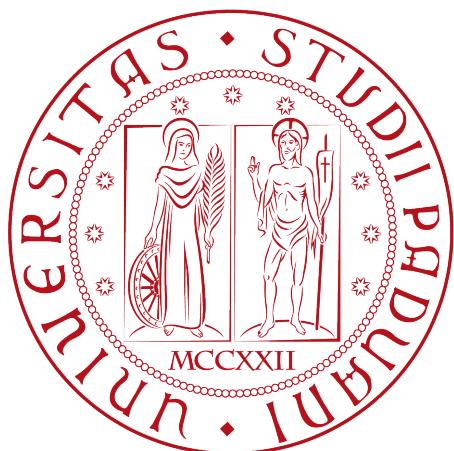


**Università degli Studi di Padova**  
DIPARTIMENTO DI MATEMATICA "TULLIO LEVI-CIVITA"  
CORSO DI LAUREA IN INFORMATICA



**Analisi, progettazione e sviluppo di un  
motore conversazionale per una  
piattaforma di gestione della forza lavoro**

*Tesi di laurea triennale*

*Relatore*

Prof. Claudio Enrico Palazzi

*Laureando*

Federico Perin

---

ANNO ACCADEMICO 2019-2020

Federico Perin: *Analisi, progettazione e sviluppo di un motore conversazionale per una piattaforma di gestione della forza lavoro*, Tesi di laurea triennale, © Settembre 2020.

# SOMMARIO

---

Il presente documento descrive il lavoro svolto durante il periodo di stage, della durata di 320 ore, dal laureando Federico Perin presso l'azienda AzzurroDigitale Srl. Lo scopo dello stage era quello di essere introdotto all'interno del progetto aziendale "Azzura.flow". Tale progetto prevede lo sviluppo di un bot denominato Azzurra, da integrare all'interno di una applicazione mobile. Azzurra quindi, attraverso una chat con l'utilizzatore umano svolgerà il ruolo di assistente offrendo funzionalità di supporto, come ad'esempio informare il lavoratore sul suo piano di lavoro.

Era richiesto come primo obiettivo, acquisire le competenze tecniche richieste per poter contribuire allo sviluppo nel progetto attraverso lo studio e l'utilizzo di video lezioni offerte dalla piattaforma di e-learning Udeny.

In secondo luogo, veniva richiesto lo studio del funzionamento dell'architettura del sistema che permette l'esecuzione di Azzurra, in particolare il funzionamento dei metodi del motore conversazionale denominato Azzura.io. Una volta apprese le conoscenze necessarie, si richiedeva la progettazione e l'implementazione di alcuni flussi di conversazione per Azzurra.

Affiancato alle attività di implementazioni era richiesto, da buona prassi, effettuare attività di documentazioni sia riguardante il codice ma anche di scelte progettuali, e lo sviluppo di una test-suite per l'applicazione mobile che ne verificasse il corretto funzionamento.



*“If something’s important enough, you should try. Even if the probable outcome is failure.”*

— Elon Musk

# RINGRAZIAMENTI

---

*Innanzitutto, vorrei esprimere la mia gratitudine al Prof. Claudio Enrico Palazzi, relatore della mia tesi, per l’aiuto e il sostegno fornитomi durante la stesura del lavoro.*

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

*Ho desiderio di ringraziare poi i miei amici per tutti i bellissimi anni passati insieme e nell’avermi sempre sostenuto anche nei momenti difficili.*

*Infine, desidero ringraziare i miei ex compagni di gruppo per il progetto didattico del corso di Ingegneria del Software, per aver reso meno pesanti le intere giornate passate a svolgere il progetto.*

*Padova, Settembre 2020*

Federico Perin



# INDICE

---

<b>1 Introduzione</b>	<b>1</b>
1.1 Convenzioni tipografiche . . . . .	1
1.2 L'azienda AzzurroDigitale S.r.l . . . . .	1
1.3 L'idea . . . . .	2
1.3.1 Il contesto applicativo . . . . .	2
1.3.2 Il progetto Azzurra.flow . . . . .	2
1.4 Organizzazione del testo . . . . .	3
<b>2 Lo stage</b>	<b>5</b>
2.1 Descrizione dello stage . . . . .	5
2.2 Obiettivi . . . . .	6
2.2.1 Classificazione . . . . .	6
2.2.2 Definizione degli obiettivi . . . . .	6
2.3 Prodotti attesi . . . . .	6
2.4 Modalità di svolgimento del lavoro . . . . .	7
2.5 Pianificazione del lavoro . . . . .	7
2.5.1 Pianificazione settimanale . . . . .	7
2.6 Strumenti e tecnologie utilizzate . . . . .	9
2.6.1 Tecnologie . . . . .	9
2.6.2 Strumenti . . . . .	11
2.7 Motivazioni personali . . . . .	12
<b>3 Archittettura del sistema AWMS</b>	<b>13</b>
3.1 Descrizione . . . . .	13
3.1.1 AWMS Dashboard . . . . .	13
3.1.2 AWMS backend . . . . .	14
3.1.3 Azzurra.io . . . . .	15
3.1.4 Applicazione mobile AWMS . . . . .	16
3.2 Operazioni . . . . .	20
3.2.1 Creazione di una connessione attraverso WebSocket . . . . .	20
3.2.2 Recupero di un flusso conversazionale . . . . .	21
3.2.3 Richiesta e invio di dati . . . . .	22
3.2.4 Gestione notifiche push . . . . .	23
<b>4 Azzurra Flow Engine</b>	<b>25</b>
4.1 Cos'è . . . . .	25
4.2 Flussi conversazionali . . . . .	25
4.2.1 Shortcuts "shortcuts" . . . . .	26
4.2.2 Configurazione "config" . . . . .	26
4.2.3 Blocchi per la conversazione "blocks" . . . . .	27
4.2.4 Oggetti ausiliari . . . . .	31
4.3 Gestione dell'internazionalizzazione di AWMS . . . . .	34

4.4	Funzionamento di Azzurra Flow Engine . . . . .	35
4.4.1	Messaggio del bot Azzurra . . . . .	35
4.4.2	Messaggio dell'utente umano . . . . .	40
<b>5</b>	<b>Flussi conversazionali prodotti</b>	<b>43</b>
5.1	Analisi dei requisiti . . . . .	43
5.1.1	Descrizione del problema . . . . .	43
5.1.2	Requisiti . . . . .	43
5.2	Progettazione . . . . .	46
5.2.1	Gestione delle prenotazioni dei posti . . . . .	46
5.2.2	Visualizzazione della pianificazione . . . . .	49
5.3	Codifica . . . . .	51
5.4	Risultati . . . . .	52
5.5	Considerazioni . . . . .	54
<b>6</b>	<b>Testing</b>	<b>55</b>
6.1	Test End to End . . . . .	55
6.2	Tecnologie per il testing . . . . .	56
6.3	Convezione . . . . .	59
6.4	Test eseguiti . . . . .	60
<b>7</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>63</b>
7.1	Consuntivo finale . . . . .	63
7.2	Raggiungimento degli obiettivi . . . . .	63
7.3	Conoscenze acquisite . . . . .	63
7.4	Valutazione personale . . . . .	63
	<b>Acronimi e abbreviazioni</b>	<b>65</b>
	<b>Glossario</b>	<b>67</b>
	<b>Bibliografia</b>	<b>73</b>

# ELENCO DELLE FIGURE

---

1.1	Logo di AzzurroDigitale . . . . .	1
1.2	Logo di AWMS . . . . .	2
1.3	Logo del bot Azzurra . . . . .	3
3.1	Architettura di sistema AWMS . . . . .	13
3.2	Schermata di AWMS Dashboard . . . . .	14
3.3	Sezione Questionario . . . . .	16
3.4	Schede del questionario sulla salute . . . . .	17
3.5	Schede dell'esito del questionario sulla salute . . . . .	17
3.6	Sezione Profilo e Chat con Azzurra . . . . .	18
3.7	Sequence diagram per la creazione di una connessione attraverso WebSocket	20
3.8	Sequence diagram per il recupero di un flusso conversazionale . . . . .	22
3.9	Sequence diagram per il recupero dei dati sul lavoratore . . . . .	22
3.10	Sequence diagram per l'invio di notifiche push . . . . .	23
4.1	Menu contenente le shortcuts disponibili . . . . .	26
4.2	Esempio di messaggio prodotto da un blocco di tipo ASK . . . . .	28
4.3	Esempio di messaggio prodotto da un blocco di tipo SAY . . . . .	29
4.4	Rappresentazione grafica dei buttons . . . . .	31
4.5	Rappresentazione grafica degli items . . . . .	32
4.6	Rappresentazione grafica del picker . . . . .	32
4.7	Rappresentazione grafica del time picker . . . . .	32
4.8	Rappresentazione grafica del date picker . . . . .	33
4.9	Rappresentazione grafica del QR scanner . . . . .	33
4.10	Rappresentazione grafica del BlockItem . . . . .	34
4.11	Diagramma di sequenza per la generazione di un messaggio di Azzurra	36
4.12	Diagramma di sequenza per la generazione di un messaggio dell'utente	40
5.1	Diagramma per l'inserimento di una nuova prenotazione del flusso DeskBooking . . . . .	47
5.2	Diagramma per la visualizzazione delle prenotazioni del flusso DeskBooking	48
5.3	Diagramma per lo scansionamento del QR code <sup>[g]</sup> del flusso DeskBooking	49
5.4	Diagramma per l'inserimento di una nuova prenotazione del flusso DeskBooking . . . . .	50
5.5	Richiesta di visualizzazione della pianificazione . . . . .	52
5.6	Richiesta di visualizzazione delle prenotazioni e scannerizzazione di un QR code . . . . .	53
5.7	Richiesta di inserimento di una nuova prenotazione . . . . .	53
6.1	Piramide dei test . . . . .	56
6.2	Una parte del report dei test per il mobile generato da Cucumber . . .	58
6.3	Schermata del server Appium . . . . .	59

# ELENCO DELLE TABELLE

---

2.1	Tabella del tracciamento dei requisiti qualitativi . . . . .	9
5.1	Tabella del tracciamento dei requisiti . . . . .	44
5.2	Tabella del tracciamento dei requisiti . . . . .	45
6.1	Tabella del tracciamento dei test E2E . . . . .	60
6.2	Tabella del tracciamento dei test E2E . . . . .	61
6.3	Tabella del tracciamento dei test E2E . . . . .	62

# 1 | INTRODUZIONE

---

## 1.1 Convenzioni tipografiche

Nella stesura del presente documento, sono state adottate le seguenti convenzioni tipografiche:

- \* gli acronimi, le abbreviazioni e i termini ambigui o di uso non comune menzionati vengono definiti nel glossario, situato alla fine del presente documento;
- \* per i termini riportati nel glossario viene utilizzata la seguente nomenclatura: *parola<sup>[g]</sup>*;
- \* i termini in lingua straniera o facenti parti del gergo tecnico sono evidenziati con il carattere *corsivo*.

## 1.2 L'azienda AzzurroDigitale S.r.l

Lo stage è stato svolto nell'azienda AzzurroDigitale S.r.l. situata nella zona industriale di Padova. AzzurroDigitale nasce nel 2015 quando tre giovani padovani (Carlo Pasqualeto, Jacopo Pertile e Antonio Fornari) fondano la *startup*, puntando fortemente nelle nuove emergenti tecnologie che il mercato offriva. Come primo cliente, fu l'azienda Electrolux<sup>[g]</sup> che grazie a una forte attività collaborazione, fu sviluppata una piattaforma per la gestione della forza lavoro denominata Advanced Workforce Management System (AWMS) che tutt'ora continua a ricevere miglioramenti e a crescere. Dopo il successo ottenuto con la collaborazione con Electrolux<sup>[g]</sup>, i fondatori capiscono che il mercato delle aziende manifatturiere è la nicchia sulla quale puntare soprattutto grazie al momento storico della *digital transformation*.



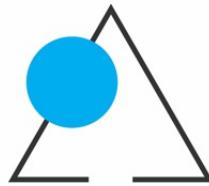
**Figura 1.1:** Logo di AzzurroDigitale

Oggi AzzurroDigitale offre servizi di *industrial digital transformation*, *workforce management* e *people empowerment*, con l'obiettivo comune di aiutare le aziende manifatturiere a migliorare e implementare i loro processi grazie alle tecnologie, non intese come sostitutive all'uomo, ma bensì come mezzi che abilitano le persone a lavorare nel miglior modo possibile, massimizzando lo sforzo lavorativo.

## 1.3 L'idea

### 1.3.1 Il contesto applicativo

L'azienda AzzurroDigitale offre come principale servizio, la piattaforma di gestione forza lavoro denominata AWMS.



**Figura 1.2:** Logo di AWMS

AWMS è una soluzione *software* che utilizza algoritmi di Machine learning<sup>[g]</sup>, per risolvere uno i problemi cardine di un plant manager<sup>[g]</sup> ovvero, la pianificazione ottimale della forza lavoro che ha disposizione. L'obiettivo principale della soluzione è quello di pianificare la persona giusta al posto giusto in base alle competenze tecniche possedute del lavoratore. Per permettere il funzionamento della pianificazione, la piattaforma estrae da dei database<sup>[g]</sup> interni all'azienda che ha acquistato la soluzione, dati sui lavoratori che ne descrivono le competenze che possiedono. Viene perciò registrato uno storico dei mansioni svolte per ogni lavoratore e, se nel tempo acquisirà nuove competenze queste verranno indicate nei dati dei database<sup>[g]</sup>, aggiornandoli. In base perciò, ai dati estratti dalla piattaforma viene scelto il miglior candidato per un determinato compito. AWMS offre la possibilità di pianificare il lavoro per il giorno successivo ma anche gestire situazioni impreviste, come ad esempio l'assenza di un lavoratore.

### 1.3.2 Il progetto Azzurra.flow

Il progetto Azzurra.flow nasce dalla esigenza, da parte dell'azienda AzzurroDigitale, di offrire un prodotto completo per tutti i soggetti coinvolti nelle attività lavorative. Con AWMS si ha uno strumento che supporta i *team leader* o i *plant manager*<sup>[g]</sup> nella loro pianificazione del lavoro ma non si ha nessun strumento che supporti il lavoratore. Da questa mancanza nasce perciò il progetto "Azzurra.flow". Esso consiste nel creare un bot<sup>[g]</sup> denominato Azzurra, inserito in un'applicazione *mobile*, che permette di offrire delle funzionalità utili all'utente, che sono:

- \* Visualizzare il proprio turno di lavoro;
- \* Visualizzare i propri permessi lavorativi o richiederne di nuovi;
- \* Visualizzare avvisi da parte dell'azienda;
- \* Sapere qual'è il menu del giorno della mensa aziendale;
- \* Poder effettuare prenotazioni di un posto a sedere in una sala riunioni e visualizzare le proprie prenotazioni, inoltre utilizzare un scannerizzatore QR code<sup>[g]</sup> per riscattare il posto prenotato.



**Figura 1.3:** Logo del bot Azzurra

Il progetto include non solo lo sviluppo dell'applicazione *mobile* con Azzurra ma, un motore conversazionale denominato Azzurra Flow Engine, in grado di poter generare una conversazione con il lavoratore, attraverso l'interpretazione dei flussi di conversazione, anche essi da sviluppare, che indicano quali azioni deve fare Azzurra. Inoltre questi flussi devono essere memorizzati in un preciso posto perciò, è stato progettato che sia un database<sup>[g]</sup> contenuto nella nuova componente Azzurra.io, la quale ha il compito di non solo di tenere memorizzati i flussi conversazionali esistenti e di inviarli a Azzurra quando li richiede, ma di fare da tramite tra l'applicazione con all'interno Azzurra e AWMS, tutto attraverso una comunicazione tramite WebSocket<sup>[g]</sup>.

## 1.4 Organizzazione del testo

Il capitolo trattato attualmente è l'introduzione del documento, dove si è spiegato brevemente l'ambito di lavoro e il progetto sul quale si è svolto lo stage.

Di seguito il documento sarà organizzato nella seguente struttura:

**Il secondo capitolo** descrive in modo dettagliato lo stage svolto, indicandone obiettivi, prodotti attesi, pianificazione delle attività, strumenti e tecnologie utilizzate. Infine, verranno esposte le motivazioni per cui ho scelto di svolgere questo stage.

**Il terzo capitolo** illustra l'Android<sup>[g]</sup> del sistema AWMS che permette il funzionamento di Azzurra. Vengono qui descritte le componenti dell'architettura e le varie operazioni tra essi.

**Il quarto capitolo** approfondisce il funzionamento del motore conversazionale di Azzurra, indicando perciò come avviene una conversazione tra Azzurra e l'utente.

**Il quinto capitolo** descrive il lavoro di analisi, progettazione e implementazione dei flussi conversazionali per Azzurra.

**Il sesto capitolo** descrive le tecnologie utilizzate per costruire una test-suite per Azzurra e espone il piano di test che è stato stabilito, inserendo i risultati ottenuti.

**Il settimo capitolo** rappresenta la conclusione del documento, viene perciò riepilogato il lavoro svolto durante lo stage, gli obiettivi raggiunti e infine, una valutazione personale sull'esperienza di stage.

## 2 | LO STAGE

---

*Nel seguente capitolo verrà descritto in dettaglio la proposta di stage accetta, indicandone gli obiettivi, la pianificazione delle attività, i prodotti attesi e gli strumenti e tecnologie utilizzate durante lo stage, e infine, verranno esposte le motivazioni per cui ho scelto questo stage.*

### 2.1 Descrizione dello stage

Lo stage era legato al progetto interno dell'azienda denominato "Azzurra.flow". Tale progetto nasceva dall'esigenza dell'azienda AzzurroDigitale di offrire un prodotto più completo ai propri clienti che andasse ad affiancare la piattaforma AWMS. Perciò era stato deciso di implementare un'applicazione *mobile* che potesse comunicare con la piattaforma AWMS, dando un mezzo di supporto al lavoratore di una azienda manifatturiera. All'interno di essa doveva essere implementato una *chat bot* con un bot<sup>[g]</sup> denominato "Azzurra" che offrisse funzionalità di supporto al lavoratore. All'interno del progetto era anche previsto le implementazioni necessarie per la comunicazione tra AWMS e l'applicazione *mobile*, quindi la gestione di una connessione attraverso WebSocket<sup>[g]</sup> e la creazione della componente Azzurra.io, la quale ha il compito di tenere memorizzati i flussi conversazionali esistenti e di inviarli a Azzurra quando li richiede, per sapere che messaggi devono essere generati. Inoltre Azzurra.io ha il compito di fare da tramite tra l'applicazione *mobile* e AWMS.

Partendo dal progetto "Azzurra.flow" è stato creato lo stage da me sostenuto, il quale era composto da attività che andassero a contribuire allo sviluppo del progetto.

Lo stage è stato costruito inserendo le seguenti parti:

- \* Nella prima parte era stato pianificato lo studio delle tecnologie che sarebbero state utilizzate durante lo stage e nella contribuzione dello sviluppo del progetto "Azzurra.flow". Lo studio autonomo delle tecnologie era supportato da video lezioni della piattaforma di *e-learning* Udeny, offerte dall'azienda;
- \* La seconda parte era dedicata allo studio del funzionamento dell'Android<sup>[g]</sup> del sistema che permette l'esecuzione di Azzurra, in particolare il funzionamento dei metodi del motore conversazionale denominato Azzurra Flow Engine e in più come esercitazione, era richiesto la creazione di alcuni test End to End (E2E)<sup>[g]</sup> per la parte front-end<sup>[g]</sup> del sistema, quindi l'implementare di *test* per la *dashboard* di AWMS;
- \* La terza parte era dedicata all'analisi, progettazione e implementazione di alcuni flussi di conversazione per il bot<sup>[g]</sup> Azzurra;
- \* La quarta parte era dedicata alla stesura della documentazione per la *Solution Design* di Azzurra;
- \* La quinta parte sulle basi che si era imparato nella seconda parte, era previsto lo sviluppo di una test-suite di E2E<sup>[g]</sup>, con l'obiettivo di testare in modo au-

tomatizzato, se le funzionalità dell'applicazione *mobile* funzionassero in modo corretto;

- \* Infine, nella sesta parte era dedicata allo studio di alcuni aspetti dell'applicazione *mobile* che sono:

- La gestione delle notifiche push<sup>[g]</sup>;
- Il *template* engine multi-lingua;
- La gestione comportamenti *mobile application* in condizioni di mancanza di connettività.

## 2.2 Obiettivi

### 2.2.1 Classificazione

Di seguito viene riportato il piano di lavoro per il progetto di stage dell'anno accademico 2019/2020 svolto presso l'azienda AzzurroDigitale. Si farà riferimento ai requisiti secondo le seguenti notazioni:

- \* *OB-x* per i requisiti obbligatori, vincolanti in quanto obiettivo primario richiesto dal committente;
- \* *OD-x* per i requisiti desiderabili, non vincolanti o strettamente necessari, ma dal riconoscibile valore aggiunto;
- \* *OF-x* per i requisiti facoltativi, rappresentanti valore aggiunto non strettamente competitivo.

Dove x è un numero progressivo intero maggiore di zero.

### 2.2.2 Definizione degli obiettivi

Era previsto lo svolgimento dei seguenti obiettivi:

#### Obbligatori

- \* **OB-1:** competenza nello sviluppo delle singole attività identificate con i linguaggi Hypertext Preprocessor (PHP) e Typescript.

#### Desiderabili

- \* **OD-1:** capacità autonoma di analisi delle singole attività delle soluzioni tecniche viste durante il progetto;
- \* **OD-2:** capacità autonoma di progettazione delle singole attività delle soluzioni tecniche viste durante il progetto.

## 2.3 Prodotti attesi

Durante lo stage era atteso lo sviluppo dei seguenti *deliverable*:

- \* **Analisi tecnica:** Descrizione dell'analisi svolta e soluzione identificata, sarà redatta sulla piattaforma documentale aziendale Confluence;
- \* **Software:** Implementazione *software* della soluzione identificata, redatta con l'IDE di sviluppo identificato per il progetto e depositata sul *repository* GitLab di riferimento.

## 2.4 Modalità di svolgimento del lavoro

Lo stage è stato svolto in presenza negli uffici di AzzurroDigitale rispettando tutte le norme sul distanziamento sociale. L'orario di lavoro è stato dalle 9:00 fino alle 13:00 e dalle 14:00 fino alle 18:00. Durante lo stage sono stato inserito in un gruppo di sviluppatori, i quali fornivano una azione di supporto e guida nel caso in cui sorgevano difficoltà nel proseguimento delle attività di stage. Nonostante ciò ero comunque seguito anche dal mio tutor aziendale non che *team leader* del gruppo di sviluppatori, il quale esplicitava i *task* che dovevo realizzare e gli obiettivi attesi nello svolgimento di ogni *task*.

Durante lo stage per gestire le attività di progetto è stato utilizzato il modello agile SCRUM<sup>[g]</sup>, modello adottato dall'azienda per gestire i propri progetti. Vi erano quindi le seguenti attività:

- \* *Daily meeting* mattutino, della durata di circa 15 minuti, dove venivano discussi i *task* della giornata, ed eventuali problemi bloccanti;
- \* *Weekly review* dove venivano analizzate e discusse le attività che dovevo svolgere nella settimana successiva.

Infine, durante lo stage era mio compito redirigere un registro su cui, quotidianamente, segnare le attività svolte.

## 2.5 Pianificazione del lavoro

Di seguito viene mostrato in dettaglio la pianificazione delle attività per i mesi di Luglio, Agosto e Settembre. Per ognuna delle seguenti attività è stato chiesto di:

- \* Leggere e comprendere l'analisi funzionale;
- \* Analizzare, progettare e documentare la soluzione tecnica identificata;
- \* Contribuire all'implementazione della soluzione tecnica;
- \* Contribuire all'implementazione ed all'esecuzione *test* e *bugfix*.

### 2.5.1 Pianificazione settimanale

Di seguito viene riportata la pianificazione completa, basata su 320 ore, delle attività svolte durante lo stage:

#### Prima Settimana 01/07-03/07 (24 ore)

- \* **Formazione Angular:** corso Udemy + *review* di alcuni componenti di AWMS;
- \* **Formazione Ionic:** corso Udemy + *review* di alcuni componenti di AWMS Azzurra (*mobile application*).

**Seconda Settimana 06/07-10/07 (40 ore)**

- \* **Formazione NestJS:** corso Udemy + *review* di alcuni componenti di “Azzurra” già sviluppati;
- \* **End-to-end testing:** (Selenium + Protractor + Cucumber) lato front-end<sup>[g]</sup>;
- \* **End-to-end testing:** (Appium + Protractor + Cucumber) lato *mobile application*.

**Terza Settimana 13/07-17/07 (40 ore)**

- \* Approfondimenti architetture a *micro-services* e loro implementazione in AWMS *Platform*;
- \* Analisi implementazione di un *conversational flow*;
- \* *Software selection* (con test/poc) per lo sviluppo di un *conversational flow*.

**Quarta Settimana 20/07-24/07 (40 ore)**

- \* Contributi alla redazione della *Solution Design* di “Azzurra”;
- \* Contributi alla documentazione sorgenti di “Azzurra” (front-end<sup>[g]</sup> /back-end<sup>[g]</sup>).

**Quinta Settimana 27/07-31/07 (40 ore)**

- \* *Review* di alcuni componenti di AWMS;
- \* Aspetti di scalabilità di un *flow-engine* (concorrenzialità, persistenza/storicizzazione messaggi)

**Sesta Settimana 03/08-07/08 (40 ore)**

- \* Contributi alla redazione della *Solution Design* di “Azzurra”;
- \* Implementazione Push Notifications<sup>[g]</sup> (lato *mobile application*);
- \* Implementazione Push Notifications<sup>[g]</sup> (lato back-end<sup>[g]</sup>).

**Settima Settimana 17/08-21/08 (40 ore)**

- \* Progettazione e documentazione *template engine* multi-lingua;
- \* Implementazione *template engine* multi-lingua (l’assistente virtuale dovrà avere il supporto multi-lingua) basato su sintassi “mustache”.

**Ottava Settimana 24/08-28/08 (40 ore)**

- \* Gestione comportamenti *mobile application* in condizioni di mancanza di connettività (*corner cases*, messaggi di *feedback*, *landing pages*).

**Nona Settimana 31/08-01/09 (16 ore)**

- \* Continuazione ottava settimana.

Di seguito viene riportata una tabella riassuntiva della pianificazione:

Durata in ore	Date (inizio - fine)	Attività
24	01/07/2020 - 03/07/2020	Studio delle tecnologie, Angular 2+ e Ionic, da utilizzare durante lo stage.
40	06/07/2020 - 10/07/2020	Studio di componenti dell'architettura di sistema di Azzurra, creazione di <i>test</i> per la <i>dashboard</i> di AWMS e per l'applicazione <i>mobile</i> .
40	13/07/2020 - 17/07/2020	Continuazione studio delle componenti del sistema di Azzurra e analisi, progettazione e implementazione di flussi conversazionali.
40	20/07/2020 - 24/07/2020	Scritture di documentazione per le componenti di Azzurra.
40	27/07/2020 - 31/07/2020	Continuazione di altre componenti di AWMS.
40	03/08/2020 - 07/08/2020	Documentazione delle componenti AWMS e implementazione notifiche push <sup>[g]</sup> .
40	17/08/2020 - 21/08/2020	Progettazione, implementazione e documentazione di <i>template engine</i> multi-lingua.
40	24/08/2020 - 28/08/2020	Studio della gestione dei comportamenti <i>mobile application</i> in condizioni di mancanza di connettività.
16	31/08/2020 - 01/09/2020	Continuazione ottava settimana.

**Tabella 2.1:** Tabella del tracciamento dei requisiti qualitativi

## 2.6 Strumenti e tecnologie utilizzate

### 2.6.1 Tecnologie

#### HTML

L'HyperText Markup Language (HTML) è un linguaggio di markup<sup>[g]</sup> per la strutturazione delle pagine web. Nato per la formattazione e impaginazione di documenti ipertestuali disponibili nel web 1.0, oggi è utilizzato principalmente per il disaccoppiamento della struttura logica di una pagina web. Attualmente HTML5 è l'ultima versione di HTML la quale porta una sintassi più semplice e un pieno supporto anche a browser più datati.

## CSS

Il Cascading Style Sheets (CSS) è un linguaggio usato per definire la formattazione di documenti HTML, eXtensible Hyper Text Markup Language (XHTML) e eXtensible Markup Language (XML) ad esempio i siti web e relative pagine web. Permette una programmazione più chiara e facile da utilizzare, sia per gli autori delle pagine stesse sia per gli utenti, garantendo anche il riutilizzo di codice e facilita la manutenzione. Le specifiche CSS3 sono costituite da sezioni separate dette "moduli" e hanno differenti stati di avanzamento e stabilità.

## TypeScript

È un linguaggio di programmazione open-source<sup>[g]</sup> che estende la sintassi di JavaScript in modo che qualunque programma scritto in JavaScript sia anche in grado di funzionare con TypeScript senza nessuna modifica. Come JavaScript è un linguaggio di programmazione orientato agli oggetti e agli eventi, comunemente utilizzato nella programmazione Web lato client<sup>[g]</sup> per la creazione, in siti web e applicazioni web, di effetti dinamici interattivi tramite funzioni di *script* invocate da eventi innescati a loro volta in vari modi dall'utente sulla pagina web in uso.

## Angular 2+

Angular è un framework<sup>[g]</sup> open-source<sup>[g]</sup> per lo sviluppo di applicazioni web con licenza MIT<sup>[g]</sup>, sviluppato principalmente da Google. Angular è l'evoluzione di AngularJS infatti, è stato completamente riscritto rispetto a AngularJS e le due versioni non sono compatibili. Il linguaggio di programmazione usato per AngularJS è JavaScript mentre quello di Angular è TypeScript. Angular è stato progettato per fornire uno strumento facile e veloce per sviluppare applicazioni che girano su qualunque piattaforma inclusi *smartphone* e *tablet*. Inoltre le applicazioni sviluppate in Angular vengono eseguite interamente dal browser web<sup>[g]</sup> dopo essere state scaricate dal web server<sup>[g]</sup>. Questo comporta il risparmio di dover spedire indietro la pagina web al web server<sup>[g]</sup> ogni volta che c'è una richiesta di azione da parte dell'utente.

## Ionic

Ionic è un Software Development Kit (SDK) open-source<sup>[g]</sup> che fornisce strumenti e servizi per lo sviluppo di applicazioni ibride<sup>[g]</sup> mobili, desktop e *progressive* basate su moderne tecnologie e pratiche di sviluppo web, utilizzando tecnologie web come CSS3, HTML5 e Syntactically Awesone StyleSheets (Sass). Permette di essere utilizzato con qualsiasi framework<sup>[g]</sup> per lo sviluppo di applicazioni web. In particolare, le applicazioni ibride<sup>[g]</sup> mobili nonostante siano costruite con tecnologie web, possono essere distribuite tramite *app store* nativi per essere installate sui dispositivi mobili, grazie all'utilizzo di Cordova o Capacitor. Inoltre, Ionic offre componenti grafiche ottimizzate per il *mobile*.

## Apache Cordova

Cordova è un framework<sup>[g]</sup> open-source<sup>[g]</sup> per lo sviluppo di applicazioni *mobile* multi-piattaforma, quindi sia per piattaforme Android<sup>[g]</sup> e sia per piattaforme iOS<sup>[g]</sup>. Esso consente di utilizzare tecnologie standard web come HTML5, CSS3 e JavaScript per lo sviluppo delle applicazioni *mobile*, evitando di utilizzare il linguaggio nativo di ogni piattaforma *mobile*. Inoltre, offre Application Program Interface (API)<sup>[g]</sup> per

accedere ai sensori del dispositivo come ad esempio la fotocamera. Infatti, Cordova incapsula l'applicazione sviluppata con tecnologie web e la esegue localmente all'interno di un'applicazione nativa che può interagire con le funzionalità del dispositivo.

### Protractor

Protractor è un framework<sup>[g]</sup> di *test* E2E<sup>[g]</sup> per applicazioni Angular e AngularJS. Protractor permette di interagire con l'applicazione in *testing*, come farebbe un utente attraverso dei metodi messi a disposizione da lui detti "localizzatori".

### Appium

Appium è un framework<sup>[g]</sup> open-source<sup>[g]</sup> che permette di eseguire in modo automatizzato script per testare applicazioni native<sup>[g]</sup> o applicazioni web mobile<sup>[g]</sup> o applicazioni ibride<sup>[g]</sup> su un dispositivo Android<sup>[g]</sup> o iOS<sup>[g]</sup> utilizzando un API<sup>[g]</sup> detta *API WebDriver*.

### Cucumber

Cucumber è un strumento che permette di creare *test* automatizzati con una specifica non ambigua scritta nel linguaggio Gherkin. Gherkin è il linguaggio che Cucumber usa per definire i passi dei *test*. È progettato per essere non tecnico e leggibile dall'uomo. Cucumber perciò con il suo linguaggio, permette definire la struttura dei *test* dichiarando i vari passi da eseguire. Per questo Cucumber supporta la behavior-driven development (BDD). Inoltre Cucumber documenta come si comporta effettivamente il sistema

### Selenium

Selenium è un framework<sup>[g]</sup> open-source<sup>[g]</sup> che viene utilizzato per automatizzare i *test* effettuati sui browser web<sup>[g]</sup> cioè le applicazioni web vengono testate utilizzando un qualsiasi browser web<sup>[g]</sup>. Selenium permette di eseguire *test* scritti in vari linguaggi di programmazione, come C# , Groovy , Java , Perl , PHP , Python , Ruby e Scala, JavaScript ecc. Grazie all'utilizzo di un set di API<sup>[g]</sup> detto *WebDriver*, i *test* possono essere eseguiti sulla maggior parte dei browser Web moderni.

### 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. Consiste in un client<sup>[g]</sup> da linea di comando, chiamato anch'esso npm, e un database<sup>[g]</sup> online di pacchetti pubblici e privati.

## 2.6.2 Strumenti

### WebStorm

WebStorm è un ambiente di sviluppo integrato progettato per lo sviluppo web, principalmente in JavaScript e TypeScript. Supporta comunque, altri linguaggi per lo sviluppo di applicazioni web come ad esempio HTML, CSS, e PHP.

### Jira Software

È un software proprietario che consente il *bug tracking* e la gestione dei progetti agile sviluppato da Atlassian.

### Jira Confluence

È una piattaforma collaborativa sviluppata da Atlassian e scritta in Java, dove vengono forniti i strumenti per la scrittura e gestione della documentazione.

### GitLab

È una piattaforma web open-source<sup>[g]</sup> che permette la gestione di *repository Git* e di funzioni *trouble ticket*.

## 2.7 Motivazioni personali

Attraverso la partecipazione all'iniziativa di StageIT, organizzata dall'Università di Padova e da Assindustria venetocentro, ho potuto entrare in contatto con molte aziende del territorio. Durante la partecipazione telematica all'evento ero alla ricerca di un'azienda che proponesse un progetto di stage con le seguenti caratteristiche:

- \* permettermi di ampliare e migliorare le mie conoscenze in Angular ma più in generale a imparare a utilizzare nuove tecnologie per lo sviluppo front-end<sup>[g]</sup>;
- \* che trattasse tematiche legate allo sviluppo di applicazioni *mobile*;
- \* permettermi di lavorare in un ambiente giovane e dinamico.

Confrontando con le varie aziende con cui ero entrato in contatto ho scelto di accettare lo stage proposto da AzzurroDigitale.

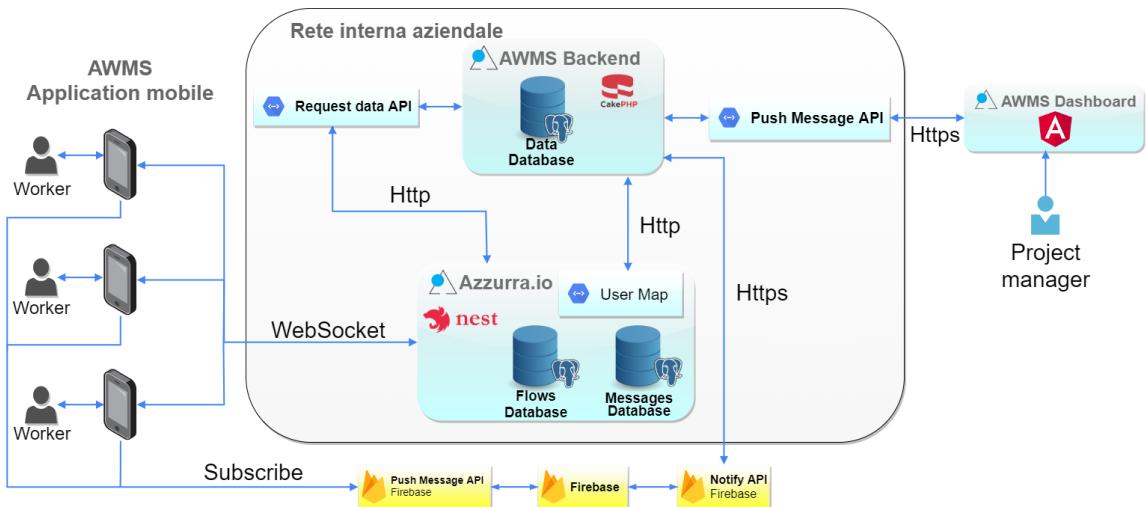
Questo perché nella loro proposta di stage c'erano tutti i tre punti elencati prima, infatti grazie a questo progetto di stage ho avuto modo di migliorarmi nell'utilizzo di Angular, imparando a utilizzare i metodi offerti da esso in modo più efficiente. Inoltre, ho avuto la possibilità di sviluppare un'applicazione *mobile* grazie all'utilizzo di Ionic e Cordova. Altro aspetto importante fu che quest'azienda si distingue dal fatto che per gestire i propri progetti utilizza la metodologia agile SCRUM<sup>[g]</sup>, una tematica che mi interessava scoprire per poter essere una valida alternativa al modello incrementale appreso durante il progetto del corso di Ingegneria del Software. Infine, l'azienda è una realtà giovane nata da meno di cinque anni fatta da persone giovani in cui potevo inserirmi facilmente.

# 3 | ARCHITETTURA DEL SISTEMA AWMS

In questo capitolo verranno descritte tutte le componenti dell'architettura del sistema AWMS e le varie operazioni di comunicazione tra le componenti.

## 3.1 Descrizione

Come scritto precedentemente, dietro all'applicazione *mobile* c'è tutta un'Android<sup>[g]</sup> di sistema che permette la comunicazione tra la piattaforma AWMS e l'applicazione mobile con Azzurra.

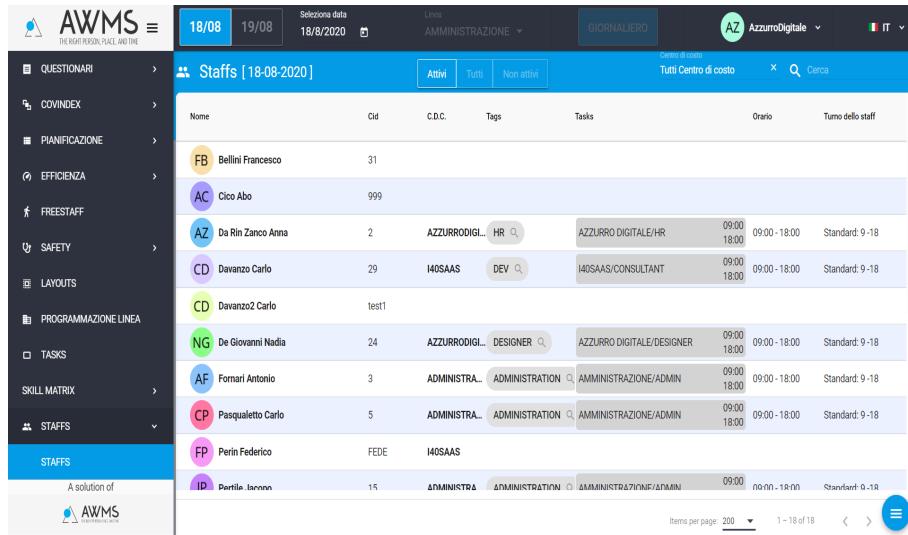


**Figura 3.1:** Architettura di sistema AWMS

La figura precedente illustra come è composta l'Android<sup>[g]</sup>, dove ogni componente verrà descritta nelle successive sotto sezioni.

### 3.1.1 AWMS Dashboard

È il pannello di controllo attraverso il quale un plant manager<sup>[g]</sup> interagisce con la piattaforma AWMS per pianificare il lavoro da svolgere, cioè assegnare un compito alla persona più idonea. Il pannello di controllo è una applicazione web che è stata sviluppata attraverso il framework<sup>[g]</sup> Angular. La *dashboard* per comunicare con il back-end<sup>[g]</sup>, utilizza delle API<sup>[g]</sup> che il back-end<sup>[g]</sup> espone, quindi per ragioni di sicurezza, back-end<sup>[g]</sup> e l'applicazione web cioè il front-end<sup>[g]</sup>, comunicano attraverso API<sup>[g]</sup> con più l'utilizzo del protocollo di comunicazione Hyper Text Transfer Protocol over



**Figura 3.2:** Schermata di AWMS Dashboard

Secure Socket Layer (HTTPS)<sup>[g]</sup> che rende sicura la comunicazione. Nella Figura 3.1 viene mostrato il caso in cui il front-end<sup>[g]</sup> utilizza API<sup>[g]</sup> per l'invio di una notifica push<sup>[g]</sup>, questo perché è previsto che quando il plant manager<sup>[g]</sup> sceglie il lavoratore più idoneo per un certo lavoro, quest'ultimo deve essere avvisato. Perciò sarà compito del front-end<sup>[g]</sup> avvisare il back-end<sup>[g]</sup> che c'è stata una nuova assegnazione e che questa assegnazione deve essere comunicata al diretto interessato attraverso un notifica sull'applicazione *mobile* con all'interno Azzurra.

### 3.1.2 AWMS backend

Come dice il suo nome, AWMS Backend rappresenta il back-end<sup>[g]</sup> del sistema. AWMS Backend è stato sviluppato usando la tecnologia CakePHP, un framework<sup>[g]</sup> per lo sviluppo di applicazioni web scritto in PHP. Al suo interno risiede il database<sup>[g]</sup> che contiene tutte le informazioni sui lavoratori e tra questi quindi, i dati da mostrare nei messaggi di Azzurra come ad esempio il piano di lavoro che ha il lavoratore in uno specifico giorno. Il database<sup>[g]</sup> utilizza come Database Management System (DBMS)<sup>[g]</sup> PostgreSQL.

Come scritto nel punto precedente, per comunicare con AWMS Backend, vengono esposte delle API<sup>[g]</sup> per la comunicazione infatti, esiste un API<sup>[g]</sup> per l'invio di una notifica push<sup>[g]</sup> ma esiste anche un API<sup>[g]</sup> utilizzata da Azzurra.io, per la richiesta di informazioni sul lavoratore necessarie per completare il flusso di conversazione. Quindi questa API<sup>[g]</sup> permetterà di richiedere dati al back-end<sup>[g]</sup> che li cercherà nel suo database<sup>[g]</sup> interno. Se l'interrogazione al database<sup>[g]</sup> da esito positivo, ritornerà le informazioni richieste a Azzurra.io. Il back-end<sup>[g]</sup> si trova all'interno della rete interna dell'azienda che ha acquistato la soluzione di AzzurroDigitale, anche Azzurra.io è all'interno della rete, perciò tra queste due componenti la comunicazione avviene attraverso il protocollo di comunicazione Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)<sup>[g]</sup>. Il back-end<sup>[g]</sup> ha la possibilità di comunicare direttamente con Azzurra.io quando deve

inviare una notifica push<sup>[g]</sup>, sarà poi onere di Azzurra.io inviare la notifica push<sup>[g]</sup> ai destinatari ma solo a quelli attivi, cioè quei utenti che hanno una connessione aperta con Azzurra.io. Per i destinatari che non sono attivi cioè, quelli non hanno una connessione aperta con Azzurra.io, l'invio della notifica verrà fatto utilizzando i servizi offerti da firebase<sup>[g]</sup>, la cui comunicazione tra back-end<sup>[g]</sup> e firebase<sup>[g]</sup> avviene tramite HTTPS<sup>[g]</sup> perché firebase<sup>[g]</sup> è un servizio esterno.

La gestione dell'invio di una notifica push<sup>[g]</sup> verrà comunque trattato in modo più dettagliato più avanti nel seguente capitolo.

### 3.1.3 Azzurra.io

Azzurra.io è una componente strategica per il funzionamento del bot<sup>[g]</sup> Azzurra. Azzurra.io è sviluppata attraverso il framework<sup>[g]</sup> NestJS. Al suo interno ha due database<sup>[g]</sup> con DBMS<sup>[g]</sup> PostgreSQL. Il primo database<sup>[g]</sup> contiene i flussi di conversazione che indicano al bot<sup>[g]</sup> la sequenza di passi che deve seguire durante la conversazione con l'utente umano, la struttura dei flussi conversazionali verrà spiegata in modo dettagliato al capitolo successivo. Il secondo database<sup>[g]</sup> permette di memorizzare i messaggi fatti tra il bot<sup>[g]</sup> Azzurra e l'utente. La scelta di adottare quest'ultimo database<sup>[g]</sup> è dettata dalle seguenti motivazioni:

- \* Per mantenere lo stato della conversazione cioè, se l'utente decide di non andare avanti con la conversazione e di continuare in un secondo momento, grazie a questo database<sup>[g]</sup>, in cui viene salvato lo stato della conversazione, l'utente potrà continuare la conversazione da dove l'aveva lasciata. Il mantenimento dello stato della conversazione non avviene per un tempo illimitato ma dura al massimo un'ora dopo di che lo stato verrà cancellato;
- \* Per una migliore *user experience* si è scelto, nel caso in cui ci siano state delle conversazioni in precedenza, di mostrare i messaggi delle conversazioni precedenti, così che se l'utente ha bisogno di un'informazione che ha già chiesto precedentemente ma che si è dimenticato, basta che controlli i messaggi presenti nella *chat* senza dover richiedere ad Azzurra l'informazione dimenticata.

La connessione tra l'applicazione *mobile* e Azzurra.io è possibile grazie ai WebSocket<sup>[g]</sup> che permettono di aprire una connessione tra i due e di mantenere sempre aggiornati i dati come per esempio, la struttura dei flussi di conversazione. Per tenere traccia degli utenti connessi con Azzurra.io tramite l'applicazione *mobile*, viene utilizzata una mappa chiave-valore, interna ad Azzurra.io, denominata *User Map*. Grazie a essa Azzurra.io potrà sapere quali utenti destinatari di una notifica push<sup>[g]</sup> sono attivi e quali no in modo da rispondere alle richieste del back-end<sup>[g]</sup> quando viene richiesto l'invio della di una notifica push<sup>[g]</sup>. Come scritto all'inizio della sotto sezione, Azzurro.io è una componente strategica principalmente per due motivi.

- \* Quando si vuole aggiungere un nuovo flusso conversazionale o modificare un flusso già esistente, se non esistesse Azzurra.io, questi sarebbero salvati nell'applicazione. Ciò comporterebbe la necessità di un aggiornamento dell'applicazione *mobile* e quindi di effettuare una nuova pubblicazione nell'Play Store per i dispositivi Android<sup>[g]</sup> e nel Apple Store per i dispositivi iOS<sup>[g]</sup> ad ogni aggiunta o modifica dei flussi. Grazie all'esistenza di Azzurra.io ciò viene evitato perché esiste il database<sup>[g]</sup> dedicato per la memorizzazione dei flussi conversazionali che permette di aggiungere un nuovo flusso, semplicemente inserendolo all'interno del database<sup>[g]</sup>,

analogamente, questo vale anche per la modifica di un flusso. Inoltre, grazie alla connessione tramite WebSocket<sup>[g]</sup> qualunque modifica o aggiunta viene subito recepita dell'applicazione *mobile*;

- \* Per evitare che vengano fatte un numero elevato di richieste al back-end<sup>[g]</sup> si è deciso di distribuire le informazioni in diverse componenti della rete, infatti il bot<sup>[g]</sup> per sapere che flusso conversazionale deve seguire per generare i messaggi per la conversazione con l'utente umano, chiede a Azzurra.io e non al back-end<sup>[g]</sup>. Il back-end<sup>[g]</sup> però verrà contattato quando il bot<sup>[g]</sup> Azzurra ha bisogno di dati sul lavoratore da mostrare, ciononostante questa richiesta sarà fatta inizialmente a Azzurra.io che si prenderà carico di richiedere le informazioni al back-end<sup>[g]</sup> e di ritornarle all'applicazione. Quindi il back-end<sup>[g]</sup> sarà contattato solo dalla *dashboard* e da Azzurra.io per il caso descritto precedentemente o per il processo di autenticazione dell'utente, diminuendo il carico sul back-end<sup>[g]</sup>.

### 3.1.4 Applicazione mobile AWMS

L'ultimo componente dell'Android<sup>[g]</sup> è l'applicazione *mobile* AWMS. Essa è sviluppata attraverso il framework<sup>[g]</sup> Angular2+ e Ionic. L'applicazione *mobile* è in realtà un'applicazione ibrida<sup>[g]</sup>, questo perché viene sviluppata con tecnologie web, nello specifico HTML, CSS e TypeScript, e viene eseguita in un dispositivo *mobile* grazie a Ionic e a Cordova. All'interno dell'applicazione *mobile* risiede il bot<sup>[g]</sup> Azzurra. Oltre al bot<sup>[g]</sup> Azzurra esistono altre due sezioni, la sezione Questionario e la sezione Profilo.

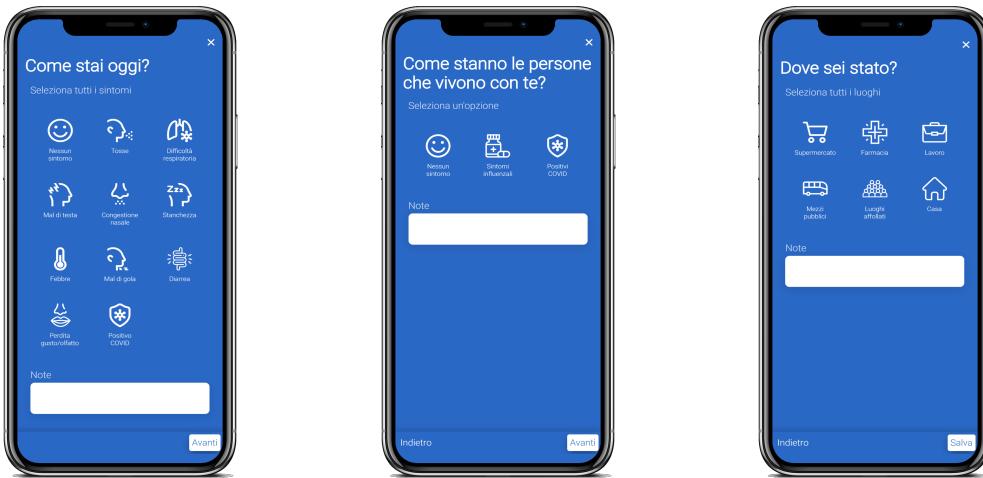


**Figura 3.3:** Sezione Questionario

La Figura 3.3 mostra la sezione Questionario nei suoi tre possibili stati. In questa sezione viene richiesto di compilare quotidianamente un questionario in cui vengono poste domande sulla propria salute che, dai dati raccolti per ogni lavoratore l'applicazione cerca di capire se all'interno dell'azienda ci sia pericolo di contagio del virus COVID-19. Nel caso in cui non si è ancora compilato il questionario, viene mostrata una faccina grigia come si può vedere nella prima immagine della Figura 3.3. Se si è compilato il questionario e secondo le risposte date si risulta essere in buona salute, allora l'applicazione mostrerà una faccina verde come si può vedere nella seconda immagine della Figura 3.3. Se si è compilato il questionario e secondo le risposte date si risulta

essere a rischio per la propria salute, allora l'applicazione mostrerà una faccina rossa come si può vedere dalla terza immagine della Figura 3.3.

Nel questionario da compilare vengono richiesti se si hanno avuto dei sintomi di malattie come mostra la prima immagine della Figura 3.4. Successivamente viene richiesto se le persone vicino a noi hanno avuto dei sintomi di malattie come mostrato nella seconda immagine della Figura 3.4. Viene poi richiesto in quelli luoghi si è stati come mostrato nella terza immagine della Figura 3.4. Una volta terminato il questionario,



**Figura 3.4:** Schede del questionario sulla salute

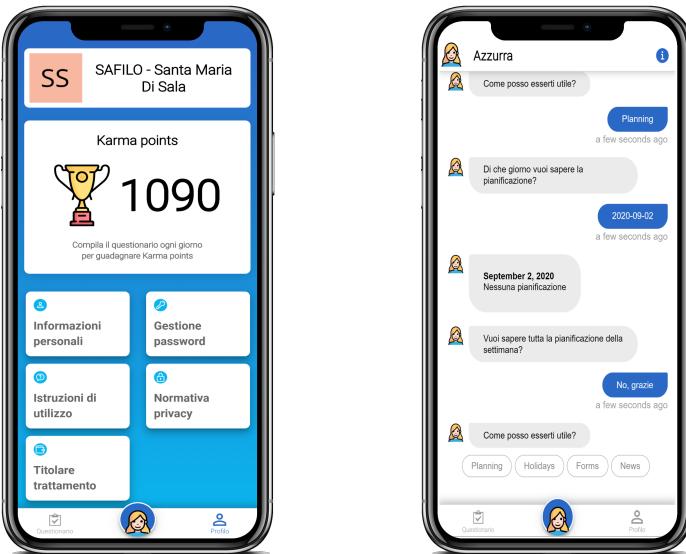
l'applicazione elaborare le risposte date e mostrerà l'esito sulla nostra salute. Nel caso in cui l'esito sia positivo verrà mostrata la prima immagine della Figura 3.5 invece in caso di esito negativo verrà mostrata la seconda immagine della Figura 3.5.



**Figura 3.5:** Schede dell'esito del questionario sulla salute

Il risultato viene poi riportato anche nella schermata della sezione Questionario.

Nella sezione Profilo invece, vengono mostrati i Karma points che sono stati raccolti durante la compilazione del questionario, punti che al momento non danno nessun particolare beneficio ma, in futuro è previsto l'implementazione di una qualche ricompensa. Vengono mostrate le proprie informazioni personali cliccando il tasto "Informazioni personali" come mostrato in Figura 3.6, è possibile cambiare la password d'accesso cliccando il bottone "Gestione password". Cliccando il bottone "Istruzioni di utilizzo" mostrato sempre nella Figura 3.6 è possibile accedere a una breve guida su come utilizzare l'applicazione. Nel bottone "Normativa privacy" è possibile visionare la normativa sulla tutela della *privacy* General Data Protection Regulation (GDPR)<sup>[g]</sup> mentre nel bottone "Titolare trattamento" viene indicato da chi vengono trattati i dati inseriti.



**Figura 3.6:** Sezione Profilo e Chat con Azzurra

Nella sezione Azzurra, è presente la *chat bot*<sup>[g]</sup> con Azzurra che attraverso il proprio Flow Engine, riesce a comprendere i flussi conversazionali ricevuti in input da Azzurra.io. Grazie a ciò il bot<sup>[g]</sup> Azzurra sa quali risposte e domande fare all'utente umano. Nel capitolo successivo verrà spiegato in modo dettagliato il funzionamento del Flow Engine di Azzurra. Come detto precedentemente la comunicazione con Azzurra avviene attraverso WebSocket<sup>[g]</sup> che permette di tenere aggiornati i flussi conversazionali ricevuti da Azzurra nel caso in cui subiscano modifiche. Come scritto in precedenza, Azzurra è un bot<sup>[g]</sup> che aiuta il lavoratore a poter:

- \* Visualizzare il proprio turno di lavoro;
- \* Visualizzare i propri permessi lavorativi o richiederne di nuovi;
- \* Visualizzare avvisi da parte dell'azienda;
- \* Sapere qual'è il menu del giorno della mensa aziendale;
- \* Poter effettuare prenotazioni di un posto a sedere in una sala riunioni e visualizzare le proprie prenotazioni, inoltre utilizzare un scannerizzatore QR code<sup>[g]</sup> per riscattare il posto prenotato.

### Gestione modalità offline

Nell'ambito dello sviluppo di un'applicazione *mobile*, un aspetto importante è la gestione della modalità *offline*. Per gestione della modalità *offline* si intende permette agli utenti di continuare ad utilizzare l'applicazione in assenza di connettività e quindi l'impossibilità di comunicare con il back-end<sup>[g]</sup>. Quali e quante funzionalità e con quali e quante limitazioni alle stesse si verificano quando si è *offline*, è una scelta di progettazione e comporta uno sforzo più o meno significativo visto che esistono diverse modalità per ottenere quanto richiesto. Nel caso dell'applicazione *mobile* AWMS in assenza di connettività sono state scelte le seguenti limitazioni e funzionalità:

- \* Quando c'è assenza di connettività viene avvisato l'utente di tale evento, attraverso un messaggio che comparirà sopra l'*header* dell'applicazione;
- \* Vengono garantite un insieme minimo di funzionalità anche in caso di assenza di connettività, nello specifico viene garantita all'utente la possibilità di spostarsi tra le sezioni dell'applicazione accedendo solo ad alcune pagine informative quali la "Informazioni personali", la "Privacy policy", le "Istruzioni di utilizzo" dell'applicazione.

La gestione della modalità *offline* verterà principalmente su due aspetti:

- \* stato della connessione;
- \* persistenza locale dei dati.

### Stato della connessione

Poter sapere lo stato della connessione per il funzionamento dell'applicazione *mobile* è fondamentale. Inoltre, è importante tenere conto che la connettività nel tempo cambia infatti, può accadere che l'utente sia connesso all'inizio ma ad un certo punto possa perdere la connessione. Vi è quindi la necessità non solo di sapere lo stato della connessione all'inizio ma anche i cambiamenti nello stato della connettività. Solitamente per determinare lo stato della connessione si accede direttamente sullo strato nativo del *device*. Per fare ciò è stato scelto di utilizzare il *plugin* di Cordova, Network Information, che oltre a determinare lo stato della connessione, è in grado di rilevare cambiamenti dello stato in maniera agevole.

### Persistenza locale dei dati

Il poter salvare dei dati in locale, offre la possibilità di poter garantire l'esecuzione di alcune funzioni anche in assenza di connettività. Esistono diverse possibilità per la memorizzazione locale dei dati, più o meno sicure, più o meno efficienti.

Per l'applicazione *mobile* AWMS è stato scelto di utilizzare SQLite. SQLite è un DBMS<sup>[g]</sup> file-based memorizzato sul *device* sul quale viene installata l'applicazione. La capacità del database<sup>[g]</sup> (dimensione massima) dipende dalla memoria a disposizione nel *device* offrendo quindi un buon supporto per la memorizzazione e l'esecuzione delle comuni operazioni sui dati.

L'applicazione *mobile* essendo una applicazione ibrida<sup>[g]</sup> costruita con Ionic, è stato scelto di utilizzare Ionic Storage che si compone di un *plugin* di Cordova, per la gestione

dei database<sup>[g]</sup> SQLite.

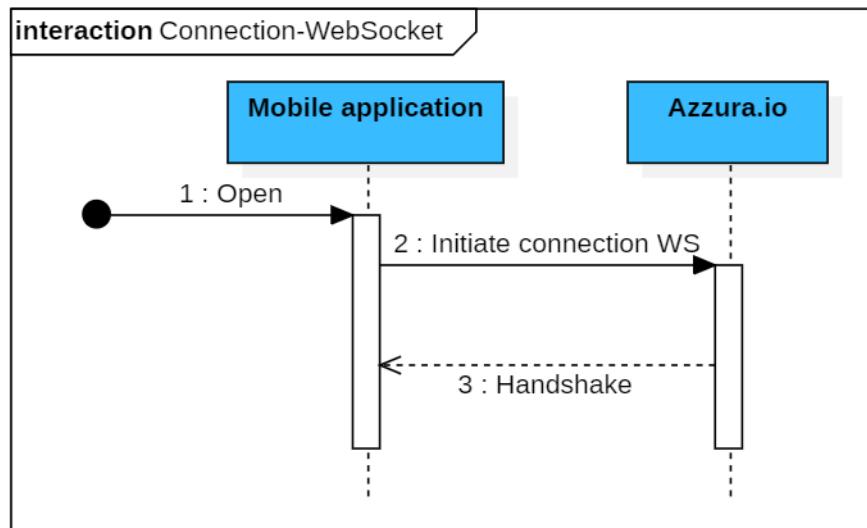
Utilizzando Ionic Storage è possibile quindi memorizzare delle coppie chiave-valore dove il valore può essere di qualsiasi tipo, dalle semplici stringhe o interi fino a degli oggetti JavaScript Object Notation (JSON)<sup>[g]</sup>. I dati memorizzati localmente rimarranno disponibili sino alla disinstallazione dell'applicazione o alla formattazione del *device*.

## 3.2 Operazioni

Nella seguente sezione verranno descritte le principali operazioni tra le varie componenti dell'Android<sup>[g]</sup>.

### 3.2.1 Creazione di una connessione attraverso WebSocket

Come spiegato in precedenza, la comunicazione tra l'applicazione *mobile* e Azzurra.io avviene attraverso l'utilizzo di WebSocket<sup>[g]</sup>. Grazie a ciò si ha un canale di comunicazione a due vie cioè, sia l'applicazione *mobile* e sia Azzurra.io possono inviare dati o richieste. Inoltre, le modifiche ai flussi conversazionali già esistenti o l'aggiunta di nuovi flussi, verranno comunicate all'applicazione *mobile* in tempo reale, aggiornando perciò i dati posseduti dell'applicazione. Infine, utilizzando una connessione tramite WebSocket<sup>[g]</sup>, risulta essere più efficiente e performante rispetto al pooling<sup>[g]</sup> perché il server<sup>[g]</sup> non viene continuamente contatto da inutili richieste.



**Figura 3.7:** Sequence diagram per la creazione di una connessione attraverso WebSocket

Nella Figura 3.7 viene mostrato come avviene la creazione di una connessione tra l'applicazione *mobile* e Azzurra.io, i passi perciò sono:

1. All'inizio, l'applicazione *mobile* viene aperta dall'utente, essa cercherà da subito di mettersi in contatto con Azzurra.io creando una connessione;
2. Per avviare una connessione WebSocket<sup>[g]</sup>, viene inviata una richiesta HTTP<sup>[g]</sup> a Azzurra.io(server<sup>[g]</sup>). Tale richiesta HTTP<sup>[g]</sup> ha la particolarità che negli *headers*

dell'intestazione viene specificata un'operazione di tipo *Upgrade* cioè indica che l'applicazione *mobile* (client<sup>[g]</sup>) vuole aggiornare la connessione ad un protocollo diverso, in questo caso a WebSocket<sup>[g]</sup>. Questo tipo di operazione prende il nome di *WebSocket handshake request*.

```
GET /mychat HTTP/1.1
Host: server.AzzurraIo.com
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Key: 32ndfsMjnQizXBijAf0iPni==
Sec-WebSocket-Protocol: chat
Sec-WebSocket-Version: 13
Origin: http://AzzurraIo.com
```

Il codice soprastrante rappresenta un esempio di *WebSocket handshake request* inviata dal client<sup>[g]</sup> al server<sup>[g]</sup>. Il client<sup>[g]</sup> inserisce una stringa casuale codifica in base64<sup>[g]</sup> nel campo *Sec-WebSocket-Key* alla quale viene poi aggiunta una stringa fissa.

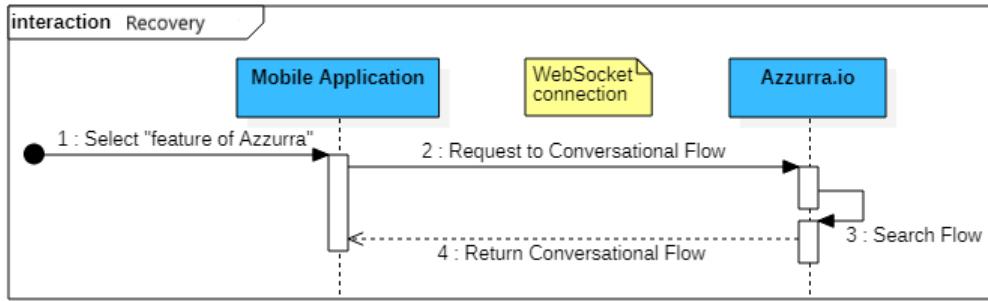
- Se il server<sup>[g]</sup>, in questo caso Azzurra.io supporta la connessione tramite WebSocket<sup>[g]</sup> allora rispondere mettendo nel campo *Sec-WebSocket-Accept* la risposta cioè, l'hash della stringa contenuta in *Sec-WebSocket-Key* utilizzando la funzione di hashing SHA-1. Infine, viene tutto codificato in base64<sup>[g]</sup>. Una volta arrivata la risposta al client<sup>[g]</sup>, esso controllerà se la risposta contiene la stringa corretta. Tutte queste operazioni hanno lo scopo di evitare di aprire più connessioni multiple ma non da nessuna garanzia di autenticazione. Nel seguente codice viene riportato un esempio di risposta da parte del server<sup>[g]</sup>.

```
HTTP/1.1 101 Switching Protocols
Upgrade: websocket
Connection: Upgrade
Sec-WebSocket-Accept: fPmrc0slUIUYIuyY2HaGWk=
Sec-WebSocket-Protocol: chat
```

Per garantire una comunicazione sicura contro ascoltatori indesiderati viene usata una variante del WebSocket<sup>[g]</sup> detta *Secure WebSocket (WSS)* che utilizza il protocollo HTTPS<sup>[g]</sup> al posto del protocollo HTTP<sup>[g]</sup>

### 3.2.2 Recupero di un flusso conversazionale

Il bot<sup>[g]</sup> Azzurra per poter funzionare ha bisogno di almeno un flusso conversazionale che grazie alla propria struttura, permette al Flow Engine di Azzurra di comprendere il flusso e capire quali messaggi deve far visualizzare ad Azzurra nella *chat* con l'utente umano. I flussi si trovano nel database<sup>[g]</sup> dedicato di Azzurra.io. Quando viene richiesto di fare un'operazione o si inizia per la prima volta un'interazione con Azzurra, essa per sapere cosa fare ha bisogno di uno specifico flusso di conversazione, nel caso in cui sia la prima interazione con l'utente, richiedere il cosiddetto *MainFlow* dove vengono riportate quali funzionalità Azzurra può offrire. Se invece si è nel caso in cui l'utente richiede una specifica funzionalità ad esempio, richiedere la visualizzazione del piano di lavoro, Azzurra dovrà richiedere a Azzurra.io, il *flow* dedicato alla specifica funzionalità. Come mostrato nella Figura 3.8 si hanno i seguenti passi:

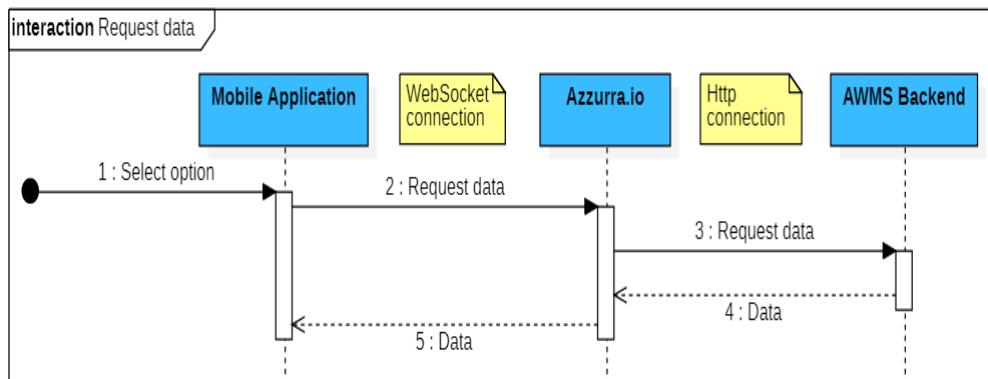


**Figura 3.8:** Sequence diagram per il recupero di un flusso conversazionale

1. L'utente interagisce con il bot<sup>[g]</sup> Azzurra e richiede una funzionalità oppure l'utente interagisce con Azzurra per la prima volta;
2. Il bot<sup>[g]</sup> Azzurra tramite una connessione aperta precedentemente chiede a Azzurra.io il corretto *flow* per poter soddisfare le richieste dell'utente. Si sottolinea che ogni *flow* ha un codice identificativo che lo identifica e Azzurra sa sempre qual'è il codice identificativo del flusso di cui ha bisogno;
3. Azzurra.io cerca nel proprio database<sup>[g]</sup> se contiene il *flow* richiesto;
4. Se la ricerca da esito positivo allora Azzurra.io ritornerà il flusso che verrà eseguito dal Flow Engine di Azzurra la quale proseguirà con la conversazione. Se invece non lo trova la conversazione si interrompe mostrando nella *chat* un messaggio di errore.

### 3.2.3 Richiesta e invio di dati

Durante l'esecuzione di una conversazione è molto probabile che Azzurra abbia bisogno di far visualizzare delle informazioni richieste dall'utente ad esempio il suo orario di lavoro, queste informazioni però non sono salvate ne nell'applicazione mobile né in Azzurra.io ma nel back-end<sup>[g]</sup>. La Figura 3.9 mostra come Azzurra ottiene i dati



**Figura 3.9:** Sequence diagram per il recupero dei dati sul lavoratore

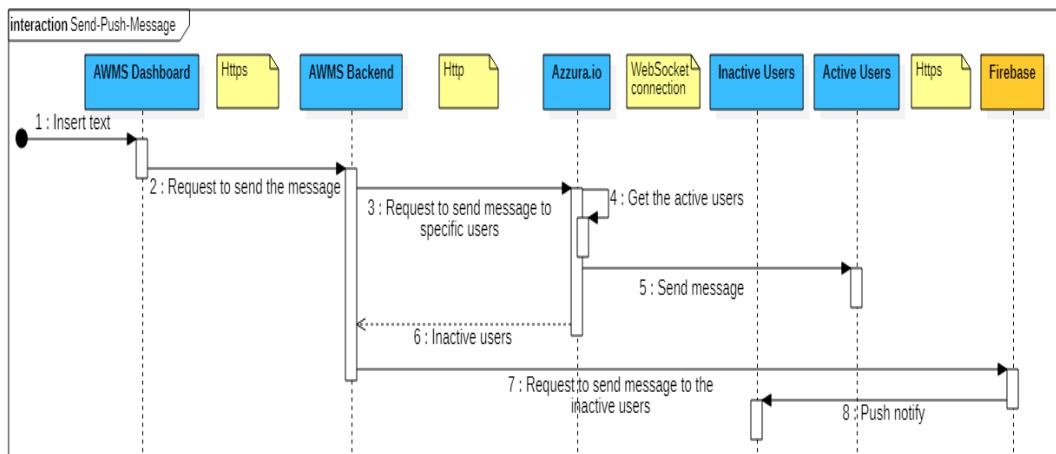
richiesti:

1. L'utente chiede una qualche operazione ad Azzurra che necessita contattare il back-end<sup>[g]</sup> per ottenere i dati che l'utente vuole;
2. L'applicazione chiede quindi i dati necessari a Azzurra.io che si prende carico della richiesta;
3. Azzurra.io contatta il back-end<sup>[g]</sup> attraverso una richiesta HTTP<sup>[g]</sup>, per richiedere i dati richiesti da Azzurra;
4. Se la richiesta va a buon fine il back-end<sup>[g]</sup> ritornerà i dati ad Azzurra.io che li ritornerà a sua volta ad Azzurra.

Per l'invio dei dati cioè l'utente inserisce dei dati che devono essere salvati sul database<sup>[g]</sup> del back-end<sup>[g]</sup>, ad esempio l'utente inserisce una nuova assenza, il procedimento sarà analogo alla richiesta di dati solo alla fine non verranno ritornati i dati ma l'esito dell'operazione effettuata.

### 3.2.4 Gestione notifiche push

Nel caso in cui il plant manager<sup>[g]</sup> abbia bisogno di mandare una comunicazione a uno o più lavoratori, è stata implementata la possibilità di inviare delle notifiche contenuti la comunicazione.



**Figura 3.10:** Sequence diagram per l'invio di notifiche push

Nella Figura 3.10 viene mostrato come avviene l'invio delle notifiche, di seguito ne vengono descritti i passi:

1. Il plant manager<sup>[g]</sup> crea il messaggio da inviare attraverso l'interazione con la *dashboard* di AWMS;
2. La *dashboard* invia al back-end<sup>[g]</sup> il messaggio da inviare e a quali utenti registrati nel sistema mandare il messaggio, viene perciò mandato oltre al messaggio anche i codici identificativi dei destinatari;
3. Il back-end<sup>[g]</sup> si connette ad Azzurra.io e successivamente invia il messaggio e la lista degli utenti a cui Azzurra.io deve mandare la notifica. Quindi l'invio della notifica viene delegato a Azzurra.io;

4. Azzurra.io controlla sulla sua tabella *User Map*, quali tra gli utenti che devo ricevere il messaggio sono attualmente connessi al *socket*. Si specifica inoltre che vengono considerati utenti connessi o attivi tutti gli utenti che sono connessi al *socket* e che hanno l'applicazione in foreground<sup>[g]</sup>. Gli utenti che sono connessi al *socket*, ma hanno l'applicazione in background<sup>[g]</sup> vengono trattati come utenti non connessi;
5. Per gli utenti connessi al *socket*, Azzurra.io invierà la notifica ai dispositivi connessi in cui verrà visualizzata sotto forma di messaggio da parte di Azzurra;
6. Nel caso in cui ci siano alcuni utenti non connessi a Azzurra.io tra i destinatari del messaggio, Azzurra.io effettua una richiesta HTTP<sup>[g]</sup> ad AWMS Backend, specificando gli utenti che non è riuscita a contattare, e il messaggio che avrebbe dovuto recapitare;
7. Il back-end<sup>[g]</sup> una volta ricevuta la lista degli utenti a cui non è stato possibile mandare la notifica, contatterà attraverso un API<sup>[g]</sup> di firebase<sup>[g]</sup>, quest'ultimo per richiedere l'invio della notifica agli utenti della lista appena ricevuta. Si specifica che firebase<sup>[g]</sup> sarà in grado di farlo solo se i dispositivi dei destinatari si sono sottoscritti al servizio di firebase<sup>[g]</sup> per la ricezione di una notifica push<sup>[g]</sup>;
8. Infine, firebase<sup>[g]</sup> una volta ricevuta la lista d'utenti a cui inviare la notifica e il testo del messaggio, invierà la notifica push<sup>[g]</sup> ai destinatari.

# 4 | AZZURRA FLOW ENGINE

---

*Nel seguente capitolo verrà illustrato prima di tutto la struttura di un flusso conversazionale e successivamente il funzionamento del Azzurra Flow Engine e la conseguente generazione dei messaggi da parte del bot<sup>[g]</sup> Azzurra e dell'utente umano*

## 4.1 Cos'è

Un elemento cardine dell'Android<sup>[g]</sup> del sistema AWMS è Azzurra Flow Engine. Esso è un motore conversazionale in grado di ricevere in input flussi conversazionali, implementati attraverso configurazioni JSON<sup>[g]</sup>, che risiedono nel database<sup>[g]</sup> di Azzurra.io. Essi vengono mandati in input a Azzurra Flow Engine quando il bot<sup>[g]</sup> Azzurra ne fa richiesta. Questi file sono codificati secondo una certa struttura fatta dai cosiddetti blocchi conversazionali e da altri campi che verranno illustrati in seguito. Tornando su Azzurra Flow Engine come scritto, esso riceve in input la configurazione JSON<sup>[g]</sup> e grazie ai metodi che ha disposizione è in grado di interpretare i configurazioni JSON<sup>[g]</sup> ricevute e di generare i messaggi che il bot<sup>[g]</sup> Azzurra deve far visualizzare all'utente nella *chat*.

## 4.2 Flussi conversazionali

I flussi di conversazione o conversazionali sono degli elementi fondamentali per la conversazione tra il bot<sup>[g]</sup> e l'utente umano. Essi sono delle configurazioni in JSON<sup>[g]</sup>, dove ogni configurazione contiene un flusso di conversazione, e ogni flusso è un possibile ramo di conversazione che può essere fatto tra il bot<sup>[g]</sup> Azzurra e l'utente umano. Ogni configurazione contiene perciò dei particolari comandi che permettono al bot<sup>[g]</sup> di sapere quali messaggi deve mostrare all'utente umano e come comportarsi in base alle sue scelte. Ogni configurazione ha un id che contiene un codice univoco in modo tale da poter identificare ogni flusso di conversazione. Inoltre, l'esecuzione dei flussi di conversazione prevede che all'inizio ci sia l'esecuzione di un cosiddetto *main flow*, in modo simile a come avviene per i programmi *software*, cioè c'è una funzione detta *main* che viene eseguita per prima all'avvio del programma. Per indicare quale tra l'insieme dei flussi sia il *main* si utilizza il campo *isMainFlow* dandogli il valore *true*. Oltre a questi campi esistono altri campi che sono:

- \* **Shortcuts "shortcuts";**
- \* **Configurazione "config";**
- \* **Blocchi per la conversazione "blocks".**

Tutti e tre verranno illustrati nelle seguenti sottosezioni.

#### 4.2.1 Shortcuts “shortcuts”

Il campo shortcuts è il campo dedicato per le cosiddette "scorciatoie" cioè, tra le funzionalità che il bot<sup>[g]</sup> offre all'utente c'è anche la possibilità di visualizzare un menu dove vengono mostrate tutte le funzionalità offerte dal bot<sup>[g]</sup> e scegliere direttamente quelle eseguire in ogni momento.



**Figura 4.1:** Menu contenente le shortcuts disponibili

Il campo shortcuts viene indicato nel file con la *keyword* shortcuts e al suo interno contiene i seguenti campi:

- \* text: È un campo che può essere di tipo *string* e quindi contiene il testo da far visualizzare nel bottone della scorciatoia all'utente, oppure un oggetto che contiene un attributo per ogni lingua disponibile, dove ogni attributo ha il testo nella lingua straniera che l'attributo rappresenta. Il testo nella lingua di default (italiano) è contenuto nell'attributo “default” ;
- \* flowId: Contiene l'identificativo del flusso che la scorciatoia permette di far eseguire;
- \* icon: Per rendere la *User Interface* più accattivante è possibile aggiungere al bottone dedicato alla scorciatoia, delle icone per ogni scorciatoia.

#### 4.2.2 Configurazione "config"

Il campo config permette di indicare attraverso il campo startBlockId quale blocco di conversazione del flusso deve essere eseguito per primo, per tale campo ci sarà il codice identificativo del primo blocco da eseguire. Il campo configurazione viene indicato nel file con la *keyword* config.

### 4.2.3 Blocchi per la conversazione "blocks"

Il campo blocchi per la conversazione indicato nel file con la *keyword* blocks contiene tutti i blocchi per la conversazione i quali indicano i messaggi che devono essere mostrati e i passi da eseguire a seconda delle scelte inserite dell'utente umano. I blocchi utilizzati per la conversazione si differenziano tra lo loro dal tipo di blocco a cui appartengono. Ogni tipo ha proprie caratteristiche uniche ma anche delle caratteristiche comuni, questo perché tutti i tipi di blocchi per la conversazione ereditano da un tipo padre detto BLOCK. I tipi figli di Block sono i seguenti:

- \* **ASK;**
- \* **SAY;**
- \* **IF;**
- \* **PROC;**
- \* **JUMP;**
- \* **CALLFUNC.**

Di seguito verrà illustrata la struttura e il ruolo di BLOCK e dei suoi figli.

#### BLOCK

BLOCK è il blocco di conversazione attraverso il quale tutti blocchi ereditano delle caratteristiche comuni della sua struttura, di fatto BLOCK non può essere utilizzato e, quindi, può essere paragonato a una classe astratta nell'ambito della programmazione ad oggetti, dove vengono definite delle caratteristiche della classe ma non può essere istanziata, perciò può essere solo ereditata dai suoi figli, che diventano classi concrete istanziabili.

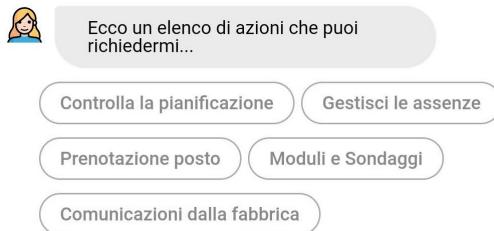
Ha la seguente struttura:

- \* **id:** È un campo di tipo *string* che identifica univocamente il blocco tra un insieme di blocchi di conversazione;
- \* **type:** Questo campo indica il tipo di blocco che come scritto può essere di tipo ASK o SAY o IF o PROC o JUMP oppure CALLFUNC;
- \* **text:** È un campo che può essere di tipo *string* contenente il testo da far visualizzare all'utente, oppure un oggetto che contiene un attributo per ogni lingua disponibile contenente del testo nella corrispondente lingua, e un attributo default che contiene il testo di default;
- \* **variations:** Anch'esso è un tipo *string* che contiene uno o più testi alternati al principale rappresentato dal campo text. Il funzionamento prevede che randomicamente il testo da mostrare all'utente non sarà quello principale ma uno delle alternative contenuto all'interno di variations, verrà perciò scelto in modo casuale, uno dei testi a disposizione;
- \* **target:** Questo campo contiene l'id del prossimo blocco di conversazione da eseguire;

- \* **variable:** Questo campo indica il nome della variabile “conversazionale” su cui salvare eventuali valori di input inseriti dall’utente: il Flow Engine quindi, attraverso dei metodi specifici, ha la capacità di salvare tutte le scelte fatte dell’utente, memorizzandole nelle variabili indicate nel campo variable.
- \* **widget:** Indica il tipo di oggetto grafico detto Widget che deve essere utilizzato a supporto del blocco, esistono i seguenti tipi di Widget che verranno descritti successivamente:
  - **BUTTONS;**
  - **ITEMS;**
  - **PICKER;**
  - **TIMEPICKER;**
  - **DATEPICKER;**
  - **CALENDAR;**
  - **QRSCANNER.**
- \* **widgetOptions:** Permette di aggiungere delle opzioni in più al Widget, per esempio permette di indicare del testo all’interno dei Widget oppure indicare il valore minimo accettabile.

## ASK

Il blocco di conversazione ASK ha la funzione di mostrare all’utente una serie di opzioni disponibili e chiedere quali tra queste vuole eseguire. Quindi mostra le possibili scelte rimanendo in attesa di una risposta dell’utente. Infine esegue il comando collegato alla scelta effettuata dall’utente dirottando la conversazione al blocco successivo.



**Figura 4.2:** Esempio di messaggio prodotto da un blocco di tipo ASK

Oltre a campi del tipo BLOCK ha i seguenti campi in più:

- \* **category:** Il blocco ASK è ulteriormente distinguibile in ASK o in MENU che si differenziano nel seguente aspetto:  
nel caso sia di categoria ASK tutte le opzioni disponibili portano a un blocco di conversazione successivo diverso mentre per MENU tutte le opzioni portano tutte allo stesso blocco;
- \* **source:** Parametro che contiene il nome di una variabile a cui fare riferimento per prendere i dati da utilizzare. Se non si fa riferimento a nessuna variabile allora va settato a *NULL*;

- \* **items:** Questo campo contiene un *array* d'oggetti di tipo BlockItem che rappresentano le possibili scelte che può fare l'utente, essi graficamente vengono rappresentati come dei pulsanti;
- \* **sourceType:** Parametro che indica la modalità di utilizzo della variabile contenuta nel campo source; Sono previste due modalità:
  - **LIST:** In questo caso la variabile contenuta in source viene ignorata e vengono presi tutti gli oggetti di tipo BlockItem contenuti nel campo items che vengono trasformati in bottoni da far visualizzare a video;
  - **VARIABLE:** In questo caso tutto ciò che è contenuto nella variabile del campo source viene trasformato in bottoni da far visualizzare a video, per poterlo fare devono essere formattati in una struttura del tipo chiave valore.

## SAY

Il blocco di conversazione SAY ha la funzione di mostrare all'utente un messaggio a video attraverso il quale si comunica l'esito della operazione precedente e il risultato da essa ricavata. Perciò l'utente richiede l'esecuzione di una qualche operazione, viene eseguita e una volta conclusa il bot<sup>[g]</sup> risponderà all'utente con il risultato ricavato precedentemente.



**Figura 4.3:** Esempio di messaggio prodotto da un blocco di tipo SAY

Oltre a campi del tipo BLOCK ha il seguente campo in più:

- \* **attachments:** Campo che contiene un *array* d'oggetti di tipo BlockAttachment che permettono di allegare immagini o file PDF.

Inoltre sono presenti i campi items, source e sourceType, con analogo funzionamento del blocco ASK per inserire eventuali bottoni che aprono schede o link contenenti il risultato richiesto.

## IF

Il blocco di conversazione IF ha la funzione di verificare se una o più condizioni sono rispettate. Perciò verifica se le condizioni sono soddisfatte, e in base all'esito verrà scelto il prossimo blocco da eseguire.

Oltre a campi del tipo BLOCK ha i seguenti campi in più:

- \* **conditions:** Contiene una o più condizioni che devono essere verificate;
- \* **trueBlockTarget:** Indica il blocco successivo da eseguire se le condizioni sono soddisfatte;
- \* **falseBlockTarget:** Indica il blocco successivo da eseguire se le condizioni non sono soddisfatte.

## PROC

Il blocco di conversazione PROC permette di eseguire delle operazioni sulle variabili conversazionali cioè, assegnazione o trasformazione dei dati. Ad esempio, permette di riordinare i dati ricevuti dal server in modo da poter essere utilizzati dai source con sourceType uguale a VARIABLE.

Oltre a campi del tipo BLOCK ha il seguente campo in più:

- \* **expressions:** Contiene le espressioni da eseguire, ad esempio, per la formattazione dei dati. Ha i seguenti campi:
  - **var:** Contiene il nome della variabile dove viene salvato il risultato della formattazione;
  - **type:** Indica il tipo di formattazione che si vuole applicare, al momento c'è solo una formattazione disponibile:
    - \* **reduce to textvalue:** Permette di riordinare i vari valori che si hanno in una struttura chiave valore.
  - **args:** Contiene un'espressione in Handlebars, un linguaggio di *templating* utilizzato per costruire *template* in HTML con dei cosiddetti segnaposto che verranno poi valorizzati con dei valori, utilizzando delle *keyword* del linguaggio, in modo da ottenere delle componenti in HTML da mostrare come messaggio. Viene perciò costruito un *template* del testo del prossimo messaggio da mostrare

## JUMP

Il blocco di conversazione JUMP permette di cambiare il flusso conversazionale ed eseguirne uno altro. In termini tecnici si passa da un JSON<sup>[g]</sup> di configurazione ad un altro dove ogni configurazione in JSON<sup>[g]</sup> contiene un specifico flusso di conversazione. Perciò, grazie a JUMP, si può "saltare" da un flusso di conversazione a un altro.

Nel campo target in questo caso non viene indicato l'id del blocco successivo ma, l'id del flow che si vuole eseguire.

## CALLFUNC

Il blocco di conversazione CALLFUNC è il blocco attraverso il quale, il bot<sup>[g]</sup> (l'applicazione *mobile*) può richiedere l'esecuzione di chiamate ad API<sup>[g]</sup> (interne o esterne). Attraverso un WebSocket<sup>[g]</sup>, che mantiene una connessione tra il bot<sup>[g]</sup> e Azzurra.io, quest'ultima richiama, a sua volta, delle API<sup>[g]</sup> di AWMS (o esterne ad AWMS) per ottenere i dati richiesti dell'utente o per salvare dati.

Oltre a campi del tipo BLOCK ha il seguente campo in più:

- \* **payload:** Campo che contiene l'intestazione e il corpo della richiesta verso Azzurra.io; Contiene i seguenti campi:
  - **type:** Indica se la chiamata è verso Azzurra.io attraverso il valore int oppure verso un servizio esterno con il valore ext.

Se la chiamata è di tipo int ha la seguente struttura:

- **route:** Indica il metodo di Azzurra.io da richiamare;

- **body**: Contiene il corpo della richiesta, nello specifico un *template* costruito da Handlebars che verrà idratato da Azzurra.io nel caso sia una richiesta di dati o dal bot<sup>[g]</sup> nel caso in cui debba inviare dei dati da salvare.

Se la chiamata è di tipo ext ha la seguente struttura:

- **config**: Contiene la struttura di una chiamata HTTP<sup>[g]</sup>.  
Ha i seguenti campi:
  - \* **url**: Contiene l'indirizzo Uniform Resource Locator (URL)<sup>[g]</sup> del servizio esterno a cui fare richiesta;
  - \* **method**: Se la richiesta è di tipo GET o POST;
  - \* **headers**: Contiene l'intestazione per la richiesta HTTP<sup>[g]</sup>;
  - \* **params**: Contiene le variabili necessarie per la chiamata, questo campo viene usato solo se la richiesta è di tipo GET;
  - \* **data**: Analogo al campo params solo se viene usato dai metodi POST.
- \* **var**: Indica il nome della variabile dove salvare il risultato della richiesta;
- \* **failureBlockTarget**: Indica il blocco successivo da eseguire se la richiesta non va a buon fine;
- \* **successBlockTarget**: Indica il blocco successivo da eseguire se la richiesta va a buon fine.

#### 4.2.4 Oggetti ausiliari

Come scritto nella sezione precedente questi oggetti vengono definiti per essere utilizzati all'interno dei blocchi per svolgere un'azione di supporto, affinché si possa raggiungere ciò per cui sono stati realizzati i blocchi di conversazione stessi.

Di seguito vengono indicate tutte le classi degli oggetti ausiliari disponibili.

##### Widget

È un oggetto che a seconda del tipo permette di realizzare delle componenti grafiche, esso viene utilizzato per richiedere delle azioni da parte dell'utente umano. Ha i seguenti tipi:

- \* **BUTTONS**: Genera dei button arrotondati;



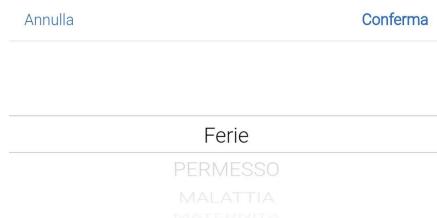
**Figura 4.4:** Rappresentazione grafica dei buttons

- \* **ITEMS:** Genera dei bottoni quadrati;



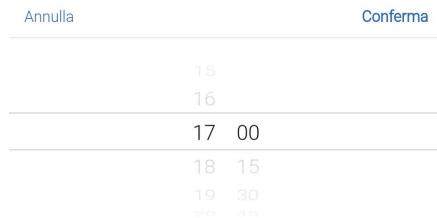
**Figura 4.5:** Rappresentazione grafica degli items

- \* **PICKER:** Genera, attraverso il componente “ion-picker” di Ionic una finestra di dialogo dove si può selezionare una opzione tra quelle proposte;



**Figura 4.6:** Rappresentazione grafica del picker

- \* **TIMEPICKER:** Analogico al PICKER solo che l’opzione da scegliere è l’orario che si vuole selezionare;



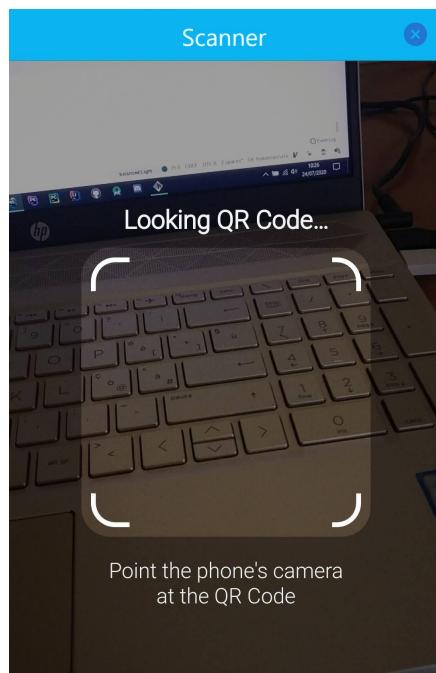
**Figura 4.7:** Rappresentazione grafica del time picker

- \* **DATEPICKER:** Analogo al PICKER solo che l'opzioni da scegliere è la data che si vuole selezionare;



**Figura 4.8:** Rappresentazione grafica del date picker

- \* **CALENDAR:** Fa comparire un calendario grazie all'utilizzo del *plugin* Calendar per Ionic;
- \* **QRSCANNER:** Permette di accedere alla fotocamera (solo se si hanno i permessi) e di decodificare i codici QR code<sup>[g]</sup> tutto ciò grazie al *plugin* QR Scanner di Cordova.

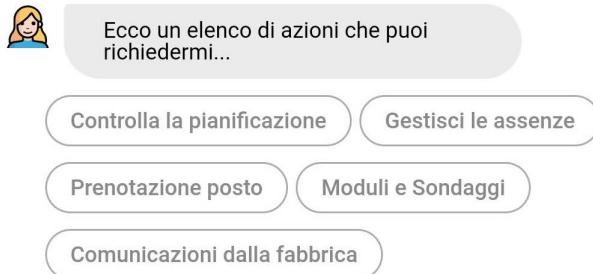


**Figura 4.9:** Rappresentazione grafica del QR scanner

### BlockItem

Questo oggetto rappresenta una possibile scelta che può fare l'utente, graficamente viene rappresentato come un bottone cliccabile dall'utente.

Ha la seguente struttura:



**Figura 4.10:** Rappresentazione grafica del BlockItem

- \* **text:** Contiene l'etichetta che viene visualizzata sul bottone;
- \* **target:** Contiene l'id del prossimo blocco da eseguire.

#### BlockAttachment

L'oggetto in esame permette di allegare immagini o file PDF da mostrare all'utente. Ha la seguente struttura:

- \* **id:** Contiene un codice univoco che identifica ogni BlockAttachment;
- \* **type:** Indica se contiene un PDF o un'immagine, nel caso di un'immagine indica se è in formato JPG o in JPEG oppure in PNG.

### 4.3 Gestione dell'internazionalizzazione di AWMS

Per il sistema AWMS è stata implementata la gestione dell'internazionalizzazione (i18n). Infatti per rendere tutto il sistema, sia lato back-end<sup>[g]</sup> sia lato Azzurra, adattabile a più lingue, sono stati definiti un insieme di testi multi-lingua. Per gestire questi testi multi-lingua è stato progettato di utilizzare un *template engine* al fine di ottenere la parametrizzazione dei testi.

Un *template engine* non è altro che un programma che prevede la definizione di blocchi detti *template* spesso scritti in HTML, che hanno la caratteristica di avere dei segnaposto detti *placeholders*, che vengono sostituiti dai dati da visualizzare. In questi blocchi perciò viene definito il testo scritto in una specifica lingua e in quali punti del testo devono essere inseriti i dati per la visualizzazione. Per la sostituzione dei *placeholders* solitamente il *template engine* utilizza file JSON<sup>[g]</sup>, in cui i segnaposti sono solitamente rappresentati dai campi che compongono l'oggetto salvato nel file JSON<sup>[g]</sup>, i quali andranno a sostituire i segnaposti con i loro valori che rappresentano i dati da visualizzare. Chiaramente i *template* vengono riutilizzanti anche se i dati visualizzati variano. Vengono perciò definiti *template* di testi "localizzati" cioè scritti in un delle lingue supportate dal sistema AWMS.

Un *template engine* può essere facilmente implementato in JavaScript ma come scelta progettuale è stato deciso di utilizzare *Handlebars*. *Handlebars* è un'estensione del *template engine mustache* perché, per indicare i *placeholders* all'interno dei *template* utilizza le doppie parentesi graffe le quali racchiudono la parola da sostituire. È stato

scelto di utilizzare *Handlebars* perché garantisce delle performance migliori infatti, permette di compilare i *template*, riducendo il tempo di *rendering* quando un blocco di codice viene creato più di una volta. Inoltre *Handlebars* permette di utilizzare i cosiddetti "Helpers" che permettono l'esecuzione di funzionalità che vanno a manipolare la formattazione del testo. Infine, un'altra caratteristica avanzata di *Handlebars* è il supporto ai "Partials". Con tale termine si indica la possibilità di innestare *template* l'uno dentro l'altro, permettendone la riusabilità e la realizzazione di codice più ordinato.

Nel back-end<sup>[g]</sup> ciascun testo "localizzato" è persistito in apposite tabelle di un *database*.

Nel lato bot<sup>[g]</sup> Azzurra come spiegato in precedenza, nel campo *text* dei blocchi conversazionali, c'è un oggetto che contiene un attributo per ogni lingua disponibile contenente del testo nella corrispondente lingua, e un attributo *default* che contiene il testo di *default*. Quindi Il Flow Engine, interpretando ciascun blocco conversazionale, effettua un processamento dei testi scegliendo, se presenti, quelli relativi alla lingua dell'utente.

Sara poi compito di *Handlebars* "idratare" i *template* cioè, sostituiti, se presenti, i *placeholders* in sintassi *mustache* con dati da visualizzare.

Durante lo stage un parte del tempo è stata dedicata allo studio di *Handlebars* e alla scrittura dei *template* che in molti casi, richiedevano l'inserimento dei *placeholders* con la sintassi *mustache*.

## 4.4 Funzionamento di Azzurra Flow Engine

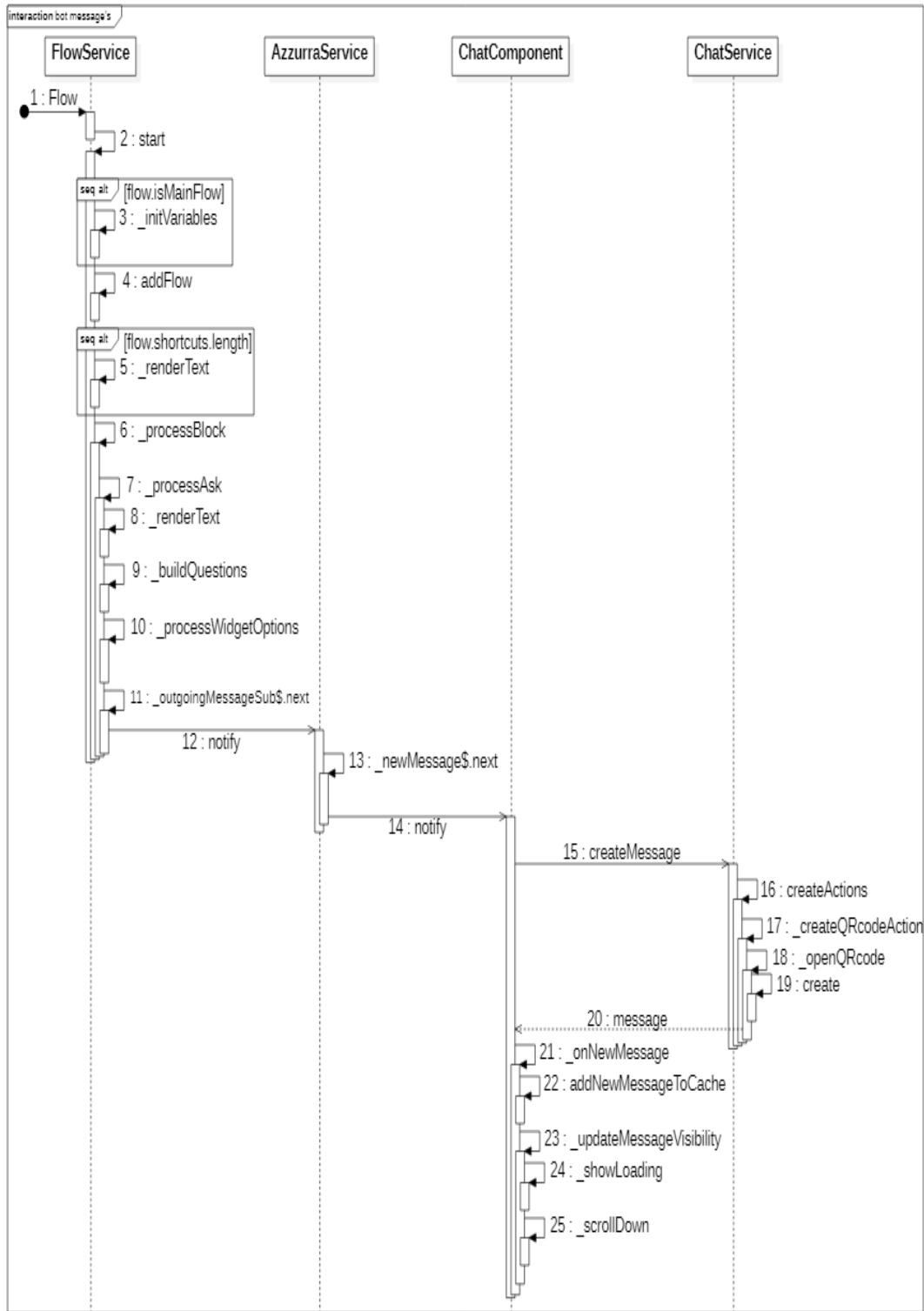
L'Azzurra Flow Engine è quell'elemento in grado di interpretare i dati contenuti nelle configurazioni JSON<sup>[g]</sup>. Grazie a esso è possibile eseguire il corretto flusso della conversazione e generare i messaggi da mostrare nella *chat* dell'applicazione mobile.

### 4.4.1 Messaggio del bot Azzurra

Per implementare le funzionalità del Azzurra Flow Engine vengono utilizzate le seguenti classi sviluppate in Angular:

- \* **FlowService**: Ha i metodi necessari per interpretare le configurazioni JSON<sup>[g]</sup> e quindi, per poter sapere quale tipo di messaggio deve essere costruito, ricavare i dati necessari per costruire i messaggi e sapere come procedere con la conversazione;
- \* **AzzurraService**: Permette principalmente di fare da tramite tra il FlowService e il ChatComponent per la creazione della conversazione. Oltre a ciò permette di gestire operazioni ad alto livello come il caricamento dei messaggi precedenti nella *chat* e gestire le notifiche che possono arrivare dalla *dashboard*;
- \* **ChatComponent**: Si occupa di far visualizzare i messaggi della conversazione;
- \* **ChatService**: Ha il compito di creare e gestire i Widget da aggiungere al messaggio da mostrare, e inoltre, di ricavarne da essi le risposte dell'utente umano.

Una volta che si è stabilità la connessione con Azzurra.io, attraverso un WebSocket<sup>[g]</sup>, inizializzato il Flow Engine e infine, ricevuto la configurazione JSON<sup>[g]</sup> contenente



**Figura 4.11:** Diagramma di sequenza per la generazione di un messaggio di Azzurra

il flusso conversazionale, la generazione di un messaggio da parte del bot<sup>[g]</sup> Azzurra prevede i seguenti passi:

1. Viene inviato all'applicazione *mobile* il flusso conversazionale richiesto precedentemente;
2. Viene avviato nel FlowService il metodo `start()`, il quale riceve in input il flusso da eseguire. Viene verificato se il flusso ricevuto risulta essere il *main flow*, in questo caso vengono inizializzate le variabili conversazionali d'ambiente utilizzate come supporto per la generazione dei messaggi, ad esempio esiste una variabile d'ambiente per indicare il giorno corrente o il formato della data da utilizzare;
3. Una volta impostate le variabili conversazionali d'ambiente e uscite dal blocco condizionale viene salvato il *flow* da eseguire attraverso il metodo `_addFlow()` che imposta come flusso corrente da eseguire il flusso ricevuto in input. Viene infine controllato se la configurazione definisce delle eventuali shortcuts;
4. Se ci sono delle shortcuts viene chiamato il metodo `_renderText()` per crearle, esso sarà in grado di interpretare il pezzo di configurazione dove sono definite le proprietà di ogni shortcuts;

Una volta finita l'esecuzione del metodo, l'esecuzione torna al metodo `start()`.

5. Sempre in `start()` viene chiamata l'esecuzione di `_processBlock()` dandogli in input il primo blocco del flusso da eseguire
6. Nel metodo `_processBlock()` viene eseguito il blocco che riceve in input, in questo caso il blocco da eseguire è il primo blocco del flusso come detto nel punto precedente. In questo metodo si verifica innanzitutto se c'è un blocco da eseguire, se non c'è viene emesso un segnale che informa che il flusso di conversazione è terminato, mentre se c'è un blocco allora si imposta questo blocco come quello in esecuzione e si verifica di che tipo è il blocco.

A seconda del tipo del blocco vengono eseguite le seguenti istruzioni:

- \* **Caso SAY:** Viene eseguito il metodo `_processSay()` ricevendo in input il blocco corrente. Il metodo prende il valore salvato nel campo `text` e le eventuali variations del blocco, generando il testo del messaggio da mostrare attraverso il metodo `_renderText()`. Vengono generati eventuali `BlockItems` attraverso il metodo `_buildSayItems()` il quale controlla il `sourceType` e in base al valore che ha, genera i `BlockItems`. Tornando in `_processSay()`, se presenti vengono anche eseguite le `widgetOptions` attraverso il metodo `_processWidgetOptions()` e creati gli eventuali `BlockAttachments`. Infine, viene emesso il nuovo messaggio creato per il bot<sup>[g]</sup> Azzurra e si passa all'esecuzione del prossimo blocco;
- \* **Caso ASK:** Viene eseguito il metodo `_processAsk` ricevendo in input il blocco corrente. Il metodo salva il nome della variabile contenuta nel campo `var`, che contiene la risposta dell'utente. Analogamente per quanto accede per il blocco SAY viene creato il testo della domanda e attraverso il metodo `_buildQuestions()` vengono creati i `BlockItems` delle possibili scelte. Inoltre, vengono processati gli eventuali `widgetOptions`. Infine, viene emesso il nuovo messaggio creato per il bot<sup>[g]</sup>, il quale rimane in attesa della risposta dell'utente umano quando verrà visualizzato il messaggio;

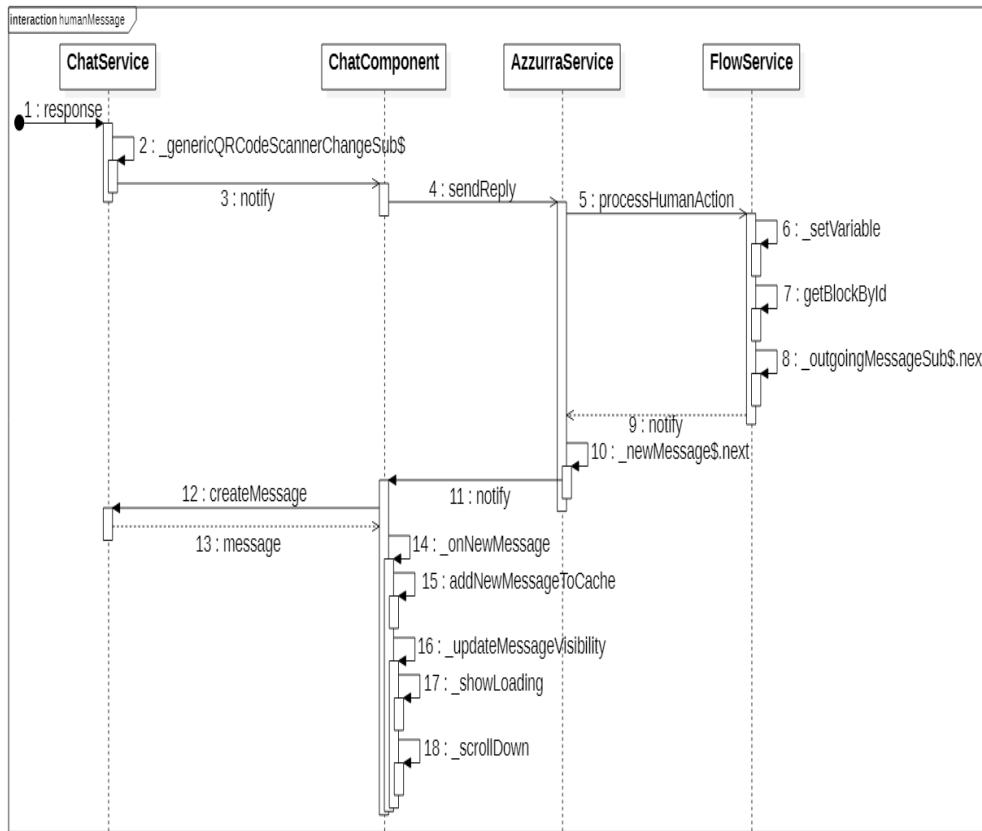
- \* **Caso JUMP:** Viene eseguito il metodo `_processJump()` ricevendo in input il blocco corrente. Richiama il metodo `_getFlow()` passandogli l'identificativo del flusso da eseguire attraverso il campo `target`. Il metodo citato richiede ad Azzurra.io il flusso che ha l'identificativo uguale a quello ricevuto in input, e una volta ricevuto comincia l'esecuzione del nuovo flusso conversazionale richiamando `start()`;
  - \* **Caso IF:** Viene eseguito il metodo `_processIf()` passando in input il blocco corrente. Valuta la condizione attraverso `_manageConditions()`, e in base al risultato stabilisce quale sarà il blocco di conversazione successivo da eseguire;
  - \* **Caso PROD:** Viene eseguito il metodo `_processProd()` passandogli in input il blocco corrente. Stabilisce che formattazione deve essere fatta e la esegue attraverso il metodo `_manageExpressions()`. Infine, passa all'esecuzione del prossimo blocco;
  - \* **CALLFUNC:** Viene ricavato il *payload* del blocco e codificato il *template* in Handlebars per generare il corpo della richiesta, una volta fatto ciò la richiesta è pronta e viene mandata a Azzurra.io. Successivamente viene salvata la risposta sulla variabile indicata del campo `var` e in base alla risposta, se andata a buon fine oppure no, si eseguirà il corrispondente blocco successivo.
7. Nella Figura 4.11 viene mostrato il caso in cui viene eseguito il metodo `_processAsk()` perché il blocco attuale è di tipo ASK;
  8. Viene eseguito `_renderText()` per costruire il testo della domanda;
  9. Attraverso `_buildQuestions()` vengono creati i BlockItems delle possibili scelte;
  10. Viene eseguito il metodo `_processWidgetOptions()` per creare le eventuali `widgetOptions`;
  11. A questo punto la struttura del messaggio è stata creata, manca solo la visualizzazione nella *chat* che è compito di `ChatComponent`, perciò attraverso il metodo `next()` di Angular, viene emesso un segnale che avvisa chi è in ascolto su `_outgoingMessageSub$` che è stato creato un nuovo messaggio e che occorre visualizzarlo;
  12. Viene notificato agli ascoltatori l'evento descritto al punto precedente;
  13. Nel `AzzuraService` c'è un ascoltatore che riceve i segnali mandati dai metodi di `FlowService`, perciò con la notifica inviata al punto precedente `AzzuraService` ha il messaggio che è stato appena creato;
  14. `AzzuraService` emettere a sua volta il nuovo messaggio appena ricevuto, verso l'ascoltatore presente in `ChatComponent`;
  15. Quando `ChatComponent` riceve il messaggio eseguirà il metodo `createMessage()` di `ChatService` passandogli il messaggio ricevuto. Questo metodo si occuperà di far creare il messaggio grafico nel modo corretto. Innanzitutto, verifica chi ha emesso il messaggio, se è stato l'utente umano o il bot<sup>[g]</sup> Azzurra. Nel caso in cui il messaggio sia del bot<sup>[g]</sup> Azzurra viene indicato il testo da mostrare estraendolo dal messaggio ricevuto in input e aggiunto lo *sprite* di Azzurra per indicare graficamente che il messaggio viene dal bot<sup>[g]</sup>;

16. Nel caso in cui il messaggio preveda delle azioni da parte dell'utente umano, ovvero ci siano dei Widget, viene chiamato il metodo `createAction()` passandogli sempre il messaggio. In questo metodo viene verificato che tipo di Widget deve essere creato, per ogni Widget c'è un corrispondente metodo che ne imposta il testo da far visualizzare quando l'utente interagisce con esso, tale testo potrebbe essere un testo di *default* o un testo indicato nel campo `widgetOptions` inoltre nel caso del DATEPICKER o TIMEPICKER, viene impostato il formato di visualizzazione del giorno e dell'ora;
17. Nel caso rappresentato dalla Figura 4.11, viene chiamato il metodo `_createQRcodeAction()` il quale imposta il testo da mostrare e chiama il metodo `_openQRcode()`;
18. `_openQRcode()` Richiama il metodo `create()` per creare e aprire il Widget QRCode;
19. In `_openQRcode()` viene chiamato il metodo `create()` che permette di utilizzare il ModalController di Ionic il quale crea una nuova finestra grafica con dentro la classe che gestisce il lettore di QR code<sup>[g]</sup>. Si crea quindi graficamente il Widget. I corrispondenti metodi *open* per DATEPICKER e TIMEPICKER non utilizzano il ModalController ma utilizzano una componente grafica messa a disposizione da Ionic, perciò in questi metodi viene configurato il componente grafico senza richiamare nessuna classe;
20. Terminata la creazione il messaggio viene ritornato il messaggio costruito a ChatComponent;
21. Con `onNewMessage()` viene inserito nella *chat* il nuovo messaggio;
22. Il nuovo messaggio viene inviato a Azzurra.io, per essere memorizzato, attraverso il metodo `addNewMessageToCache()`;
23. Viene aggiornata la *chat* per mostrare il nuovo messaggio con il metodo `_updateMessageVisibility()`;
24. `_updateMessageVisibility()` chiama `_showLoading()` per simulare un caricamento;
25. Infine, `_updateMessageVisibility()` chiama `_scrollDown()` per muovere verso il basso la *chat* in modo da mostrare il nuovo messaggio che altrimenti rimarrebbe nascosto.

Una volta che l'utente interagisce con il Widget deve essere creato il messaggio dell'utente umano con la sua risposta.

#### 4.4.2 Messaggio dell'utente umano

La generazione di un messaggio da parte dell'utente umano prevede le seguenti azioni:



**Figura 4.12:** Diagramma di sequenza per la generazione di un messaggio dell'utente

1. Quando l'utente esegue un'azione che genera una risposta da parte sua, il ChatService emette il valore della risposta ogni volta che un Widget la riceve;
2. Nel ChatComponent esiste un ascoltatore per ogni evento emesso da ogni Widget. Nella Figura 4.12 viene rappresentato il caso in cui il Widget sia di tipo QR CODE perciò, attraverso il metodo next() di Angular, viene emesso un segnale che avvisa a chi e in ascolto su `_genericQRCodeScannerChangeSub$` che è stato emesso un evento da QR CODE inserendo anche il valore letto dallo scanner;
3. Viene notificato agli ascoltatori l'evento descritto al punto precedente;
4. ChatComponent riceve la notifica e chiama il metodo `sendReply()` di AzzurraService dandogli in input il valore letto dallo scanner ricevuto dalla notifica solo se il messaggio è valido, se non lo è viene ignorato;
5. Il metodo `sendReply()` chiama a sua volta `processHumanAction()` di FlowService;

6. In processHumanAction() viene creata la struttura del messaggio con la risposta dell'utente perciò, viene richiamato il metodo `_setVariable()` in cui, viene impostato il valore della risposta ritornato dal Widget che è stato salvato nella variabile indicata nel campo var;
7. In processHumanAction() viene richiamato il metodo `getBlockId()` che verifica se il Widget abbia al suo interno un proprio campo target, se sì viene impostato come prossimo blocco di conversazione il blocco che ha il codice identificativo uguale a quello contenuto nel target, se invece non ha un campo target proprio si va a prendere il valore del campo target del blocco e si imposta il suo valore come prossimo blocco da eseguire;
8. Attraverso il metodo `next()` di Angular, viene emesso un segnale che avvisa a chi è in ascolto su `_outgoingMessageSub$` che è stato emesso un nuovo messaggio;
9. Viene notificato agli ascoltatori l'evento descritto al punto precedente;
10. AzzurraService riceve la notifica e tramite il metodo `next()` avvisa e invia la struttura del nuovo messaggio a tutti coloro che sono in ascolto su `_newMessage$`;
11. Viene notificato agli ascoltatori l'evento descritto al punto precedente;
12. ChatComponent riceve il messaggio e chiama il metodo `createMessage()` di ChatService passandogli il messaggio ricevuto. Questo metodo si occuperà di far creare il messaggio grafico nel modo corretto. In questo caso il messaggio è di tipo umano perciò verrà creato secondo una certa specifica;
13. Viene ritornato il messaggio a ChatComponent;
14. Infine, per visualizzare il messaggio sulla *chat*, vengono rifatte le stesse operazioni che erano state fatte per il messaggio del bot<sup>[g]</sup> Azzurra.



# 5 | FLUSSI CONVERSAZIONALI PRODOTTI

---

*In questo capitolo verrà descritto il lavoro che è stato fatto di analisi, progettazione e implementazione dei flussi conversazionali per Azzurra creati durante lo stage.*

## 5.1 Analisi dei requisiti

### 5.1.1 Descrizione del problema

Durante lo stage è stato deciso, di comune accordo con il tutor aziendale, di costruire due flussi conversazionali per il bot<sup>[g]</sup> Azzurra, nello specifico:

- \* **DeskBooking:** Questo flusso conversazionale consiste nel gestire le prenotazioni di un posto a sedere. Deve esserci la possibilità di richiedere una nuova prenotazione, visualizzare la lista delle proprie prenotazioni e infine, visto che è richiesto, che per riscattare il posto a sedere, quando si sta per iniziare a usufruire del posto, di scannerizzare un QR code<sup>[g]</sup>, messo nel posto a sedere, per poter verificare se chi ha scansionato il QR code<sup>[g]</sup> ha veramente diritto a usufruire del posto. C'è perciò bisogno di integrare un lettore di QR code<sup>[g]</sup> in Azzurra per poter fare il controllo. Perciò, si deve poter aprire la fotocamera, scannerizzare il QR code<sup>[g]</sup> che verrà usato per controllare se il lavoratore può usufruire del posto e dopo il controllo, comunicare l'esito della verifica al lavoratore;
- \* **Planning:** Questo flusso conversazionale consiste nel far visualizzare al lavoratore il lavoro che deve svolgere. Deve esserci la possibilità di richiedere la visualizzazione del lavoro pianificato di uno specifico giorno oppure la possibilità di vedere il lavoro pianificato per tutta la settimana;

### 5.1.2 Requisiti

Ogni requisito sarà strutturato come segue:

- \* Identificativo: **R[Importanza][Tipologia][Codice]**  
Dove:
  - **Importanza:**
    - \* **1:** Requisito obbligatorio, ovvero vincolante in quanto primario e fondamentale;
    - \* **2:** Requisito desiderabile, ovvero non strettamente necessario ma che porta valore aggiunto riconoscibile;
    - \* **3:** Requisito opzionale, ovvero relativamente utile.
  - **Tipologia:**
    - \* **F:** Funzionale, definisce una funzione di un sistema di uno o più dei suoi componenti

- \* **Q:** Qualitativo, definisce un requisito per garantire la qualità per un certo aspetto del prodotto
- \* **P:** Prestazionale, definisce un requisito che garantisce efficienza prestazionale nel prodotto
- \* **V:** Vincolo, definisce un requisito volto a far rispettare un dato vincolo
- **Codice:** Viene utilizzato per identificare univocamente il requisito tramite un numero progressivo

Dopo un'analisi del problema sono stati individuati i seguenti requisiti

Codice	Descrizione
R1F1	Il lavoratore deve poter accedere alla funzionalità di prenotazione posto.
R1F2	Il lavoratore deve poter inserire una nuova prenotazione di un posto a sedere.
R1F3	Il lavoratore deve poter visualizzare le sue prenotazioni.
R1F4	Il lavoratore deve poter scansionare il QR code <sup>[g]</sup> per poter usufruire del posto prenotato.
R1F5	Il lavoratore deve poter inserire la data in cui vuole prenotare il posto a sedere se disponibile.
R1F6	Il lavoratore deve poter inserire l'ora di inizio della prenotazione che desidera.
R1F7	Il lavoratore deve poter inserire l'ora di terminazione della prenotazione che desidera.
R1F8	Il lavoratore deve poter inserire la stanza del posto a sedere che desidera prenotare.
R1F9	Il lavoratore deve poter inserire il posto a sedere che desidera prenotare se disponibile.
R1F10	Il lavoratore deve poter visualizzare il messaggio di conferma se la prenotazione del posto a sedere è andata a buon fine.
R1F11	Il lavoratore deve poter visualizzare il messaggio d'errore se non è stato possibile inserire la nuova prenotazione.
R1F12	Il lavoratore deve poter visualizzare le sue prenotazioni del giorno corrente.
R1F13	Il lavoratore deve poter visualizzare le sue prenotazioni del giorno successivo.
R1F14	Il lavoratore deve poter visualizzare le sue prenotazioni di uno specifico giorno.
R1F15	Il lavoratore deve poter inserire la data del giorno in cui vuole vedere le prenotazioni.

**Tabella 5.1:** Tabella del tracciamento dei requisiti

Codice	Descrizione
R1F16	Il lavoratore, per ogni prenotazione, deve poter visualizzare l'ora di inizio della prenotazione.
R1F17	Il lavoratore, per ogni prenotazione, deve poter visualizzare l'ora di terminazione della prenotazione.
R1F18	Il lavoratore, per ogni prenotazione, deve poter visualizzare la stanza della prenotazione.
R1F19	Il lavoratore, per ogni prenotazione, deve poter visualizzare il posto della prenotazione.
R1F20	Il lavoratore, dopo avere scannerizzato il QR code <sup>[g]</sup> del posto a sedere, deve ricevere un messaggio di conferma che lo informa che può usufruire del posto a sedere.
R1F21	Il lavoratore, dopo avere scannerizzato il QR code <sup>[g]</sup> del posto a sedere, deve ricevere un messaggio d'errore che lo informa che non può usufruire del posto a sedere.
R1F22	Il lavoratore deve poter visualizzazione la pianificazione di uno specifico giorno.
R1F23	Il lavoratore deve poter visualizzazione la pianificazione della settimana corrente.
R1F24	Il lavoratore deve poter inserire la data del giorno in cui vuole vederne la pianificazione del lavoro a lui assegnato.
R1F25	Il lavoratore deve poter visualizzare la data del giorno del lavoro pianificato.
R1F26	Il lavoratore deve poter visualizzare l'ora d'inizio del lavoro pianificato.
R1F27	Il lavoratore deve poter visualizzare l'ora di terminazione del lavoro pianificato.
R1F28	Il lavoratore deve poter visualizzare il lavoro che è stato pianificato per essere svolto.
R1V1	Per implementare i flussi conversazionali devono essere usati Angular e Ionic.
R1V2	Per gestire la fotocamera per la lettura del QR code <sup>[g]</sup> deve essere usato il plugin di Cordova, QR Scanner.

**Tabella 5.2:** Tabella del tracciamento dei requisiti

## 5.2 Progettazione

Dopo aver individuato i requisiti che descrivono i flussi da costruire, si è passati alla progettazione dei flussi. Come spiegato nel capitolo precedente i flussi conversazionali non sono altro che un insieme di blocco che asseconda del tipo di appartenenza svolgono determinate funzioni. Grazie a ciò, la progettazione dei due flussi è iniziata con l'inserimento dei blocchi corretti e il collegamento tra di essi, ottenendo così due diagrammi che rappresentano i due flussi dove viene mostrato che passi deve fare il bot<sup>[g]</sup> Azzurra durante la conversazione con l'utente umano. Successivamente si sono progettati i metodi da aggiungere a quelli esistenti per poter creare i messaggi nel modo corretto.

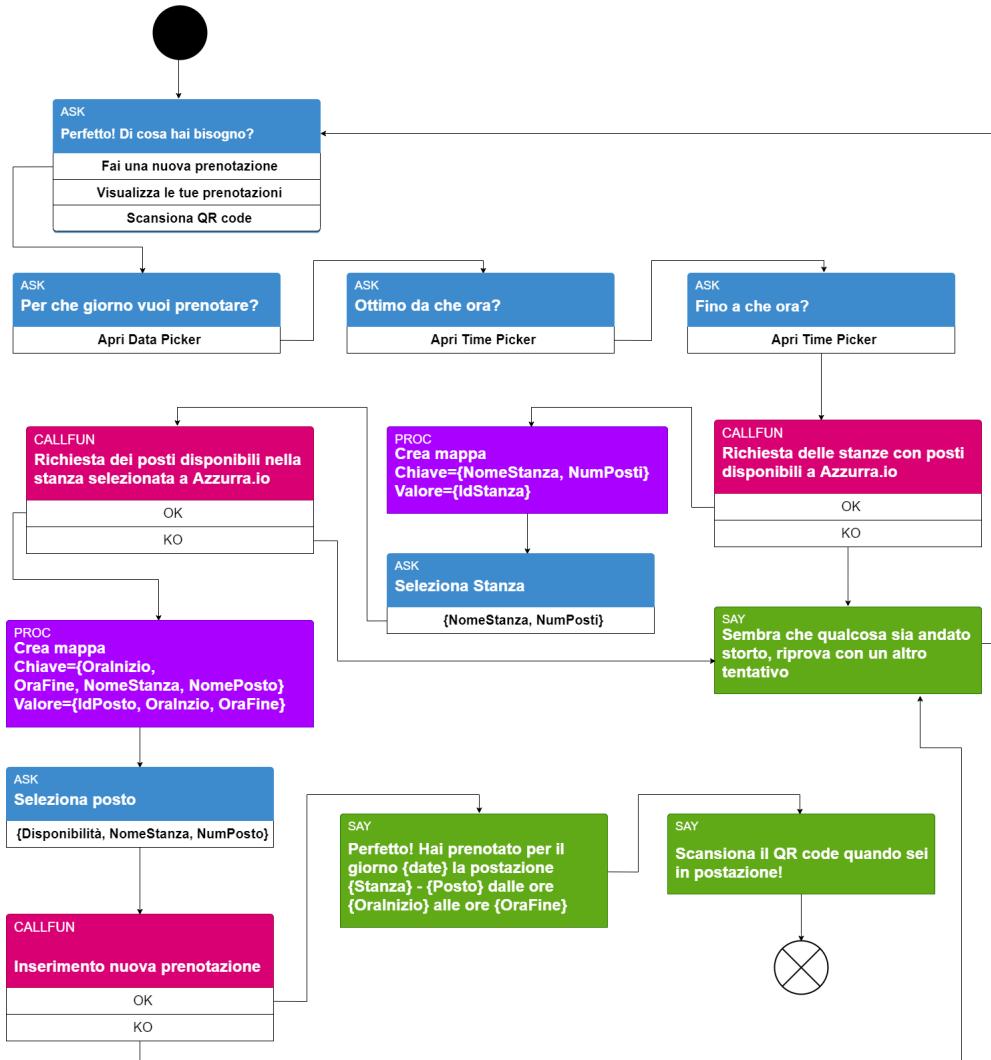
Di seguito vengono illustrati i diagrammi dei flussi fatti.

### 5.2.1 Gestione delle prenotazioni dei posti

Nei seguenti diagrammi viene mostrato l'insieme dei blocchi che fanno parte del flusso conversazionale DeskBooking. Per comodità il flusso invece di usare un unico diagramma molto grande si è deciso di rappresentare il flusso attraverso tre diagrammi più piccoli.

La Figura 5.1 rappresenta il ramo del flusso Deskbooking dedicato all'inserimento di una nuova prenotazione. È così composto:

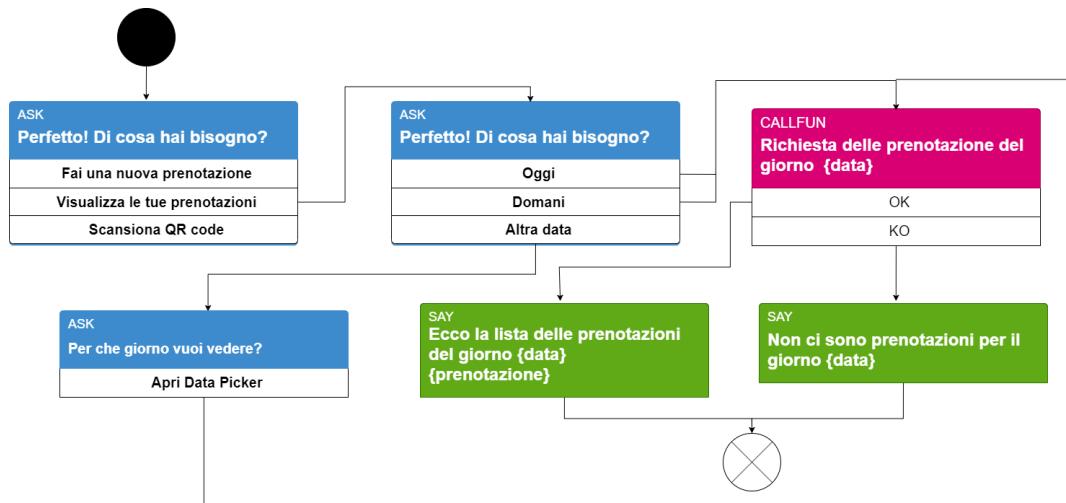
1. Il flusso inizia con un blocco ASK che chiede all'utente se vuole inserire una nuova prenotazione o scansionare un QR code<sup>[g]</sup>;
2. Nel caso in cui l'utente voglia inserire una nuova prenotazione, attraverso un blocco ASK viene chiesta la data che vuole inserire per la prenotazione. Viene progettato che l'inserimento della data viene fatta attraverso il DATEPICKER;
3. Successivamente tramite un blocco ASK viene chiesta l'ora di inizio per la prenotazione. L'inserimento dell'ora avviene tramite il TIMEPICKER;
4. Viene rifatta la stessa operazione del punto precedente ma chiedendo la data di terminazione della prenotazione;
5. Terminato il punto precedente, l'utente ha inserito l'intervallo di tempo all'interno del quale desidera effettuare una prenotazione di un posto a sedere. Attraverso il blocco CALLFUN viene chiesto a Azzurra.io quali stanze con posti liberi sono disponibili per la data e l'intervallo inseriti dall'utente;
6. Se non ci sono stanze con posti liberi o l'operazione di richiesta va in errore, attraverso un blocco SAY viene informato l'utente della situazione e ricomincia l'esecuzione dall'inizio del flusso;
7. Se invece ci sono stanze con posti liberi, attraverso il blocco PROC vengono formattati i dati ricevuti in modo da poterli mostrare in una forma adatta alla situazione. In questo caso viene chiesto di creare una mappa con chiave contenente il nome della stanza e il numero dei posti, mentre come valore l'identificativo della stanza. Quando si vorrà mostrare questi dati, verrà solo mostrato la chiave dei dati;
8. Tramite il blocco ASK vengono mostrate le stanze disponibili mostrando i dati secondo la formattazione fatta al punto precedente;



**Figura 5.1:** Diagramma per l'inserimento di una nuova prenotazione del flusso DeskBooking

9. L'utente sceglie la stanza e viene controllato se nel frattempo è ancora disponibile e chiede quali posti a sedere sono liberi;
10. Se avviene un errore di connessione o non ci sono più posti liberi si torna al punto 6 spiegato precedentemente;
11. I dati ricevuti vengono formattati attraverso il blocco PROC creando la mappa con chiave contenente ora di inizio, orario di terminazione, nome stanza e nome posto a sedere, mentre come valore conterrà l'identificativo del posto a sedere, l'orario di inizio e di fine;
12. Viene chiesto all'utente, attraverso un blocco ASK, di scegliere uno dei posti a sedere liberi;

13. Viene contattato Azzurra.io con il blocco CALLFUN per inserire la nuova prenotazione;
14. Se avviene un errore nell'inserimento viene eseguito il punto 6;
15. Se l'operazione va a buon fine viene comunicato all'utente l'esito positivo dell'operazione, ricordandogli i dati della prenotazione e di scansionare il QR code<sup>[g]</sup> per riscattare il posto a sedere. Il flusso poi termina.

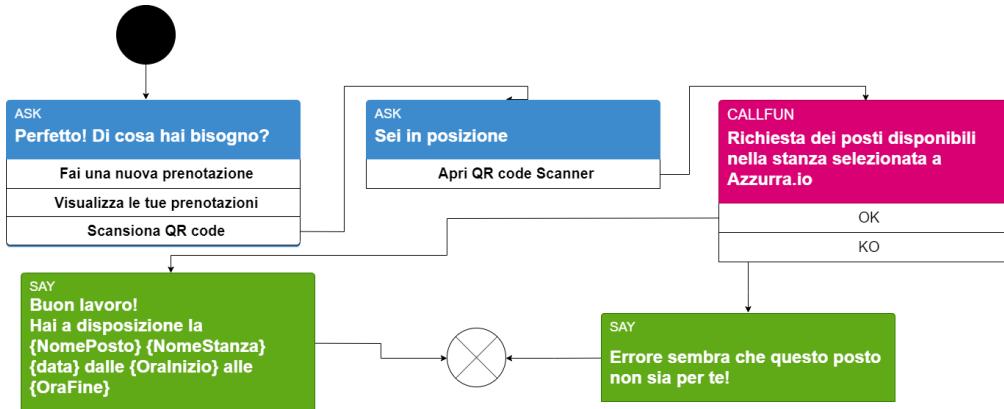


**Figura 5.2:** Diagramma per la visualizzazione delle prenotazioni del flusso DeskBooking

La Figura 5.2 rappresenta il ramo del flusso Deskbooking dedicato alla visualizzazione delle prenotazioni. È così composto:

1. Il flusso inizia con un blocco ASK che chiede all'utente se vuole inserire una nuova prenotazione o scansionare un QR code<sup>[g]</sup>;
2. Nel caso in cui l'utente voglia visualizzare le sue prenotazioni, viene chiesto attraverso un blocco ASK se vuole sapere le prenotazioni del giorno corrente o del giorno successivo o di un altro giorno;
3. Nel caso l'utente voglia vedere le sue prenotazioni del giorno corrente o del giorno successivo verrà fatta una richiesta a Azzurra.io per ottenere le prenotazioni della data inserita dall'utente. La richiesta viene fatta attraverso il blocco CALLFUN;
4. Se invece l'utente vuole vedere le sue prenotazioni di una data diversa dal giorno corrente o successivo, attraverso un blocco ASK viene chiesta la data che vuole inserire per la visualizzazione. L'inserimento della data viene fatta attraverso il DATEPICKER, successivamente si esegue il punto 3 per la richiesta;
5. Se ci sono prenotazioni queste vengono mostrate all'utente, se invece avviene un errore o non ci sono prenotazioni fatte da lui, verrà avvisato di tale evento. Dopo questo passo il flusso termina

La Figura 5.3 rappresenta il ramo del flusso Deskbook dedicato allo scansionamento del QR code<sup>[g]</sup>. È così composto:



**Figura 5.3:** Diagramma per lo scansionamento del QR code<sup>[g]</sup> del flusso DeskBooking

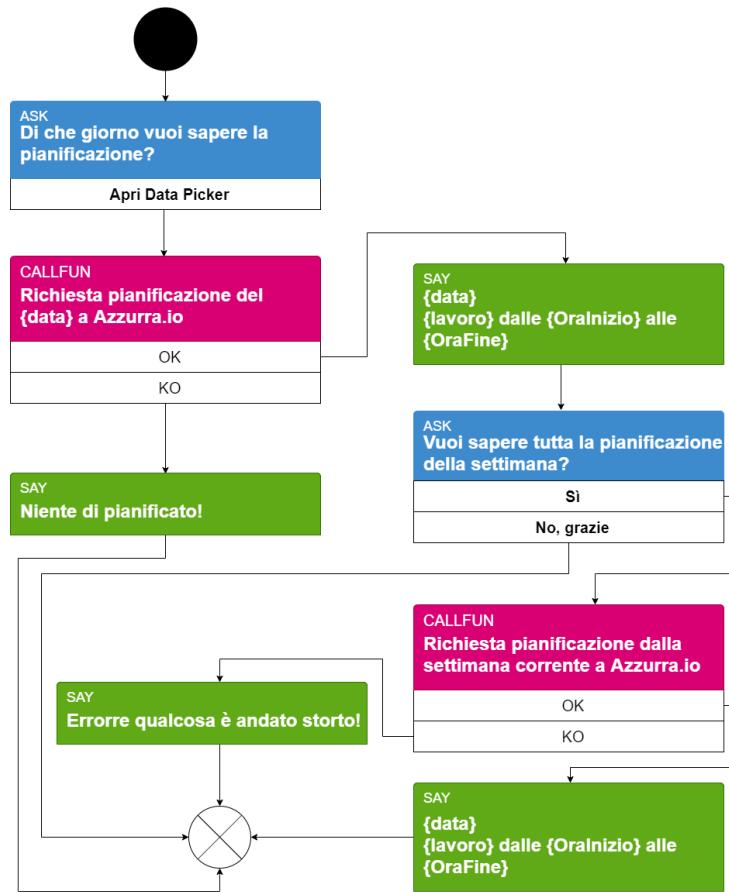
1. Il flusso inizia con un blocco ASK che chiede all'utente se vuole inserire una nuova prenotazione o scansionare un QR code<sup>[g]</sup>;
2. Nel caso in cui l'utente voglia scansionare un QR code<sup>[g]</sup> per riscattare il suo posto a sedere prenotato, viene chiesto attraverso un blocco ASK di aprire il scannerizzatore di QR code<sup>[g]</sup>. Viene usato QRSCANNER per leggere il QR code<sup>[g]</sup>;
3. Viene chiesto a Azzurra.io attraverso il blocco CALLFUN, se il posto a sedere può essere usato dall'utente;
4. Se l'esito è positivo, viene comunicato all'utente che può usufruire del posto fino al termine della prenotazione. Termina così il flusso;
5. Se l'esito è negativo, viene informato l'utente che non può usare il posto a sedere in quel momento. Termina così il flusso;

### 5.2.2 Visualizzazione della pianificazione

Nel seguente diagramma viene mostrato l'insieme dei blocchi che fanno parte del flusso conversazionale Planning.

La Figura 5.4 rappresenta il ramo del flusso Planning dedicato alla visione della pianificazione del lavoro da svolgere.

1. Il flusso inizia con un blocco ASK che chiede all'utente di quale giorno vuole vedere la pianificazione. L'inserimento della data viene fatta attraverso il DATEPICKER;
2. Viene fatta richiesta a Azzurra.io, utilizzando il blocco CALLFUN, di trovare la pianificazione del giorno indicato dall'utente;
3. Se non viene trovato nulla allora l'utente viene avvisato tramite un blocco SAY che non c'è niente di pianificato e il flusso termina;
4. Se invece c'è una pianificazione disponibile per il giorno indicato dall'utente, viene visualizzata attraverso un blocco SAY;



**Figura 5.4:** Diagramma per l'inserimento di una nuova prenotazione del flusso DeskBooking

5. Dopo il punto precedentemente descritto viene chiesto con un blocco SAY se si vuole sapere la pianificazione di tutta la settimana;
6. Se l'utente risponde no il flusso termina;
7. Se l'utente risponde sì viene fatta richiesta a Azzurra.io, utilizzando il blocco CALLFUN, di trovare la pianificazione della settimana corrente;
8. Se la richiesta va buon fine viene mostrata la pianificazione della settimana, altrimenti viene mostrato un messaggio. In entrambi i casi il flusso poi termina.

### 5.3 Codifica

Per implementare i due flussi si sono utilizzati i *framework* Angular e Ionic. Grazie a Angular si è potuto strutturare un'applicazione web come una gerarchia di componenti quindi, attraverso il linguaggio TypeScript si è gestita l'*application logic* mentre con HTML e CSS si è gestita la *presentation logic*. Purtroppo solo l'uso di Angular non basta per poter sviluppare un'applicazione *mobile* e non web, si è quindi usato Cordova, un *framework* che permette di sviluppare un'applicazione mobile multi-piattaforma, quindi sia per Android e sia per iOS, con tecnologie web e inoltre, offre API<sup>[g]</sup> per accedere alle funzionalità native del dispositivo, ad'esempio la fotocamera. Infatti, Cordova incapsula l'applicazione web e la esegue localmente all'interno di un'applicazione nativa che può interagire con le funzionalità del dispositivo. Per sfruttare le funzionalità di Angular e di Cordova assieme, è stato usato il *framework* Ionic che permette di creare un ambiente integrato che semplifica lo sviluppo di applicazioni offrendo inoltre, componenti grafiche ottimizzate per i dispositivi *mobile*.

Per quanto riguarda la codifica, per prima cosa si è implementato una configurazione JSON per ogni flusso, dove si sono codificati i vari blocchi progettati, utilizzando la sintassi spiegata nel precedente capitolo. Una volta scritte le due configurazioni si è dovuto aggiornare il *main flow* aggiungendo nel primo blocco che viene eseguito, cioè un blocco ASK dove viene chiesto che funzionalità si vuole eseguire, due BlockItem per indicare le due nuove funzionalità offerte dai due flussi prodotti. Oltre alle due nuove scelte, nel *main flow* sono stati aggiunti due blocchi JUMP per permettere di mandare in esecuzione i due nuovi flussi quando l'utente ne richiede l'esecuzione subito dopo la selezione della funzionalità desiderata da parte dell'utente.

Per poter creare i tre Widget, DATEPICKER, TIMEPICKER e QRSCANNER, nel createActions() ho aggiunto tre metodi per ognuno dei tre Widget, che vengono chiamati da createActions() in base al tipo di Widget da creare. In questi tre nuovi metodi viene impostato il testo che devono mostrare e nel caso dei DATEPICKER, TIMEPICKER viene impostato anche il formato del giorno e dell'ora. Per ognuno di questi metodi ho creato un metodo specifico per ogni Widget che si occupa della creazione e dell'apertura, in particolare per il metodo che crea il QRSCANNER, \_openQRcode(), viene utilizzato il ModalController di Ionic per creare la classe dove è definita l'interfaccia grafica e i metodi per il funzionamento di QRSCANNER. Il ModalController di Ionic permette di aprire una nuova finestra sopra a quella corrente per visualizzare la componente Ionic definita nella nuova finestra, in questo caso la classe che implementa il lettore di QR code<sup>[g]</sup>. Una volta finito di usare la nuova finestra può essere chiusa e ritornare alla finestra precedente che sarà nello stato in cui era prima dell'apertura della nuova finestra. Ho dovuto perciò, implementare la classe che gestisce il lettore QR code<sup>[g]</sup>, denominata CameraComponent, dove al suo interno richiama il plugin di Cordova, QR Scanner. QR Scanner è un API<sup>[g]</sup> che permette di accedere alla fotocamera del dispositivo e di scansionare i QR code<sup>[g]</sup>. Vengono perciò definiti due metodi in CameraComponent, un metodo per l'apertura della fotocamera e la lettura del QR code<sup>[g]</sup> e per la chiusura della fotocamera che dopo la chiusura, invia l'eventuale valore letto al ModalController. Nel CameraComponent viene definito anche il suo aspetto grafico mostrato nella Figura 4.9.

Nel ChatComponent ho implementato il metodo \_initGenericQRCode() il quale aspetta di ricevere il valore letto dal lettore di QR code<sup>[g]</sup>, che una volta che lo riceve, richiama il metodo sendReply() di AzzurraService per dare inizio al il processo di

creazione del messaggio dell'utente umano spiegato nel capitolo precedente.

Per quanto riguarda i metodi per il DATEPICKER e per il TIMEPICKER, essi sono molto simili a quelli per gestire il lettore QR code<sup>[g]</sup>, l'unica differenza è che i metodi analogi a `_openQRcode()` quindi `_openDatePicker()` e `_openTimePicker()` non utilizzano il ModalComponent ma viene utilizzato l'ion-datetime, una componente grafico offerto da Ionic che può essere configurato per chiedere una data oppure un intervallo temporale, il risultato viene mostrato nella Figura 4.8 e nella Figura 4.7. Quindi in questi due metodi ho definito come si devono presentare i due *picker* e quindi non c'è stato nemmeno bisogno di un *component* apposito che li gestisca come per il QRSCANNER.

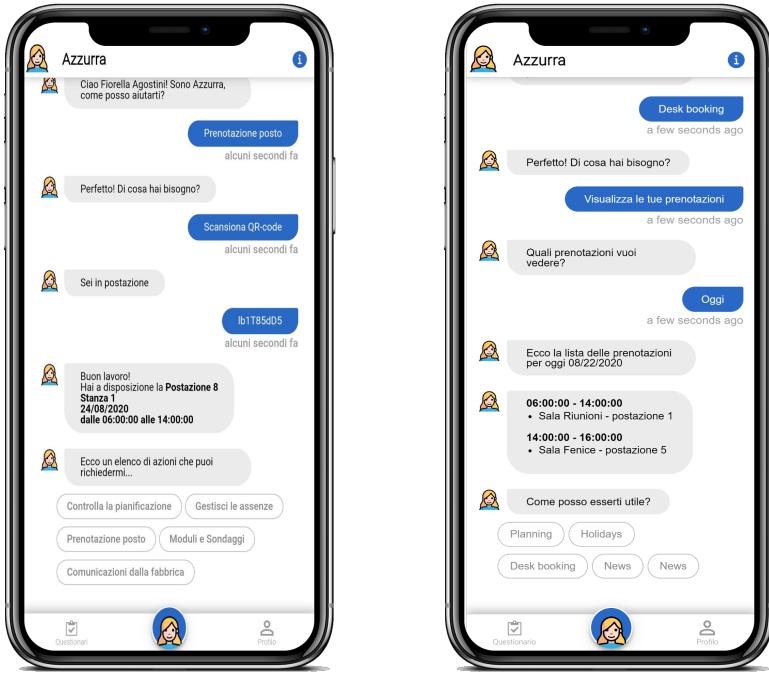
## 5.4 Risultati

Nella Figura 5.5 viene mostrata la chat tra Azzurra e l'utente per la visualizzazione della pianificazione, sia per un singolo giorno (prima figura) sia per tutta la settimana (seconda figura).

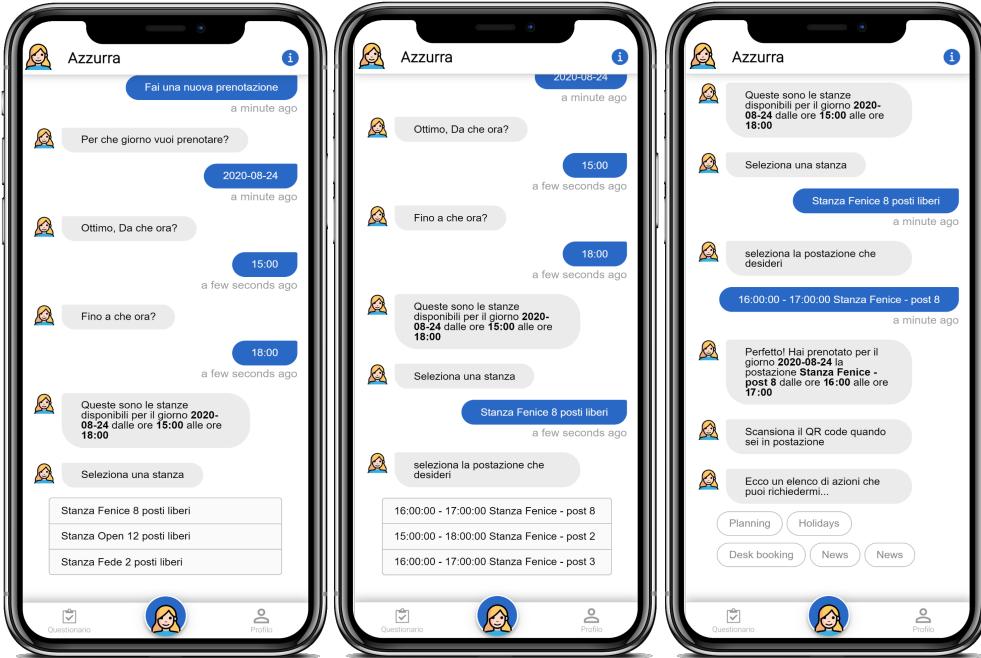


**Figura 5.5:** Richiesta di visualizzazione della pianificazione

Nella Figura 5.6 viene mostrata la chat tra Azzurra e l'utente per la richiesta di visualizzazione del prenotazione dell'utente (prima figura) e la richiesta di scannerizzare il QR code<sup>[g]</sup> per usufruire del posto prenotato (seconda figura).



**Figura 5.6:** Richiesta di visualizzazione delle prenotazioni e scannerizzazione di un QR code



**Figura 5.7:** Richiesta di inserimento di una nuova prenotazione

Nella Figura 5.6 viene mostrata la chat tra Azzurra e l'utente per la richiesta di inserimento di una nuova prenotazione. Viene perciò richiesto il giorno e l'intervallo di tempo in cui fare la prenotazione, viene chiesto in quale stanza deve essere il posto da prenotare e infine, viene chiesto quale posto a sedere vuole prenotare tra quelli disponibili secondo i parametri inseriti dall'utente.

## 5.5 Considerazioni

I risultati ottenuti hanno soddisfatto tutti i requisiti stabili e sono stati soddisfacenti per il tutor aziendale. Dai risultati precedentemente elencati si sono fatte delle considerazioni su come essi potessero essere migliorati in termini di *user experience*. Come scritto l'architettura che supporta Azzurra permette di tenere lo storico dei messaggi e lo stato della conversazione, per una certa durata, in modo da rendere migliore l'interazione tra utente e Azzurra. Un ulteriore miglioramento che può essere adottato è l'introduzione dei comandi vocali. Al momento l'inserimento dei dati da parte dell'utente avviene tramite comandi *touch* cioè, l'utente tocca sullo schermo l'opzione che desiderata. Avvolte l'interazione tramite comandi *touch* può risultare limitante per alcuni utenti ad'esempio persone con limitazioni alla vista oppure banalmente il *device* dell'utente in cui c'è applicazione *mobile* risulta essere troppo piccolo e l'utente ha difficoltà a premere i bottini giusti insomma, persone che per qualsiasi motivo hanno l'impossibilità o la difficoltà a usare le mani per inserire le loro scelte. Grazie ai comandi vocali queste persone riuscirebbero a interagire con Azzurra facilmente sostituendo l'uso delle mani con l'uso della voce.

Dalla possibile introduzione dei comandi vocali nascono però altre considerazioni. Il riconoscimento vocale deve essere sufficientemente accurato da capire ciò che dice l'utente perché altrimenti può provocare una sensazione negativa di irritazione o frustrazione nell'utente dovuta al fatto che ciò che dice non viene capito dall'applicazione e quindi non offrire una buona *user experience*. In sintesi un possibile modo per migliorare l'*user experience* dell'applicazione è l'introduzione dei comandi vocali ma, tale introduzione deve essere ben implementata valutandone i rischi e costi da affrontare.

# 6 | TESTING

---

*Nel seguente capitolo verranno descritte le tecnologie utilizzate per costruire una test-suite per l'applicazione mobile e verrà esposto il piano di test stabilito con il tutor aziendale inserendo i risultati ottenuti.*

## 6.1 Test End to End

Il *test End-to-End* è una metodologia di *testing* dell'interfaccia grafica che viene vista dagli utenti dell'applicazione. Ha lo scopo di testare in modo automatizzato se, tutti flussi di esecuzione dell'applicazione, dall'inizio fino alla fine, si stanno comportando come progettato, senza che vengano rilevati degli errori che andrebbero a inficiare sulla qualità dell'applicazione stessa. Perciò il *test E2E* consiste nel simulare degli scenari utente reali ad esempio interazioni attraverso clic sui bottoni da parte degli utenti, in modo da verificare che l'applicazione si comporti nel modo corretto garantendo che vengano soddisfatti i requisiti di alto livello del prodotto. Quindi il *test E2E* verifica l'intera applicazione su tutte le possibili interazione che l'utente può fare, testando inoltre, se vengono trasmesse le informazioni corrette tra le varie componenti dell'applicazione garantendo che l'applicazione funzioni come un unico sistema coerente. Un esempio di *test E2E* possono essere la simulazione dei passi che l'utente deve fare per autenticarsi nell'applicazione, quindi il *test* può essere così composto:

1. Inserisci l'*username* nella casella di testo;
2. Inserisci la *password* nella casella di testo;
3. Clicca il bottone di *login*;
4. Verifica che ti trovi nella pagina principale dell'applicazione dopo l'autenticazione e non più nella pagina di *login*.

Come scritto, i *test E2E* eseguono l'applicazione proprio come se fosse un utente in un ambiente il più vicino possibile alla realtà. Proprio come un utente, i *test E2E* dovrebbero avere una comprensione praticamente nulla dei componenti interni dell'applicazione perché si vuole evitare accoppiamenti non necessari. Infatti, i test di unità e di integrazione sono i luoghi in cui dovrebbe essere nota la composizione interna dell'applicazione, e quindi dove i mock possono essere utilizzati per attivare particolari rami di codice che si ha l'esigenza di testare. Il fatto che i *test E2E* non sanno la struttura interna e il funzionamento dell'applicazione che stanno testando li classifica come *test black-box*.

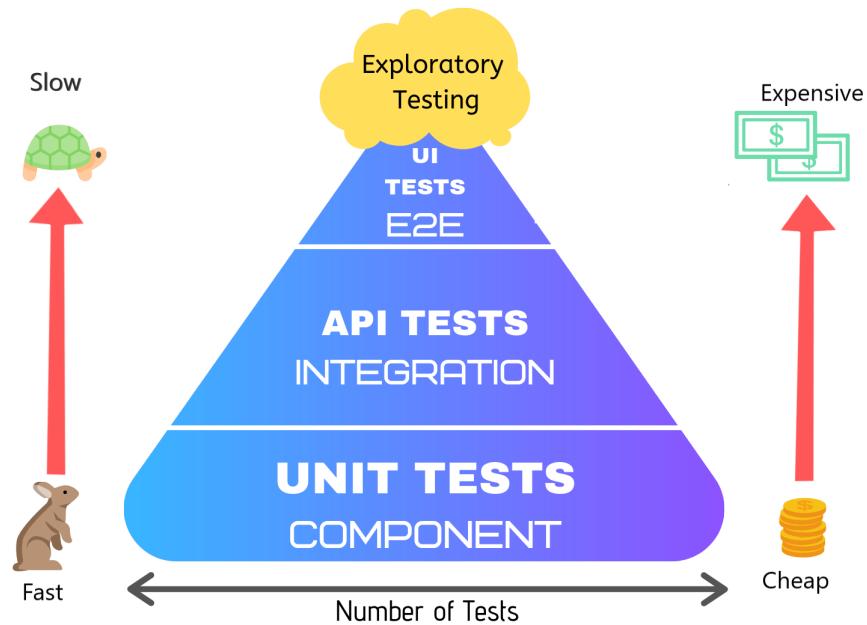


Figura 6.1: Piramide dei test

Come mostra la Figura 6.1, la piramide dei *test* illustra il numero proporzionale di *test* per ogni tipologia di *test* in relazione alla loro velocità d'esecuzione e costi per implementarli. Sebbene i *test* E2E forniscano un grande supporto per testare la correttezza dell'applicazione, sono significativamente più lenti e più costosi rispetto ai test unitari, a causa della loro elevata complessità e onerosità computazionale. Perciò è fondamentale trovare il giusto equilibrio di *test* E2E da implementare senza perderne i vantaggi e senza aumentare i costi per l'implementazione. Una buona applicazione di *test* E2E può essere ad esempio il *testing* di azioni ripetitive che grazie alla fatto che sono *test* automatizzati, risultano essere meno costosi e più efficaci rispetto ai *test* manuali.

## 6.2 Tecnologie per il testing

Per implementare i *test* E2E sia per la *dashboard* di AWMS sia per l'applicazione *mobile* si sono usate diverse tecnologie tra loro. Per il *testing* della *dashboard* si sono usate le seguenti tecnologie:

- \* **Selenium WebDriver;**
- \* **Protractor;**
- \* **Cucumber.**

Selenium è un framework<sup>[g]</sup> che permette di automatizzare l'esecuzione dei *test* all'interno dei browser web<sup>[g]</sup>. Ciò è possibile grazie a un insieme di API<sup>[g]</sup> detto *API WebDriver*. Queste API<sup>[g]</sup> sono uno standard World Wide Web Consortium (W3C) che rappresentano un'interfaccia di controllo remoto che consente di manipolare elementi del Document Object Model (DOM)<sup>[g]</sup> nelle pagine web e di comandare il comportamento

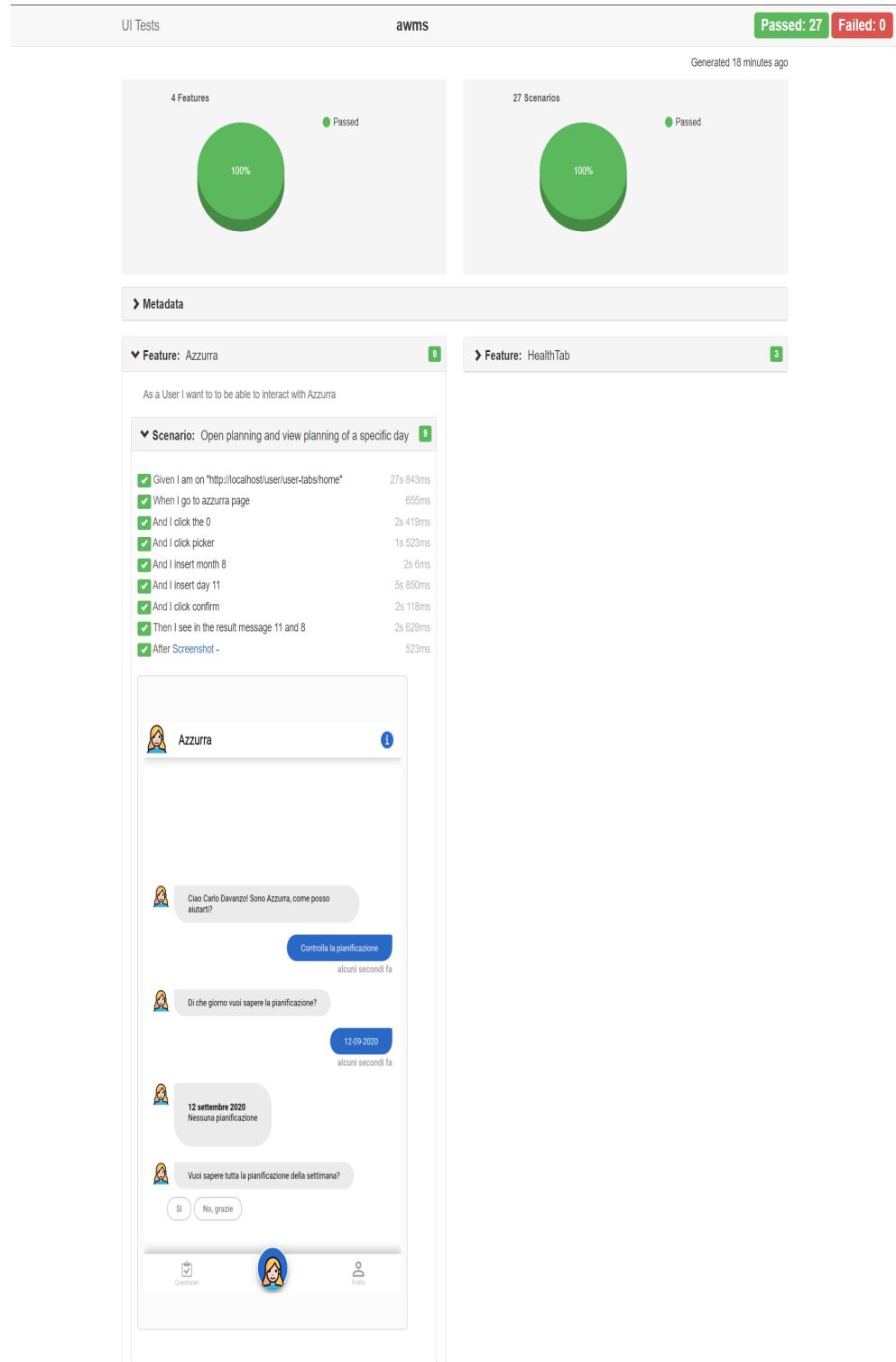
dei programmi utente. Inoltre, fornisce un protocollo, noto come JSON Wire Protocol, per il trasferimento dei dati per varie piattaforme che permettono di automatizzare i *test* sui browser web<sup>[g]</sup> come:

- \* GeckoDriver per Mozilla Firefox;
- \* ChromeDriver per Google Chrome;
- \* SafariDriver per Apple Safari;
- \* InternetExplorerDriver per Microsoft Internet Explorer;
- \* MicrosoftWebDriver o EdgeDriver per Microsoft Edge;
- \* OperaChromiumDriver per Opera.

Selenium per eseguire i *test* utilizza un'architettura client-server infatti, Selenium utilizza un server web dove espone l'API WebDriver come API Representational State Transfer (REST)<sup>[g]</sup>. Perciò rimane in ascolto per la ricezione dei comandi che compongono i *test*, sotto forma di richieste HTTP. Quando arrivano le richieste le esegue su un browser web<sup>[g]</sup> e risponde con una risposta HTTP che rappresenta il risultato dell'esecuzione del comando. Grazie alla standardizzazione delle API<sup>[g]</sup> e l'utilizzo di un architettura client-server è possibile eseguire *test* scritti in diversi linguaggi purché supportino l'invio di richieste HTTP.

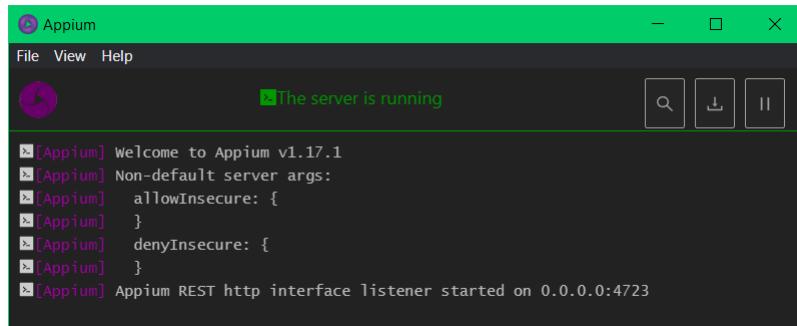
Protractor è un framework<sup>[g]</sup> di *test* E2E per applicazioni Angular2+ e AngularJS. Protractor offre un insieme di "localizzatori" cioè metodi che permettono di ricavare gli elementi o il valore degli attributi dall'applicazione web, ma anche di simulare dei *click* come se fosse un utente umano. Per funzionare Protractor all'inizio richiede che sia presente un server Selenium in modo da mandare richieste HTTP per eseguire i *test* E2E.

Infine, Cucumber permette di definire i vari passi che deve fare un *test* automatizzato per simulare le azioni di un utente. Questi passi vengono dichiarati attraverso il linguaggio Gherkin, un linguaggio di facile comprensione. Quindi grazie a Cucumber vengono dichiarati i cosiddetti *step* cioè i passi che devono essere fatti all'interno del *test*, l'insieme dei *step* definisce lo scenario dei test, ad esempio uno scenario di test può essere il processo di autenticazioni e gli *step* sono l'inserimento dei dati e l'invio. I vari *step* vengono poi implementati in un linguaggio di programmazione, in questo caso TypeScript utilizzando i metodi offerti da Protractor. Il fatto che vengano dichiarati i passi che il *test* permettono a Cucumber di supportare la BDD. Quando vengono eseguiti i *test* Cucumber controlla se Selenium sta eseguendo le azioni specificate all'interno di un browser web<sup>[g]</sup>. Al termine dell'esecuzione Cucumber riesce a stabilire l'esito per ogni *test* inoltre, produce dei *report* sui *test* appena eseguiti documentandone l'esito e la struttura come mostrato in Figura 6.2.



**Figura 6.2:** Una parte del report dei test per il mobile generato da Cucumber

Per l'applicazione *mobile* si è continuato a utilizzare Protractor e Cucumber ma al posto di Selenium si è utilizzato Appium. Viene utilizzato Appium perché offre l'automazione dei *test* per applicazioni native, web mobile e ibride, con la particolarità di essere multi-piattaforma cioè può eseguire i *test* sia su iOS<sup>[g]</sup> e Android<sup>[g]</sup>. Selenium invece non permette l'esecuzione di *test* su dispositivi *mobile* ma solo su browser web<sup>[g]</sup>. Appium utilizza la stessa architettura client-server di Selenium inoltre da esso ne prende anche l'utilizzo dell'API WebDriver in particolare viene utilizzato una variante per il *mobile* del protocollo JSON Wire Protocol noto con il nome di Mobile JSON Wire Protocol.



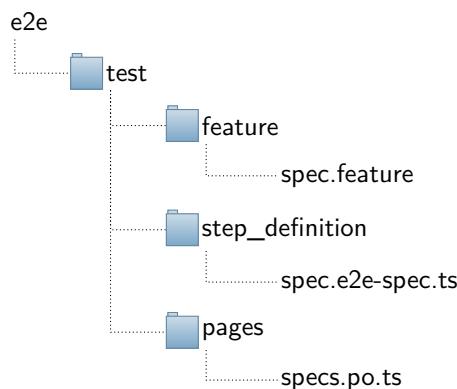
```
The server is running
[Appium] Welcome to Appium v1.17.1
[Appium] Non-default server args:
[Appium]   allowInsecure: [
[Appium]   ]
[Appium]   denyInsecure: [
[Appium]   ]
[Appium] Appium REST http interface listener started on 0.0.0.0:4723
```

**Figura 6.3:** Schermata del server Appium

Di conseguenza Appium permette di utilizzare qualsiasi linguaggio o framework<sup>[g]</sup> che supporti l'invio di richieste HTTP inoltre, non è necessario compilare alcun codice o framework<sup>[g]</sup> specifico di Appium perché grazie al Mobile JSON Wire Protocol utilizza i framework per l'automazione dei *test* come UIAutomator perAndroid<sup>[g]</sup> e XCTest per iOS<sup>[g]</sup>.

## 6.3 Convezione

Su suggerimento del tutor aziendale si è strutturata la *test-suite* da me implementata, nel seguente modo:



- \* **feature:** Contiene i file.feature dove vengono indicati gli scenari e gli *step* dei *test* scritti nell'linguaggio Gherkin. Ogni file.feature contiene test di scenari affini;

- \* **step\_definition:** Contiene i file.e2e-spec.ts dove vengono implementati gli *step*, utilizzando i metodi dei file.po.ts. Esiste un file.e2e-spec.ts per ogni file.feature;
- \* **pages:** Contiene le cosiddette PageObject, le PageObject sono un design pattern che permettono di scrivere *test* più puliti. Infatti, queste PageObject contengono metodi che vengono spesso riutilizzati da più *test* e inoltre, estraggono gli elementi dalla vista. Adottando questo design pattern si ha il vantaggio che se il modello dell'applicazione cambia sarà sufficiente aggiornare solo la pageObject e inoltre si ha il vantaggio di non avere duplicazione del codice. Solitamente si creano più pageObject con metodi tra loro affini.

## 6.4 Test eseguiti

In comune accordo con il tutor aziendale, sono stati individuati i seguenti *test* E2E che debbano testare l'intera applicazione *mobile* quindi, non solo Azzurra ma anche le sezioni Questionario e Profilo. Inoltre sono stati testati anche alcuni aspetti della *dashboard* di AWMS. Per ogni *test* viene assegnato un codice composto dalla lettera **T**, da una seconda lettera che può essere **M** nel caso in cui il *test* sia per l'applicazione *mobile*, oppure la lettera **D** se il *test* è per la *dashboard*. Infine il codice termina con un numero progressivo. Nella tabella sottostante per ogni *test* viene riportato il suo codice, una descrizione e l'esito del *test*.

Codice	Descrizione	Esito
TM1	Testare che l'utente possa inserire e-mail e password e cliccare il bottone invio per autenticarsi, nel caso i dati siano corretti l'utente deve essere renderizzato nella pagina Questionari.	Superato
TM2	Testare che l'utente possa inserire e-mail, password e cliccare il bottone invio per autenticarsi, nel caso i dati siano uno o tutti errati l'utente deve essere rimanere nella pagina di autenticazione.	Superato
TM3	Testare che nel caso in cui esista una versione più recente rispetto a quella in esecuzione, appaia all'apertura dell'applicazione un messaggio in primo piano che avvisi della nuova versione disponibile.	Superato
TM4	Testare che il messaggio in primo piano che avvisa della nuova versione disponibile, sia interagibile, cioè che si possa cliccare i suoi buttoni.	Superato
TM5	Testare che una volta che l'utente sia autenticato, se è il suo primo accesso, possa chiudere la finestra che contiene la guida per l'utilizzo dell'applicazione, la quale appare al primo accesso che si fa nell'applicazione.	Superato
TM6	Testare nella sezione Questionari, se la prima finestra del Questionario della salute (vedi la prima immagine della Figura 3.4) abbia i vari buttoni dei sintomi tutti cliccabili.	Superato

**Tabella 6.1:** Tabella del tracciamento dei test E2E

Codice	Descrizione	Esito
TM7	Testare nella sezione Questionari, se la seconda finestra del Questionario della salute (vedi la seconda immagine della Figura 3.4) abbia i vari bottoni sulla salute delle persone che vivono con te, siano tutti cliccabili.	Superato
TM8	Testare nella sezione Questionari, se la terza finestra del Questionario della salute (vedi la terza immagine della Figura 3.4) abbia i vari bottoni dei posti in cui sei stato, siano tutti cliccabili.	Superato
TM9	Testare nella sezione Questionari, che venga visualizzato esito positivo(vedi prima immagine della Figur 3.5) dalla compilazione del questionario se l'indice di contagiosità calcolato è basso.	Superato
TM10	Testare nella sezione Questionari, che venga visualizzato esito negativo(vedi seconda immagine della Figur 3.5) dalla compilazione del questionario se l'indice di contagiosità calcolato è alto.	Superato
TM11	Testare nella sezione profilo che tutti i bottoni presenti siano cliccabili e che aprano la loro corrispondente finestra.	Superato
TM12	Testare nella sezione profilo, nella finestra Informazioni personali, se la ricerca degli indirizzi, per poter cambiare indirizzo di domicilio, produca risultati coerenti con quello che si sta cercando.	Superato
TM13	Testare nella sezione profilo, nella finestra Informazioni, si possa selezionare uno dei risultati della ricerca per il cambio dell'indirizzo di domicilio	Superato
TM14	Testare nella sezione profilo, nella finestra Informazioni, che tutti i bottoni siano cliccabili	Superato
TM15	Testare nella sezione profilo, nella finestra Informazioni, che le modifiche fatte a i dati una volta cliccato il bottone salva, rimangano salvate anche dopo la chiusura della finestra	Superato
TM16	Testare nella sezione profilo, Gestione password, si possa cambiare la password quindi che si possa inserire la password attuale, inserire una nuova password, la sua conferma e cliccare sul bottone salva.	Superato
TM17	Testare nella sezione profilo, che tutte le finestre aperte dopo il click sui bottoni, possano essere chiuse.	Superato
TM18	Testare nella sezione Azzurra, nella funzionalità "pianificazione" si possa visualizzare la pianificazione in uno specifico giorno.	Superato
TM19	Testare nella sezione Azzurra, nella funzionalità "Pianificazione" si possa visualizzare la pianificazione della settimana corrente.	Superato
TM20	Testare nella sezione Azzurra, nella funzionalità "Gestione assenze" si possa richiedere l'inserimento di una nuova assenza.	Superato

**Tabella 6.2:** Tabella del tracciamento dei test E2E

Codice	Descrizione	Esito
TM21	Testare nella sezione Azzurra, nella funzionalità "Gestione assenze" si possa visualizzare la lista delle assenze fatte.	Superato
TM22	Testare nella sezione Azzurra, nella funzionalità "Gestione assenze" si possa aprire il calendario dei giorni in cui si può prendere un permesso.	Superato
TM23	Testare nella sezione Azzurra, nella funzionalità "Prenotazione posto" che, si possa visualizzare le prenotazioni dei posti a sedere fatte.	Superato
TM24	Testare nella sezione Azzurra, nella funzionalità "Prenotazione posto" che, si possa una nuova prenotazione di un posto a sedere.	Superato
TM25	Testare nella sezione Azzurra, nella funzionalità "Prenotazione posto" che, si possa aprire lo scanner di QR code <sup>[g]</sup> .	Superato
TM26	Testare nella sezione Azzurra, che si possa aprire il menu delle shortcuts.	Superato
TM27	Testare che siano raggiungibili le sezioni Questionari, Azzurra, Profilo, dopo l'autenticazioni.	Superato
TD28	Testare nella sezione Task che all'inizio non ci sia nessun task selezionato.	Superato
TD29	Testare nella sezione Task che tutti i task siano selezionabili.	Superato
TD30	Testare nella sezione Task che una volta selezionato un task, appaia a lato un menu a tendina.	Superato
TD31	Testare nella sezione Task che la funzionalità di ricerca produca risultati coerenti con quanto si sta cercando.	Superato
TD32	Testare nella sezione Safety che tutti i bottoni siano cliccabili e nel caso in cui aprano delle nuove finestre, queste possano essere chiuse.	Superato
TD31	Testare nella sezione Safety che la funzionalità di ricerca produca risultati coerenti con quanto si sta cercando.	Superato

**Tabella 6.3:** Tabella del tracciamento dei test E2E

# **7 | CONCLUSIONI**

---

- 7.1 Consuntivo finale**
- 7.2 Raggiungimento degli obiettivi**
- 7.3 Conoscenze acquisite**
- 7.4 Valutazione personale**



# ACRONIMI E ABBREVIAZIONI

---

**API** *Application Program Interface.* 11, 13, 14, 24, 30, 50, 51, 56, 57, 67

**AWMS** *Advanced Workforce Management System.* 1–3, 5, 7–9, 13, 16, 18, 19, 23, 30, 34, 56, 60

**CSS** *Cascading Style Sheets.* 10, 11, 16, 67

**DBMS** *Database Management System.* 14, 15, 19, 68

**DOM** *Document Object Model.* 56

**E2E** *Test End to End.* 5, 9, 11, 55–57, 60

**GDPR** *General Data Protection Regulation.* 17

**HTML** *Hyper Text Markup Language.* 9–11, 16, 67

**HTTP** *Hyper Text Transfer Protocol.* 14, 21, 22, 24, 31

**HTTPS** *Hyper Text Transfer Protocol over Secure Socket Layer.* 13, 15

**i18n** *Internazionalizzazione.* 34

**JSON** *JavaScript Object Notation.* 20, 25, 34

**PHP** *Hypertext Preprocessor.* 6, 11

**REST** *Representational State Transfer.* 57

**Sass** *Syntactically Awesome StyleSheets.* 10

**SDK** *Software Development Kit.* 10, 70

**W3C** *World Wide Web Consortium.* 56



# GLOSSARIO

---

**Android** È un sistema operativo per dispositivi *mobile* sviluppato da Google e basato sul kernel Linux, progettato principalmente per *smartphone* e *tablet*, interfacce utente specializzate per televisori (Android TV), automobili (Android Auto), orologi da polso (Wear OS), occhiali (Google Glass). L'attuale ultima versione è Android 11. 10, 11, 15, 59, 69

**Architettura** In informatica con il termine architettura, in questo caso intesa come architettura *software*, è l'organizzazione fondamentale di un sistema, definita dai suoi componenti, dalle relazioni reciproche tra i componenti e con l'ambiente, e i principi che ne governano la progettazione e l'evoluzione. 3, 5, 13, 16, 20

**API** In informatica con il termine *Application Programming Interface (API)* (ing. interfaccia di programmazione di un'applicazione) si indica ogni insieme di procedure disponibili al programmatore, di solito raggruppate a formare un set di strumenti specifici per l'espletamento di un determinato compito all'interno di un certo programma. La finalità è ottenere un'astrazione, di solito tra l'hardware e il programmatore o tra software a basso e quello ad alto livello semplificando così il lavoro di programmazione. 65

**Applicazione ibrida** In informatica si intende applicazioni sviluppate con tecnologie web e vengono eseguite localmente all'interno di un'applicazione nativa. Grazie a ciò possono interagire con il dispositivo ad esempio utilizzare la fotocamera. 11, 16, 20

**Applicazione nativa** In informatica si intende un'applicazione scritta e compilata per una specifica piattaforma utilizzando i linguaggi di programmazione e librerie supportati dal particolare sistema operativo *mobile*. 11

**Applicazione web mobile** In informatica si intende pagine web ottimizzate per dispositivi *mobile* scritte utilizzando tecnologie web, in particolare HTML, JavaScript e CSS. Inoltre, le applicazioni web non possono accedere alle funzionalità del dispositivo ad esempio la fotocamera. 11

**Back-end** in informatica con il termine back-end si intende la parte che si occupa di ricevere in input dati inseriti dall'utente e di elaborarli per rispondere alle richieste dell'utente. Dopo l'elaborazione dei dati il back-end produce un risultato che sarà compito del front-end<sup>[g]</sup> mostrarlo. 8, 13, 68, 69

**Esecuzione in background** In informatica con il termine background, si intende l'esecuzione dei processi di un *software* dove non viene richiesto l'intervento dell'utente, tanto da non essere a lui visibile tale esecuzione. Nel caso di un'applicazione *mobile* significa che nello schermo non viene visualizzata l'applicazione in esecuzione. Resta comunque attiva ma non interagibile con l'utente finché è in background.

24

**Base64** In informatica con il termine base64, si intende un sistema di codifica che consente la traduzione di dati binari in stringhe di testo ASCII cioè un insieme di codici per la codifica dei caratteri. I dati vengono rappresentati sulla base di sessantaquattro caratteri ASCII diversi. 21

**Bot** È un software progettato per simulare una conversazione con un essere umano. Lo scopo principale di questi software è quello di simulare un comportamento umano e sono a volte definiti anche agenti intelligenti e vengono usati per vari scopi come la guida in linea, per rispondere alle FAQ degli utenti che accedono a un sito. In alcuni utilizzano sofisticati sistemi di elaborazione del linguaggio naturale, ma molti si limitano a eseguire la scansione delle parole chiave nella finestra di input e fornire una risposta con le parole chiave più corrispondenti. 2, 5, 15–18, 21, 22, 25, 26, 29–31, 35, 37–39, 41, 43, 45

**Browser web** In informatica si intende un'applicazione per l'acquisizione, la presentazione e la navigazione di risorse sul web. Permette la visualizzazione dei contenuti ipertestuali, e la riproduzione di contenuti multimediali. Tra i browser più popolari vi sono Google Chrome, Internet Explorer, Mozilla Firefox, Microsoft Edge, Safari, Opera. 10, 56, 57, 59

**Client** In informatica con il termine client si intende un entità presente in un rete di comunicazione che accede ai servizi o alle risorse messe a disposizione da un'altra componente detta server, la cui comunicazione tra client e server è regolata da insieme di regole e norme detti protocolli di comunicazione. Insieme al server<sup>[s]</sup> forma l'architettura client/server. 10, 21, 70

**Database** in informatica con il termine database (ing. base di dati) si intende un insieme di dati memorizzati aventi una struttura ben definita i quali vengono gestiti da un DBMS<sup>[g]</sup>. 14, 68

**DBMS** In informatica con il termine *Document Object Model (DOM)* (ing. modello a oggetti del documento) si intende una forma di rappresentazione dei documenti strutturati in modo gerarchico. È lo standard ufficiale del W3C per la rappresentazione di documenti strutturati in maniera da essere neutrali sia per la lingua che per la piattaforma. 65

**Electrolux** Electrolux è una multinazionale svedese produttrice di elettrodomestici con sede a Stoccolma. 1

**Firebase** È la piattaforma *mobile* di Google che ti aiuta a sviluppare applicazione *mobile*. Firebase offre tutto ciò che dovrebbe offrire un back-end<sup>[g]</sup> quindi, funzionalità di autenticazione, un database (quello di Firebase è di tipo NoSQL), servizi di *hosting* e algoritmi di Machine learning per l'apprendimento automatico. 15, 24

**Esecuzione in foreground** In informatica con il termine foreground (ing. primo piano) si intende l'esecuzione dei processi di un *software* dove può essere richiesta l'interazione dell'utente ma che comunque l'utente sa dell'esecuzioni di tali processi. Nel caso di un'applicazione *mobile* significa che nello schermo viene visualizzata l'applicazione in esecuzione con la quale l'utente può interagire. 24

**Framework** In informatica con il termine framework si indica un insieme di elementi software che un programmatore può usare o modificare per realizzare un programma. Rappresenta un astrazione composta da elementi universali e riutilizzabili con lo scopo di facilitare lo sviluppo di un programma e di far applicare buone norme di programmazione. Inoltre, un framework può offrire programmi di supporto, librerie, compilatori e documentazione per l'utilizzo. 10, 11, 13–16, 56, 57, 59

**Front-end** in informatica con il termine front-end si intende la parte visibile all'utente di un programma e con cui egli può interagire solitamente è un'interfaccia utente. Perciò il front-end è la parte di un sistema *software* che gestisce l'interazione con l'utente, ricevendo da esso un input da cui viene prodotto (dal back-end<sup>[g]</sup>) un output da mostrare all'utente. 5, 12, 67

**GDPR** Per *General Data Protection Regulation (GDPR)* (ing. Regolamento generale sulla protezione dei dati) si intende un regolamento dell'Unione europea in materia di trattamento dei dati personali e di *privacy*, adottato il 27 aprile 2016, pubblicato sulla Gazzetta ufficiale dell'Unione europea il 4 maggio 2016 ed entrato in vigore il 24 maggio dello stesso anno ed operativo a partire dal 25 maggio 2018. Il testo affronta anche il tema dell'esportazione di dati personali al di fuori dell'UE e obbliga tutti i titolari del trattamento dei dati (anche con sede legale fuori dall'UE) che trattano dati di residenti nell'UE ad osservare e adempiere agli obblighi previsti.. 65

**HTTP** In informatica con il termine *Hyper Text Transfer Protocol (HTTP)* (ing. protocollo di trasferimento di un ipertesto) si intende un insieme di regole e norme che regolano la trasmissione e la comunicazione d'informazione nella rete Internet. Questo trasmissione d'informazioni avviene sotto forma di scambi di messaggi tipicamente tra il client che può essere un browser web<sup>[g]</sup>, e un server. 65

**HTTPS** In informatica con il termine *Hyper Text Transfer Protocol over Secure Socket Layer (HTTPS)* (ing. protocollo di trasferimento di un ipertesto basato su un strato di sicurezza) si intende un insieme di regole e norme che regolano la trasmissione e la comunicazione d'informazione nella rete Internet in modo sicuro cioè il contenuto della trasmissione non è interpretabile da entità diverse dal mittente o dal/dai destinatario/i. Per la comunicazione viene utilizzato il protocollo HTTP<sup>[g]</sup> all'interno di una connessione criptata dal protocollo *Secure Sockets Layer (SSL)* garantendo così riservatezza dei dati cioè il contenuto della trasmissione è visibile solo al mittente e al destinatario, integrità dei dati cioè il contenuto della trasmissione non viene alterato e autenticazione di comunica. 65

**iOS** È un sistema operativo *mobile* sviluppato da Apple per iPhone, iPod touch e iPad. Le versioni principali di iOS vengono distribuite ogni anno. L'attuale versione, iOS 13, è stata distribuita al pubblico il 19 settembre 2019. 10, 11, 15, 59

**JSON** In informatica con il termine *JavaScript Object Notation (JSON)* (ing. Notazione degli oggetti JavaScript) si intende un formato testuale standard, usato per rappresentare dati strutturati basati sulla sintassi degli oggetti in JavaScript. È comunemente utilizzato per l'interscambio di dati fra applicazioni client/server.

Risulta essere facile da comprendere e da scrivere per le persone mentre per le macchine risulta essere un formato leggero e veloce da analizzare. 65

**Licenza MIT** La Licenza MIT è una licenza di software libero. È una licenza permissiva, cioè permette il riutilizzo nel software proprietario sotto la condizione che la licenza sia distribuita con tale software. 10

**Linguaggio di markup** In informatica con il termine linguaggio di markup, si intende un gruppo di regole detti marcatori, attraverso le quali vengono descritti i meccanismi di rappresentazione di un testo. 9

**Machine learning** Nell'ambito dell'informatica, (ing.apprendimento automatico) l'apprendimento automatico è una variante alla programmazione tradizionale nella quale in una macchina si predispone l'abilità di apprendere qualcosa dai dati in maniera autonoma, senza istruzioni esplicite. 2, 68

**Notifica push** In informatica si intende un tipo di messaggistica istantanea grazie alla quale il messaggio perviene al destinatario senza che questo debba effettuare un'operazione di scaricamento. Tale modalità è quella tipicamente usata da applicazioni come *WhatsApp* o da servizi di sistemi operativi come Android<sup>[g]</sup>, oppure da numerose applicazioni derivate da siti web come, ad esempio, il servizio meteo o quello delle notizie. 14, 15, 24

**Open-source** in informatica con il termine open-source (ing. sorgente libero) si intende un *software* per cui chi lo ha sviluppato rinuncia alla proprietà del software dando libero accesso a tutto il codice sorgente a chiunque, e quindi è permesso a tutti di contribuire nello sviluppo del codice al fine di migliorarlo, aggiungere nuove funzionalità o correggere errori all'interno del codice. 10–12

**Plant manager** È colui (ing.responsabile di stabilimento) che presiede e organizza le operazioni quotidiane degli impianti di produzione aziendali, di cui deve assicurare il funzionamento ottimale ed efficiente. Si occupa dei lavoratori, assegnando funzioni e ruoli, definendo orari di lavoro e produzione, formando i neo assunti. Raccoglie e analizza i dati di produzione per trovare eventuali spazi di miglioramento. Si occupa della sicurezza dei lavoratori e quella degli impianti; monitora le apparecchiature di produzione e, in caso di necessità, della loro riparazione o sostituzione. 2, 13, 14, 23

**Pooling** In informatica con il termine pooling si intende una procedura attraverso la quale periodicamente viene eseguita una operazione. Nel caso delle comunicazioni tra client e server il pooling è la richiesta periodica del client di dati al server per controllare se i dati che ha sono aggiornati. 20

**QR code** È un codice a barre bidimensionale (o codice 2D), ossia a matrice, composto da moduli neri disposti all'interno di uno schema bianco di forma quadrata, impiegato tipicamente per memorizzare informazioni generalmente destinate a essere lette tramite uno smartphone. ix, 3, 18, 39, 43–49, 51, 53, 62

**REST** In informatica con il termine *Representational State Transfer (REST)* (ing. trasferimento di stato rappresentativo) si intende un approccio architettonico alla creazione di web API<sup>[g]</sup> basato sul protocollo di comunicazione HTTP<sup>[g]</sup>. Viene imposto che le API<sup>[g]</sup> devono permettere di accedere a delle risorse attraverso un URL<sup>[g]</sup>, utilizzare il formato JSON<sup>[g]</sup> e XML, non avere uno stato cioè non deve essere memorizzato cioè che è stato fatto e infine, utilizzare i metodi del HTTP<sup>[g]</sup>, GET, POST, PUT, DELETE. 65

**SCRUM** È un framework agile per la gestione del ciclo di sviluppo del software, iterativo ed incrementale, concepito per gestire progetti e prodotti software o applicazioni di sviluppo. Nel proprio manifesto prevede i seguenti punti che lo caratterizzano, le persone e le interazioni sono più importanti dei processi e dei strumenti, meglio avere da subito software funzionante che documentazione ampia, meglio una collaborazione con il cliente piuttosto che fare una negoziazione del contratto, essere in grado di rispondere ai cambiamenti piuttosto che rispettare un piano. I progetti Scrum progrediscono attraverso una serie di sprint che hanno una durata massima di un mese. Negli sprint vengono decisi quali requisiti devono essere soddisfatti, e quindi successivamente, progettati, implementati e testati. 7, 12

**Server** In informatica con il termine client si intende un entità presente in un rete di comunicazione che offre dei servizi o dalle risorse a un'altri componenti presenti nella rete detti client, la cui comunicazione tra client e server è regolata da insieme di regole e norme detti protocolli di comunicazione. Insieme al client<sup>[g]</sup> forma l'architettura client/server. 10, 20, 21, 68

**DBMS** In informatica con il termine *Database Management System (DBMS)* (ing. sistema di gestione di basi di dati) si intende un sistema *software* progettato per consentire la creazione, la manipolazione e l'interrogazione efficiente di database. 65

**WebSocket** È una tecnologia web che fornisce canali di comunicazione a due direzioni cioè gli interlocutori possono sia inviare sia ricevere contemporaneamente attraverso una singola connessione TCP. 3, 5, 15–17, 20, 21, 30, 37



# BIBLIOGRAFIA

---