

A.A. 2021 - 2022

LIBRARY SEAT RESERVATION

SYSTEM DESIGN DOCUMENT



INDICE

Introduzione	4
Obiettivo del sistema	4
Architettura software	5
Scomposizione in componenti	5
Breve Introduzione al REST	5
Architettura complessiva	6
Architettura nel dettaglio	7
Progettazione del Backend	9
Domain Model	10
Data Transfer Objects (DTO)	11
Data Access Objects (DAO)	12
Mapper	13
Controller	13
Autenticazione	13
Endpoint	14
Annotazioni JPA E Persistenza	14
Annotazioni CDI e JAX-RS	16
Altre annotazioni	17
Elenco delle API REST	17
Testing	18
Deploy con Wildfly su Docker	19
Progettazione del Gateway	20
Domain Model	20
Annotazioni JSR 356 e JAX-RS	21
Autorizzazione	21
Endpoint	21
Gateway: API REST	22

Progettazione del Frontend	22
Elementi fondamentali	23
Dipendenze	24
Diagramma di navigazione	24
Screenshot	25
Caso d'uso: Gestione della coda	30
Caso d'uso: Notifiche admin con RSocket	33
Conclusioni e sviluppi futuri	35

INTRODUZIONE

OBIETTIVO DEL SISTEMA

Il seguente documento presenta la modellazione relativa allo sviluppo di una applicazione web per la gestione delle prenotazioni di posti all'interno delle aule studio delle biblioteche di Firenze.

Gli obiettivi di maggior rilievo per il progetto sono:

- Un sistema di **gestione “a code”** delle richieste pervenute.

L'utilizzo di una coda si rende necessario quando le risorse sono limitate o quando il traffico web aumenta improvvisamente. Nel nostro caso erano possibili due scenari:

- Una coda per ogni biblioteca;
- Una coda generale per l'accesso al sistema di prenotazione.

È stato scelto di intraprendere la seconda possibilità, in quanto nel nostro caso l'intento era quello di prevenire sovraccarichi al sistema dovuti a un grande numero di richieste contemporanee relative a biblioteche diverse.

Ispirandosi al portale di vaccinazione regionale, il nostro sistema deve essere strutturato nel seguente modo:

- le richieste che vengono ricevute dal server devono essere trattate in modo “accodato” con il risultato di non sovraccaricare il server;
- la presenza di un componente distribuito in stile gateway o proxy che intermedia le richieste;
- un numero massimo di utenti che realizzano il caso d'uso;
- una dimensione massima della lunghezza della coda, che se superata restituisce un messaggio di errore;
- una coda “esterna” con ticket ordinati e feedback circa la lunghezza della stessa e tempi di attesa per accedere al servizio.

- **Due frontend**, strutturati nel seguente modo:

- Uno per l'**utente semplice**
 - ▶ che realizza il caso d'uso della prenotazione e verifica delle proprie prenotazioni.

- Uno per l'**utente amministratore (admin)**
 - ▶ che possiede un mini-pannello con calendario, avente riferimento del numero di prenotazioni per ogni fascia oraria;
 - ▶ gli amministratori non sono soggetti alla coda.
- Utilizzo delle seguenti tecnologie:
 - **Backend e Gateway:** Java Enterprise Edition (JEE);
 - **Frontend:** Angular (TypeScript) con Angular Material per il design;
 - **WebSocket e RSocket** per la comunicazione real-time tra i moduli;
 - **JWT** per la gestione dell'autenticazione e dell'autorizzazione;
 - **Docker** per la divisione in container (**Wildfly** e database PostgreSQL);
 - **Timescale** per gestione di query temporali in maniera efficiente.

ARCHITETTURA SOFTWARE

SCOMPOSIZIONE IN COMPONENTI

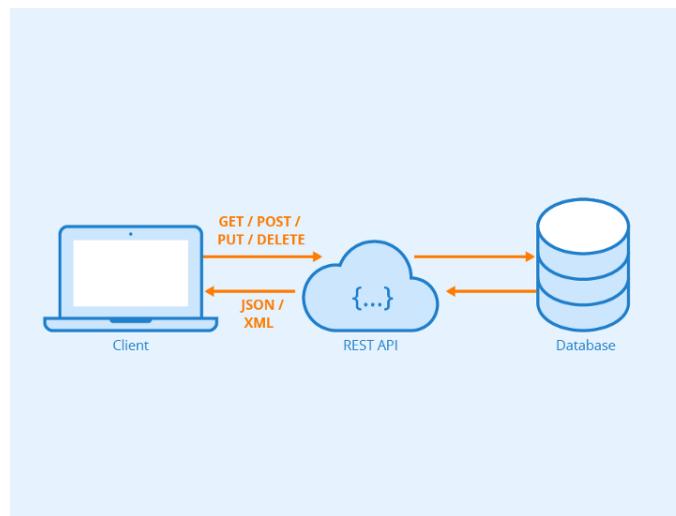
L'architettura software per questo progetto è di **natura distribuita**, in altri termini, il nostro sistema è suddiviso in **tre moduli**:

- **Modulo frontend**
- **Modulo backend**
- **Modulo gateway**

Il sistema verrà progettato su un'**architettura RESTful**.

BREVE INTRODUZIONE AL REST

REST è l'acronimo di **REpresentational State Transfer** e, in generale, indica uno stile architetturale adatto a sviluppare **Servizi Web**.



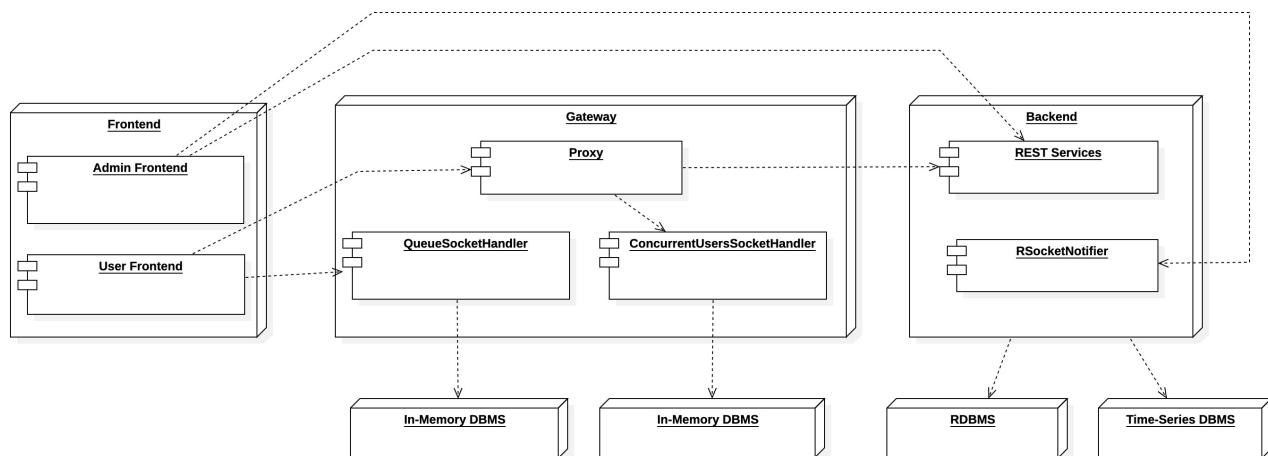
Un sistema software basato su un'**architettura RESTful** espone servizi tramite un insieme di **REST API** fruibili dai client tramite il protocollo **HTTP**. Una **REST API** è una collezione di **servizi REST**.

Un sistema basato su un'architettura RESTful deve seguire **alcuni principi**, tra cui:

- basarsi sullo stile Client/Server;
- l'utilizzo di HTTP(S) per lo scambio di messaggi;
- l'utilizzo del concetto di risorsa, identificabile tramite URI.

ARCHITETTURA COMPLESSIVA

L'**architettura software complessiva** per questo progetto è la seguente:



Il modulo **Frontend** si presenta in due possibili realizzazioni:

- **Admin Frontend**: mette a disposizione dell'admin gli strumenti per la gestione delle biblioteche e delle relative prenotazioni;
- **User Frontend**: mette a disposizione dell'utente gli strumenti per la registrazione/login e per la prenotazione/cancellazione di prenotazioni in una o più biblioteche.

Il modulo **Gateway** fa da intermediario tra il *frontend* e il *backend* e si occupa della gestione della coda per l'accesso degli utenti al sistema di prenotazione.

Il modulo **Backend** si interfaccia con il database ed espone le API REST al client.

In particolare l'Admin Frontend utilizza direttamente i servizi REST senza passare dalla coda e riceve gli aggiornamenti tempo reale sulle prenotazioni effettuate o cancellate da parte degli utenti (componente **RSocketNotifier**).

Tutte le richieste dell'User Frontend invece sono intercettate dal componente **Proxy** del Gateway, che stabilisce se inserire o meno un utente in coda (componente **ConcurrentUsersSocketHandler**). Nel caso quindi in cui un utente debba essere inserito in coda l'User Frontend fa uso del componente **QueueSocketHandler**.

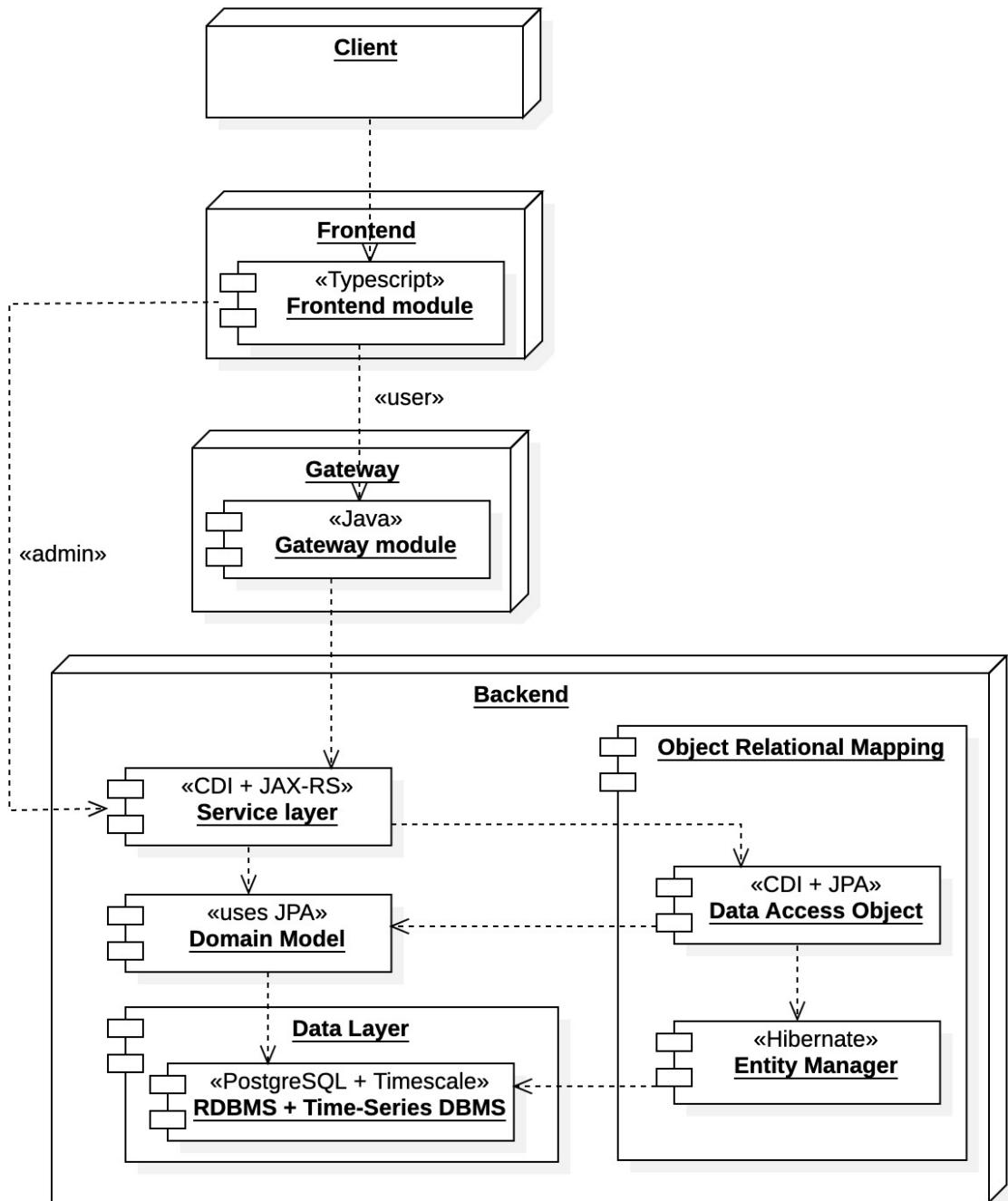
ARCHITETTURA NEL DETTAGLIO

Prendendo in considerazione gli elementi già introdotti nella precedente sezione, si può pensare ad una configurazione più dettagliata della architettura software.

Come si vede dall'immagine i moduli principali sono tre: Frontend, Gateway e Backend. Di particolare interesse è l'architettura del Backend che risulta suddiviso in vari layer:

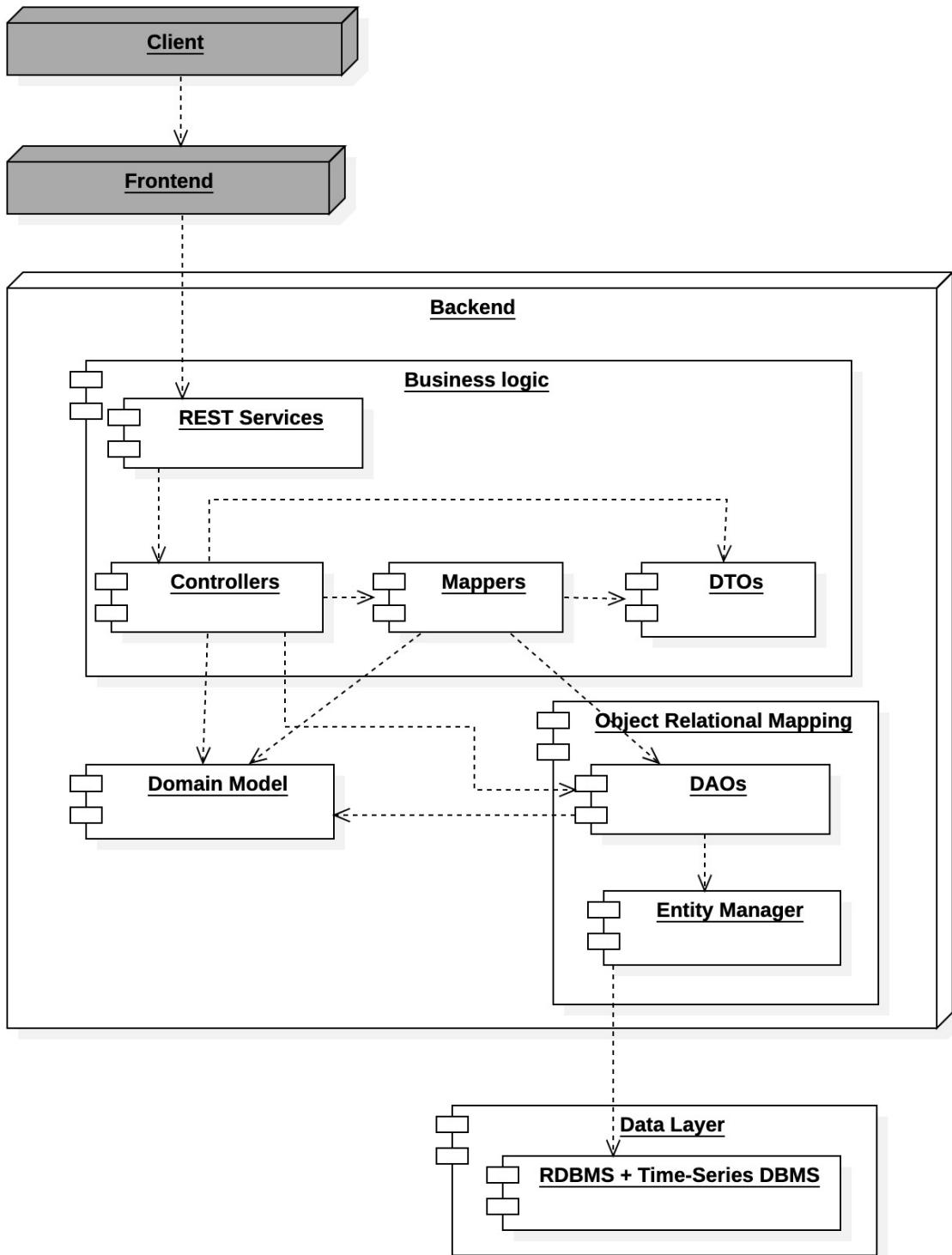
- **Service Layer**: è la *business logic* del progetto, composta da controller, mapper, DTO e servizi REST;
- **Domain Model**: descrive le entità che fanno parte del progetto e le loro relazioni;
- **Data Layer**: definisce l'accesso al database;
- **Object Relational Mapping (ORM)**: strato che gestisce l'adattamento tra la struttura relazionale del database e la struttura della logica di dominio orientata agli oggetti. Formato da:

- **DAO:** disaccoppia la business logic dal problema della persistenza, ed espone un insieme di metodi utili per coprire le principali operazioni CRUD;
- **Entity Manager:** interagisce con il DBMS.



PROGETTAZIONE DEL BACKEND

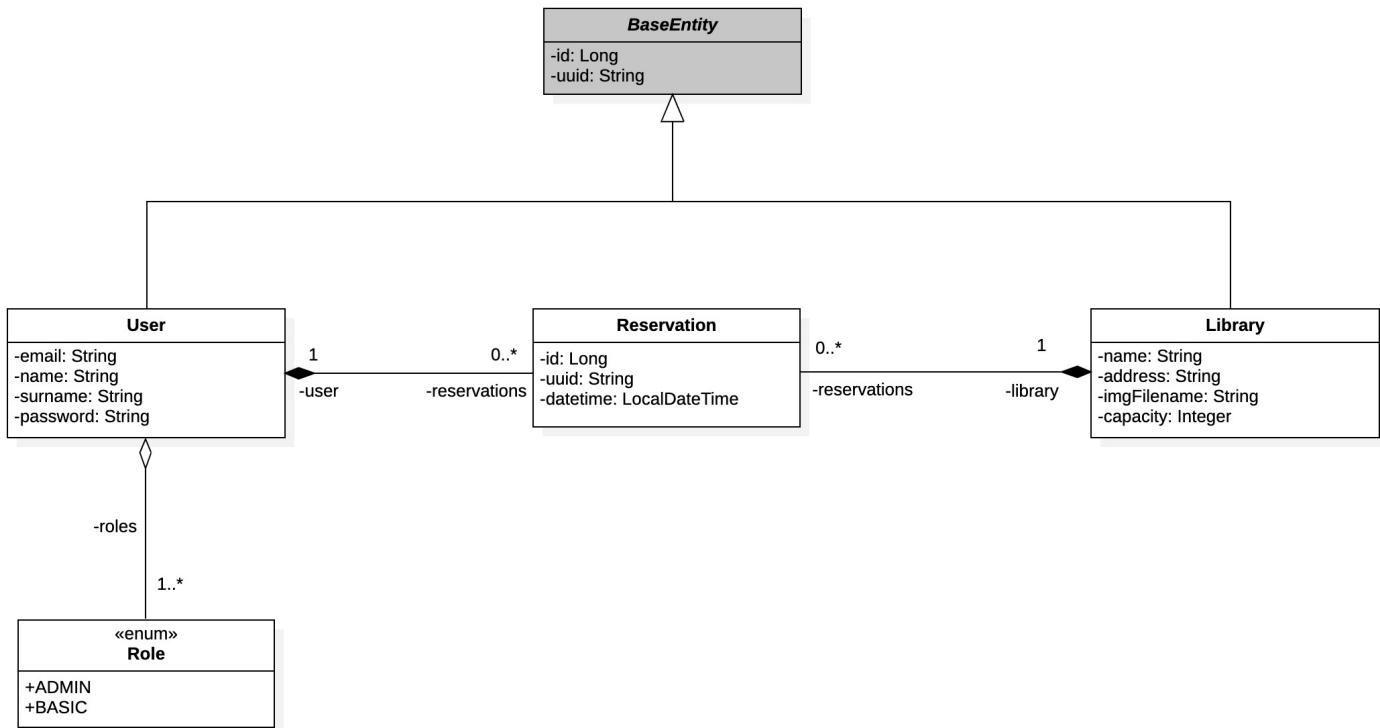
In questa sezione del documento viene descritta la progettazione del **Backend** basato su un'**architettura RESTful** e sul paradigma Client-Server. Il Backend è quella parte del sistema che risiede sul Server e che espone servizi tramite specifiche **REST API**.



DOMAIN MODEL

Il **Domain Model** rappresenta un componente fondamentale di un sistema software. Esso costituisce un modello concettuale che fornisce una rappresentazione formale del contesto operativo, descrivendo le entità che ne fanno parte e le loro relazioni.

Di seguito viene riportato il nostro modello di dominio di tipo *anemico* (che descrive solamente il contesto applicativo, modellandolo in termini di relazioni e di tipo):



- **BaseEntity**: classe astratta che viene estesa da **User** e **Library**;
- **User** rappresenta un utente e dispone dei seguenti attributi: un identificativo, un nome, un cognome, una password, una lista di ruoli e una lista di prenotazioni;
- **Library** rappresenta una biblioteca e dispone dei seguenti attributi: un identificativo, un nome, un indirizzo, una capienza, una lista di prenotazioni e il *filename* dell'immagine della biblioteca;
- **Reservation** rappresenta una prenotazione e dispone di un identificativo, una data con fascia oraria, un utente e una biblioteca;
- **Role** rappresenta un'enumerazione di possibili ruoli da assegnare a ciascun utente. Può essere *ADMIN* oppure *BASIC*.

Si è reso necessario l'utilizzo di due classi di utenza in quanto il sistema richiede una figura (**ADMIN**) per la gestione delle biblioteche e di un utente (**BASIC**) che possa usufruire delle funzionalità della piattaforma.

La classe **Reservation** non estende la classe astratta *BaseEntity*, come le classi precedenti, a causa dell'integrazione con **TimescaleDB**. Questa è una scelta di design che verrà spiegata in seguito.

DATA TRANSFER OBJECTS (DTO)

L'acronimo **DTO** sta per **Data Transfer Object** e modella un oggetto software che rappresenta una versione semplificata di oggetti riferiti al modello di dominio.

Un DTO non ha una propria business logic e non espone metodi o funzionalità particolari. Svolge il ruolo di **trasportatore di dati** tra processi comunicanti con la finalità di ridurre la quantità di informazioni trasferite verso i chiamanti.

Per definire i DTO si parte dal modello di dominio sopra. Mostriamo di seguito i DTO implementati per il nostro progetto:

UserDTO
-id: long
-email: String
-name: String
-surname: String
-password: String
-roles: List<String>

ReservationDTO
-id: long
-userId: long
-userName: String
-userEmail: String
-libraryId: long
-libraryName: String
-datetime: String

LibraryDTO
-id: long
-name: String
-imgFilename: String
-address: String
-capacity: Integer

AdminNotificationDTO
-action: UserAction
-reservationId: Long
-libraryId: Long
-date: String
-notificationMessage: String

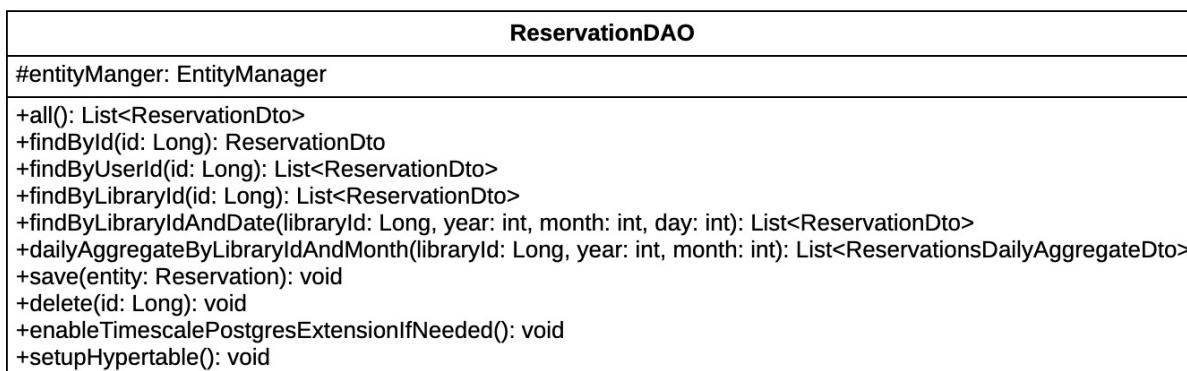
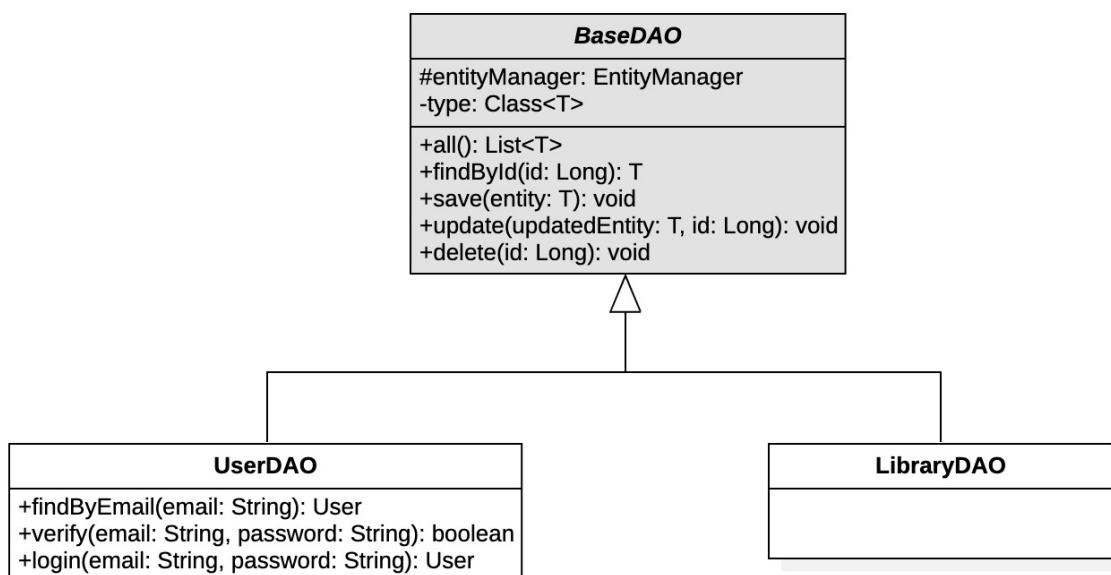
ReservationDailyAggregateDTO
-date: String
-countMorning: Integer
-countAfternoon: Integer

- **UserDTO, ReservationDTO e LibraryDTO** sono i DTO relativi alle entità descritte precedentemente;
- **AdminNotificationDTO** è il DTO che rappresenta una notifica di aggiunta o cancellazione di una prenotazione;
- **ReservationDailyAggregateDTO** è il DTO che rappresenta il conteggio delle prenotazioni giornaliere per una biblioteca, raggruppate per mattina e pomeriggio.

DATA ACCESS OBJECTS (DAO)

L'acronimo **DAO** sta per Data Access Object, e modella un oggetto software che fornisce un'interfaccia astratta verso il livello di persistenza ed espone un insieme di metodi utili per coprire le principali operazioni CRUD. Svolge il ruolo di intermediario tra le entità del modello di dominio e le tabelle "reali" del database, avvalendosi del supporto di un **EntityManager**.

Mostriamo di seguito i DAO implementati per il nostro progetto:



MAPPER

Un **mapper** modella un oggetto software che espone alcuni metodi per “mappare” gli oggetti Java (entità del domain model) in DTO e viceversa. In genere si deve implementare i metodi:

- `convertToDto()` per la conversione entità -> DTO
- `transferToEntity()` per la conversione DTO -> entità

CONTROLLER

I **controller** rappresentano dei componenti software in grado di assolvere il caso d’uso invocando o implementando direttamente i metodi caratterizzanti. Nello specifico:

- manipolano le entità dei Domain Model per intermediazione dei DAO
- elaborano ed interpretano istanze di DTO tramite intermediazione dei Mapper

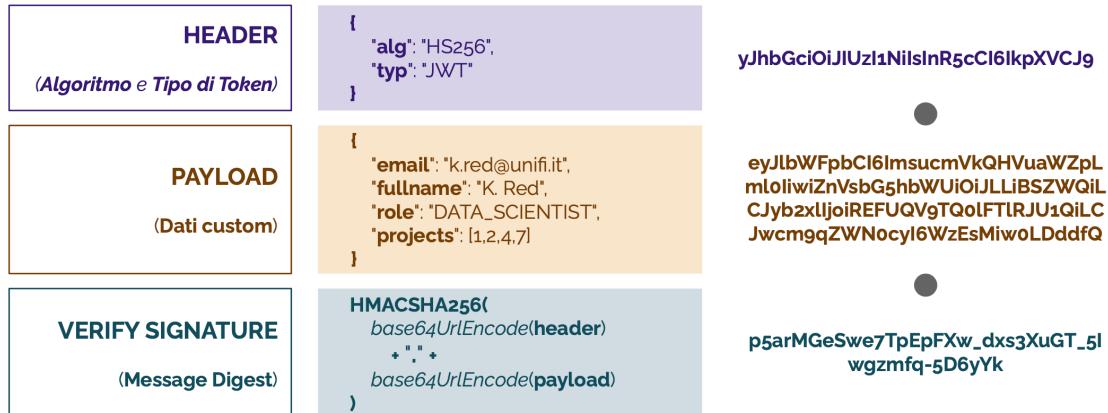
AUTENTICAZIONE

Per l’autenticazione è stato utilizzato lo standard **JSON Web Token** (JWT) del protocollo **OAuth 2.0** tramite la libreria **Java JWT** (JJWT).

In particolare, il backend si occupa di generare un **token** (stringa alfanumerica che viene “firmata” e “verificata” con un algoritmo di cifratura, ad esempio **HMAC256**).

L’autenticazione viene eseguita nei seguenti passi:

- login: viene inviata dal frontend una richiesta HTTP(S) contenente *email* e *password*
- il backend controlla le credenziali e risponde inviando un *token* al client valido per sei ore (adottando un algoritmo di generazione del digest basato su una chiave segreta), che lo salva
- il client può quindi inoltrare tale token in ogni successiva richiesta HTTP(S)
- il backend verifica che questo sia corretto (verifica il digest)
- logout: viene rimosso il token lato client



Esempio di token JWT per l'autenticazione

ENDPOINT

Tutti i servizi associati ad una certa risorsa sono gestiti da un **Endpoint**, che quindi può essere definito come un contenitore logico che raggruppa e organizza i servizi esposti e che li rende fruibili ai Client, in modo univoco tramite URI.

Per identificare gli Endpoint sono presenti tre **REST API**: una relativa agli **User**, una relativa alle **Library** e un'altra relativa alle **Reservation**. Si identificano quindi tre endpoint, chiamati rispettivamente:

- **UserRestServices** (api/users/)
- **LibraryRestServices** (api/libraries/)
- **ReservationRestServices** (api/reservations/)

In un capitolo successivo verranno poi descritte nel dettaglio le **API** utilizzate nel nostro progetto.

ANNOTAZIONI JPA E PERSISTENZA

Di seguito sono riportate tutte le **annotazioni JPA** utilizzate nel backend durante l'implementazione delle classi del Domain Model.

BaseEntity

La classe **BaseEntity** è una classe che fa da superclasse per le varie entità del Domain Model. Il suo compito è quello di gestire gli identificativi (sia l'**uuid** usato a livello app

che l'**id** a livello database) e quello di effettuare l'override del metodo hashCode() e equals() in modo che venga fatto un controllo di uguaglianza basato sull'**uuid**.

Le annotazioni utilizzate per questa classe sono:

- @MappedSuperclass
- @Id e @GeneratedValue(strategy = GenerationType.IDENTITY) per l'attributo id
- @Column(unique = true) per l'attributo uuid

User

La classe **User** estende la classe astratta *BaseEntity*.

Le annotazioni utilizzate per questa classe sono:

- @Entity
- @Table(name = "users")
- @ElementCollection(fetch = FetchType.EAGER) per mappare la lista di ruoli
- @OneToMany(mappedBy = "user", cascade = CascadeType.ALL) per indicare una relazione con cardinalità *uno-a-molti* con le prenotazioni

Library

La classe **Library** estende la classe astratta *BaseEntity*.

Le annotazioni utilizzate per questa classe sono:

- @Entity
- @Table(name = "libraries")
- @OneToMany(mappedBy = "library", cascade = CascadeType.ALL) per indicare una relazione con cardinalità *uno-a-molti* con le prenotazioni

Reservation

La classe **Reservation** non estende la classe astratta *BaseEntity*, come le classi precedenti, a causa dell'integrazione con **TimescaleDB**.

Infatti TimescaleDB richiede che la colonna “temporale” della tabella (nel nostro caso l'attributo *datetime*) sia anche chiave primaria, ma JPA non consente di definire una

chiave primaria composita estendendo una superclasse astratta che già definisce un @Id.

Dunque le annotazioni utilizzate per questa classe sono:

- `@Id, @SequenceGenerator(name="seq", sequenceName="db_reservations_seq", allocationSize=1)` e `@GeneratedValue(generator = "seq")` per l'attributo id. In questo caso non era possibile utilizzare la strategia `GenerationType.IDENTITY` poiché JPA non la supporta sulle classi con chiave primaria composita;
- `@IdClass(ReservationCompositeKey.class)` per definire la chiave primaria composita;
- `@Id e @Column(columnDefinition = "TIMESTAMP", nullable = false)` per l'attributo datetime;
- `@Column(nullable = false)` per l'attributo uuid;
- `@ManyToOne(fetch = FetchType.LAZY)` per indicare una relazione con cardinalità *molti-a-uno* con l'utente;
- `@ManyToOne(fetch = FetchType.LAZY)` per indicare una relazione con cardinalità *molti-a-uno* con la biblioteca.

Con tali annotazioni la tabella relativa agli oggetti della classe **Reservation** avrà due colonne contenenti due id: uno dell'utente e uno della biblioteca.

La classe **ReservationCompositeKey** utilizzata nell'annotazione `@IdClass` rappresenta la chiave primaria composita per la classe Reservation e contiene i due attributi `id` e `datetime`.

ANNOTAZIONI CDI E JAX-RS

Di seguito sono riportate tutte le **annotazioni CDI e JAX-RS** utilizzate nel backend nelle altre classi:

- `@RequestScoped` per i controller e i mapper
- `@Singleton` e `@Startup` per i Bean inizializzati all'avvio dell'applicazione
- `@Provider` e `@Priority(Priorities.AUTHENTICATION)` per il filtro delle richieste HTTP

ALTRÉ ANNOTAZIONI

- @Secured per annotare le API che richiedono autenticazione
- @GatewayAuthorizationRequired per annotare le API che richiedono un token speciale dal Gateway (ad es. per verificare che l'utente abbia effettivamente atteso in coda)

ELENCO DELLE API REST

Presentiamo adesso le **API REST** per quanto riguarda **User**, **Library** e **Reservation**.

User API

Le API per l'utente sono le seguenti:

- GET api/users/ ritorna tutti gli utenti
- GET api/users/{id} ritorna l'utente con l'id specificato
- POST api/users/login/ esegue il login
- POST api/users/signup/ esegue la registrazione
- DELETE api/users/delete/{id} cancella l'utente con l'id specificato
- PUT api/users/update/ aggiorna i dati di un utente

Library API

Le API per le biblioteche sono le seguenti:

- GET api/libraries/ ritorna tutte le biblioteche
- GET api/libraries/{id} ritorna la biblioteca con l'id specificato
- POST api/libraries/add/ aggiunge una nuova biblioteca
- DELETE api/libraries/delete/{id} cancella la biblioteca con l'id specificato
- PUT api/libraries/update/ aggiorna i dati di una biblioteca

Reservation API

Le API per le prenotazioni sono le seguenti:

- GET api/reservations/ ritorna tutte le prenotazioni
- GET api/reservations/{id} ritorna la prenotazione con l'id specificato
- GET api/reservations/user/{id} ritorna le prenotazioni dell'utente con l'id specificato
- GET api/reservations/library/{id} ritorna le prenotazioni della biblioteca con l'id specificato
- GET api/reservations/library/{id}/{year}/{month}/{day} ritorna le prenotazioni della biblioteca con l'id specificato e per la data specificata
- GET api/reservations/stats/library/{id}/{year}/{month} ritorna il conteggio delle prenotazioni divise per fasce orarie per la biblioteca con l'id specificato e per il mese specificato (per maggiore efficienza usa il time bucket di Timescale)
- POST api/reservations/add/ aggiunge una nuova prenotazione
- DELETE api/reservations/delete/{id} cancella la prenotazione con l'id specificato

Alcune di queste **API REST** sono utilizzabili soltanto da utenti con privilegi di **ADMIN** tramite l'annotazione `@RolesAllowed` (ad esempio l'aggiunta o la cancellazione di una biblioteca).

Vengono anche fatti ulteriori controlli di sicurezza tramite il `SecurityContext JAX-RS`, per assicurare ad esempio che un utente non possa effettuare o cancellare prenotazioni per altri utenti.

TESTING

Per il **testing** abbiamo utilizzato il framework **JUnit5** (per lo *unit testing*) e **Mockito** (per evitare problemi di dipendenze tra oggetti e aumentare l'isolamento).

Sono stati testati diversi **livelli dell'architettura** (**Domain Model**, **Business Logic** e **DAO**) e i loro componenti critici.

In particolare per il **Domain Model** è stata testata la superclasse `BaseEntity` e `Reservation` per verificare la corretta identità, uguaglianza ed inizializzazione.

Per la **Business Logic** i test vengono eseguiti in isolamento e per eventuali dipendenze esterne sono stati utilizzati i *mocks*.

Per i **DAO** sono stati testati i metodi CRUD (*find, save, update e delete*) ed eventuali altri metodi rilevanti. Per testare la persistenza è stato utilizzato un database *in-memory* (**HyperSQL**) tramite l'aggiunta del file `persistence.xml` nella cartella test.

DEPLOY CON WILDFLY SU DOCKER

Per effettuare il deploy è stato utilizzata un'immagine Docker di **Wildfly** versione 24.0.0, modificata per il supporto a database **PostgreSQL** (su cui si basa anche TimescaleDB).

In particolare sono stati prodotti i seguenti file:

- **Dockerfile**: a partire dall'immagine Wildfly ufficiale (`jboss/wildfly:24.0.0.Final`), genera un'immagine Docker modificata per il supporto a PostgreSQL, tramite i seguenti step eseguiti con la CLI di `jboss`:
 - Si scarica il driver PostgreSQL dalla repository Maven ufficiale;
 - Si aggiunge il **modulo** PostgreSQL facendo riferimento al driver scaricato prima;
 - Si aggiunge il **driver** PostgreSQL;
 - Si specifica un **Datasource** principale da utilizzare poi nel progetto Java, con un URL di connessione del tipo:

```
jdbc:postgresql://${DB_HOST}:${DB_PORT}/${DB_NAME}
```

- **docker-compose.yml**: specifica due services, uno per il database PostgreSQL (con immagine di base `timescale/timescaledb:latest-pg13`) e l'altro per l'application server, con l'immagine Wildfly modificata tramite Dockerfile (descritto sopra).

Per avviare il progetto sarà dunque sufficiente avviare Docker Compose con il comando:

```
docker-compose up
```

che attiva e mette in comunicazione i singoli container.

All'interno del container basato su Wildfly è stato aggiunto un volume (/workdir/deploy/wildfly/) per il deploy automatico di file .war. Le seguenti porte sono state esposte: **8080** per accedere all'applicazione, **9990** per la console admin, **5005** per il debugging e **7878** per eventuali comunicazioni tramite RSocket.

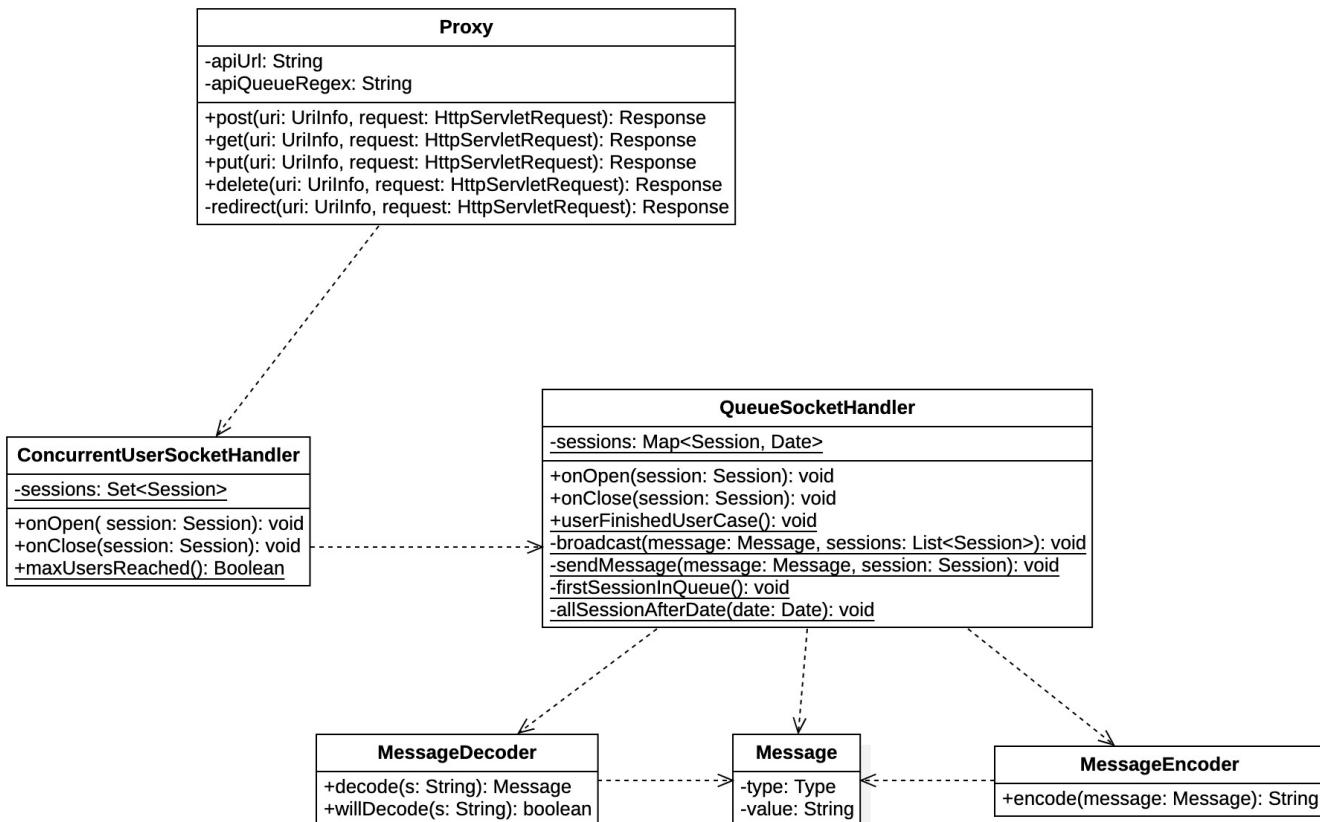
Come ultimo passo, per supportare la creazione di hypertable di Timescale tramite *Hibernate* direttamente all'interno del progetto, è stato registrato un *dialect* che estende quello esistente per Postgres e inoltre mappa il tipo OTHER (tipo di ritorno della chiamata SQL non nativa "SELECT create_hypertable ...") in stringa. Questo dialect viene poi specificato nella proprietà hibernate.dialect del file persistence.xml.

Le operazioni di attivazione di Timescale e creazione della hypertable sono delegate al DAO delle prenotazioni.

PROGETTAZIONE DEL GATEWAY

In questa sezione del documento viene descritta la progettazione del **Gateway**, che fa da intermediario tra il *frontend* e il *backend* e si occupa della gestione della coda per l'accesso degli utenti al sistema di prenotazione.

DOMAIN MODEL



Di seguito viene riportato il nostro modello di dominio per quanto riguarda il Gateway:

ANNOTAZIONI JSR 356 E JAX-RS

Di seguito sono riportate tutte le **annotazioni JSR 356 (Java API for WebSocket)** e **JAX-RS** utilizzate nel gateway durante l'implementazione delle classi del Domain Model:

- `@ServerEndpoint` per generare gli endpoint web socket nelle classi utilizzate per la gestione della coda (ConcurrentUsersSocketHandler e QueueSocketHandler)
- `@Provider` per il filtro delle richieste HTTP

AUTORIZZAZIONE

Per assicurare che l'utente BASIC non possa bypassare il Gateway inviando richieste non autorizzate direttamente al Backend, è stato utilizzato un altro token JWT. In particolare:

- Il Frontend fa una richiesta al Gateway per poter accedere al servizio di prenotazione;
- Il Gateway riceve la richiesta e genera un token valido per due minuti (adottando un algoritmo di generazione del digest basato su una chiave segreta condivisa con il Backend) ed inoltra la richiesta al Backend insieme al token creato;
- Il Backend riceve la richiesta e il token, e verifica che questo sia corretto (verifica il digest con la stessa chiave segreta con cui era stato cifrato nel Gateway);
- Se il token risulta corretto, l'utente può accedere al servizio richiesto. In caso contrario, viene generato un errore HTTP 401 Unauthorized.

ENDPOINT

Tutti i servizi associati ad una certa risorsa sono gestiti da un **Endpoint**, che quindi può essere definito come un contenitore logico che raggruppa e organizza i servizi esposti e che li rende fruibili ai Client, in modo univoco tramite URI.

Per identificare gli Endpoint sono presenti due **URL WebSocket**: uno relativo alla coda e l'altro relativo agli utenti presenti all'interno dell'applicazione. Si identificano quindi due endpoint:

- **QueueSocketHandler** (`ws://<IP>:<PORT>/gateway/queue`)
- **ConcurrentUsersSocketHandler** (`ws://<IP>:<PORT>/gateway/concurrent-users`)

GATEWAY: API REST

Presentiamo adesso le **API REST** per quanto riguarda il gateway:

- GET `gateway/api/{*}` reindirizza la richiesta al backend. In caso di richiesta relativa ad una biblioteca, esegue anche un controllo per stabilire se mettere in coda un utente;
- POST `gateway/api/{*}` reindirizza la richiesta al backend;
- PUT `gateway/api/{*}` reindirizza la richiesta al backend;
- DELETE `gateway/api/{*}` reindirizza la richiesta al backend.

PROGETTAZIONE DEL FRONTEND

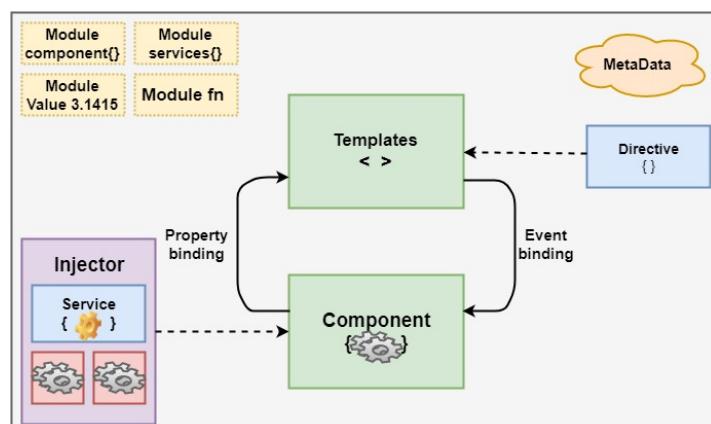
Il **Frontend** è stato sviluppato tramite il framework **Angular** con l'aiuto dei componenti forniti dalla libreria **Angular Material**.



Seguendo il workflow tipico dello sviluppo di un'applicazione Angular, il frontend è stato suddiviso in diversi componenti: ogni componente consiste in una cartella contenente:

- un **file HTML** che ne definisce la vista;
- un **file CSS** per lo stile;
- un **file TS** che ne definisce il comportamento.

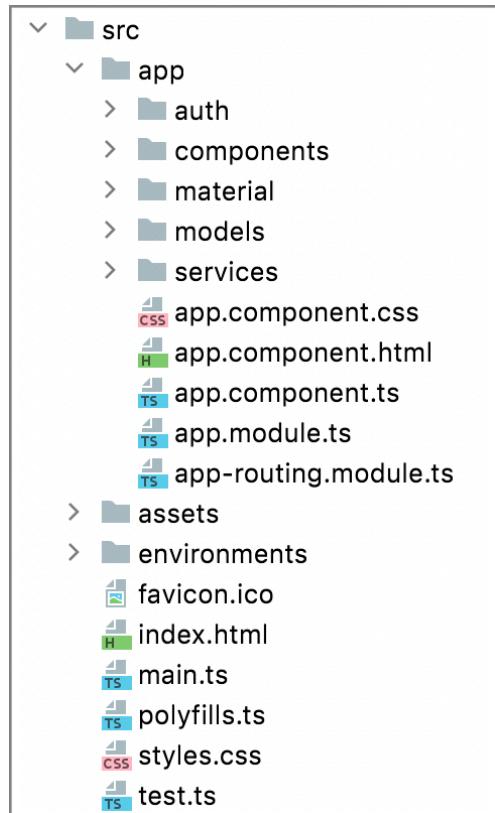
Il linguaggio di base è TypeScript. L'applicazione è stata realizzata come una Single Page Application (SPA) orientata ai servizi e con paradigma Model-View-Controller.



ELEMENTI FONDAMENTALI

Gli elementi fondamentali sono:

- **Modello**: stato del sistema, legato in maniera bidirezionale ai servizi REST del backend;
- **Componente**: “controllori” del pattern MVC, con la responsabilità di attuare i comandi inviati dagli utenti e modificare lo stato del modello;
- **Template**: frammenti di documenti HTML che rappresentano le viste (view di MVC); solitamente ad ogni componente è associato un template che definisce il layout di un componente;
- **Property Binding**: permette di osservare un attributo di un componente e propagare i cambiamenti nella vista;
- **Event Binding**: permette di associare un evento (es. click di un bottone) ad un metodo di un componente che controlla in quel momento la vista;
- **Direttive**: istruzioni speciali associabili ad un template, in grado di modificarlo prima che venga renderizzato. Ne esistono due tipi:
 - **Strutturali**: incidono nel layout a livello di DOM;
 - **Di Attributo**: alterano soltamente l'aspetto di un elemento già presente nel DOM.
- **Servizi**: classi che mettono a disposizione dei metodi, riusabili in vari controller tramite dependency injection con `@Injectable`, allo scopo di implementare varie funzionalità (es: validazione campi di input, condivisione variabili di stato, logging, comunicazione con i servizi REST esposti da un backend);
- **Moduli**: raggruppano componenti, template e risorse per favorire la riusabilità.



Struttura del progetto

DIPENDENZE

Il modulo frontend realizzato fa uso delle seguenti dipendenze esterne:

- **Angular Material**: design system per i componenti UI;
- **Leaflet**: libreria JavaScript per mappe interattive;
- **angularx-qrcode**: libreria per la generazione di QR code;
- **RSocket**: protocollo a livello applicativo per stream reattivi;
- **RxJS**: libreria JavaScript che mette a disposizione il tipo `Observable` e la funzione `pipe()`, che permette di compiere più operazioni sul risultato in emissione.

DIAGRAMMA DI NAVIGAZIONE

Di seguito vengono mostrati i due **diagrammi di navigazione** (uno per l'**utente** e uno per l'**admin**), che elencano le pagine che costituiscono l'interfaccia del frontend e mostrano le transizioni che avvengono tra esse durante il normale utilizzo dell'applicazione.

Diagramma di Navigazione per l'Utente

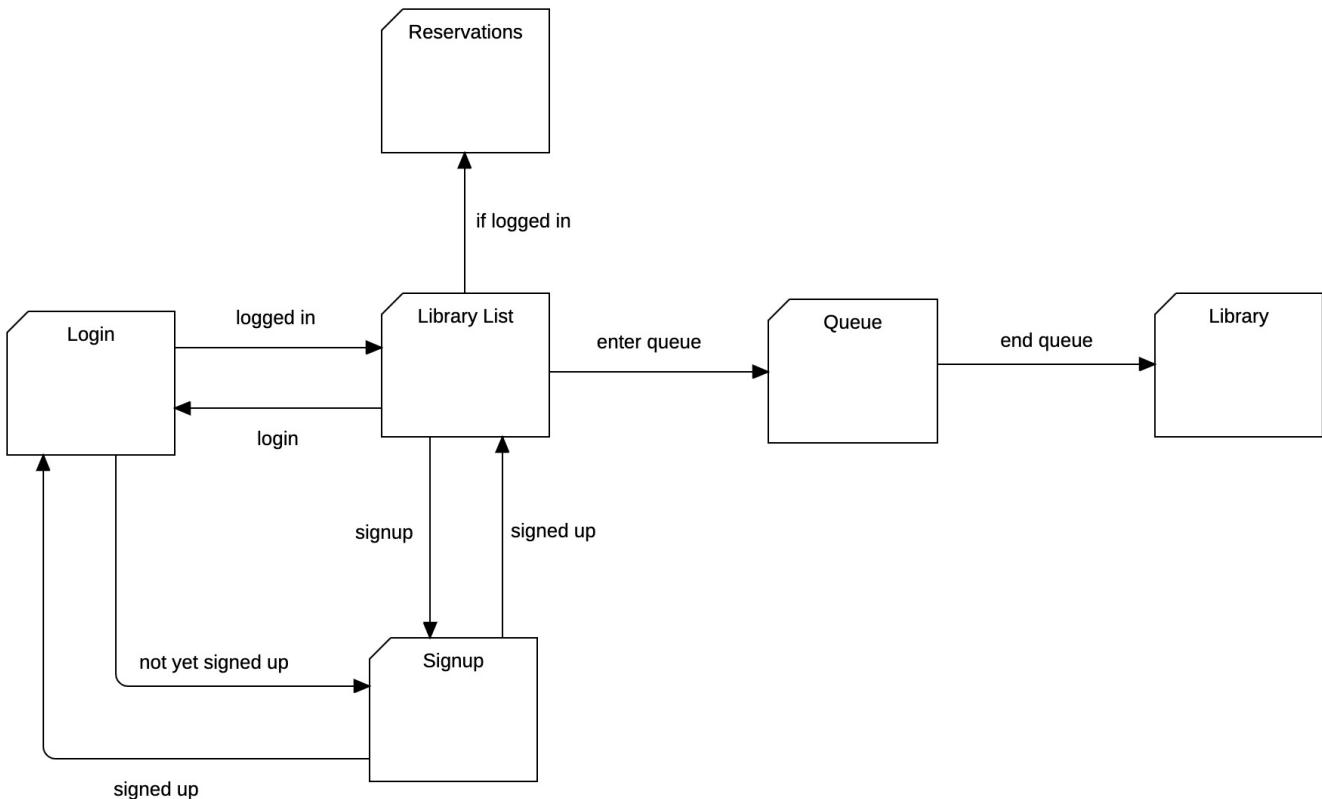
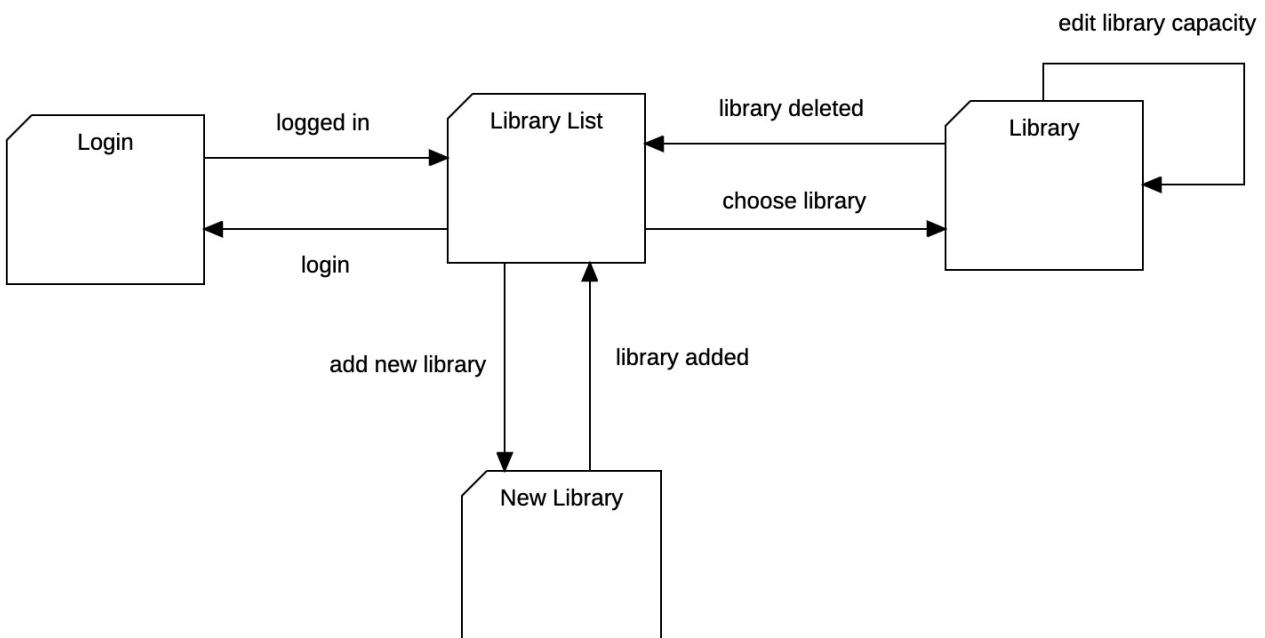
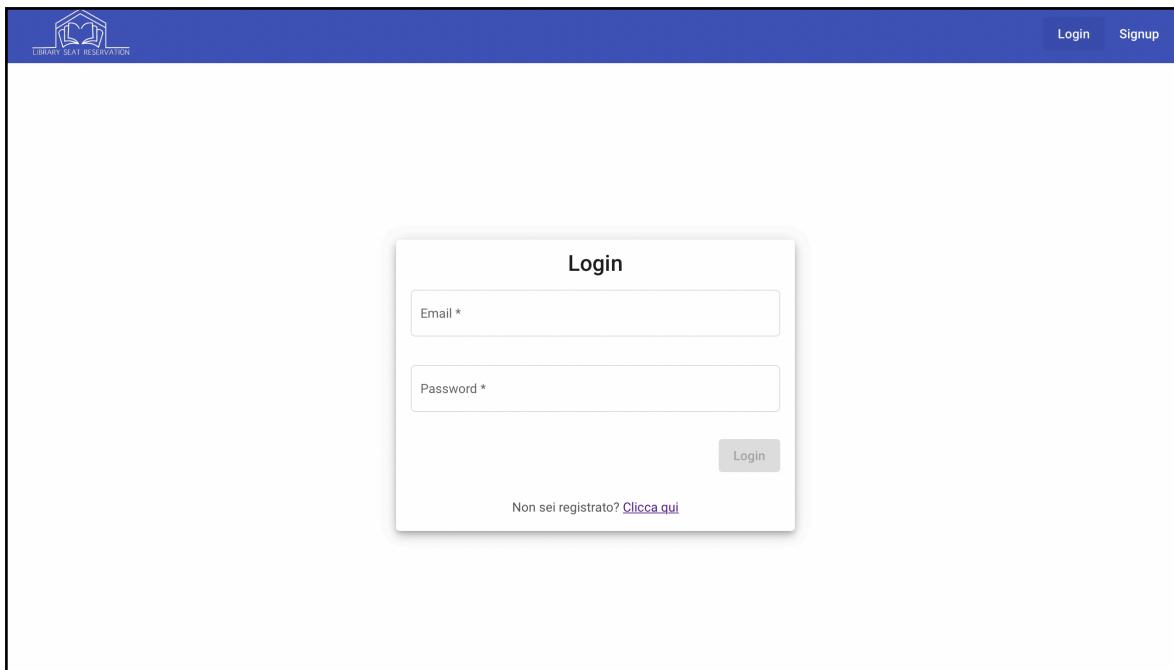


Diagramma di Navigazione per l'Admin



SCREENSHOT

Di seguito vengono riportati alcuni **screenshot** delle varie pagine della nostra applicazione.



Pagina di Login

The screenshot shows the 'Signup' form within a white modal box. At the top center is the word 'Signup'. Below it are four input fields with labels: 'Nome *', 'Cognome *', 'Email *', and 'Password *'. To the right of the 'Password' field is a small placeholder text 'Sei già registrato? [Clicca qui](#)'. At the bottom right of the modal is a grey 'Signup' button.

Nome *

Cognome *

Email *

Password *

Sei già registrato? [Clicca qui](#)

Signup

Pagina di Signup

The screenshot shows the main home page with a blue header bar. In the center, there is a search bar with the placeholder 'Cerca biblioteca...' and a magnifying glass icon. Below the search bar, there are four library cards, each featuring a thumbnail image, the library name, its address, and its seating capacity. At the bottom, there are four tabs labeled 'Biblioteca', 'Biblioteca', 'Biblioteca dei', and 'Biblioteca Dino'.

Prenota il tuo posto in biblioteca

Cerca biblioteca...

Biblioteca Villa Bandini Via del Paradiso, 5, Firenze  Capacità: 50 posti	Biblioteca Mario Luzi Via Ugo Schiff, 8, Firenze  Capacità: 70 posti	Biblioteca delle Oblate Via dell'Oriuolo, 24, Firenze  Capacità: 60 posti	Biblioteca Palagio di Parte Guelfa Piazza della Parte Guelfa, Firenze  Capacità: 30 posti
--	---	---	--

Biblioteca Biblioteca

Biblioteca dei Biblioteca Dino

Pagina Home

LIBRARY SEAT RESERVATION

The screenshot shows the library's name, address, and a map of the surrounding area.

Biblioteca Villa Bandini
Via del Paradiso, 5, Firenze

A map of the neighborhood around Villa Bandini is displayed, showing streets like Viale Europa, Via di Ripoli, and Via delle Larve, along with various landmarks and green spaces.

Pagina di una biblioteca (1/2)

The screenshot shows the booking calendar for Friday, September 24, 2021, with morning and afternoon availability indicated.

Tempo rimasto: 1:32

SET 2021						
D	L	M	M	G	V	S
				1	2	3
5	6	7	8	9	10	11
12	13	14	15	16	17	18
19	20	21	22	23	24	25
26	27	28	29	30		

Venerdì 24 Settembre

Occupazione mattina: 50 / 50

Occupazione pomeriggio: 26 / 50

Fascia 8.00 - 13.00
 Fascia 13.00 - 19.00

Prenota

© Copyright LibrarySeatReservation 2021

Pagina di una biblioteca (2/2)

The screenshot displays a message indicating the user is in a queue and provides estimated wait times.

Sei in coda...

Sei la prima persona in coda

Potrai accedere al servizio in circa 15 secondi

Una volta terminata l'attesa, verrai reindirizzato automaticamente.

Utente 8934

© Copyright LibrarySeatReservation 2021

Pagina della coda

LIBRARY SEAT RESERVATION

Utente 43 ▾

Le mie prenotazioni

Future	Passate			
Ora	Data	Biblioteca	QR Code	Elimina
8:00	Lunedì 27 Settembre	Biblioteca delle Oblate		
8:00	Lunedì 4 Ottobre	Biblioteca ISIS Leonardo da Vinci		
8:00	Venerdì 8 Ottobre	Biblioteca del Galluzzo		
13:00	Domenica 17 Ottobre	Biblioteca Pietro Thouar		
8:00	Giovedì 28 Ottobre	Biblioteca Dino Pieraccioni		

Items per page: 5 | < < 1 - 5 of 5 > > |

Pagina delle prenotazioni

Utente 43 ▾

Le mie prenotazioni

Future	Passate			
Ora	Data	Biblioteca	QR Code	Elimina
8:00	Lunedì 27 Settembre	Biblioteca delle Oblate		
8:00	Lunedì 4 Ottobre	Biblioteca delle Oblate		
8:00	Venerdì 8 Ottobre			
13:00	Domenica 17 Ottobre			
8:00	Giovedì 28 Ottobre			

Lunedì 27 Settembre - ore 8:00
Biblioteca delle Oblate



5 | < < > > |

QR code relativo a una prenotazione

LIBRARY SEAT RESERVATION

OTT 2021

D	L	M	M	G	V	S
					1	2
3	4	5	6	7	8	9
10	11	12	13	14	15	16
17	18	19	20	21	22	23
24	25	26	27	28	29	30
31						

Prenotazioni per Mercoledì 20 Ottobre

Mattina (8.00-13.00)		Pomeriggio (13.00-19.00)	
Occupazione: 34 / 50			
Nome	Email	Elimina	
Utente 4402	user4402@email.com		
Utente 3297	user3297@email.com		
Utente 196	user196@email.com		
Utente 5167	user5167@email.com		
Utente 2071	user2071@email.com		

1 - 5 di 34 | < < > >|

Items per page: 5

Modifica capacità biblioteca

Valore: 50

Elimina biblioteca

Verranno eliminate anche tutte le prenotazioni per questa biblioteca.

Dashboard Admin

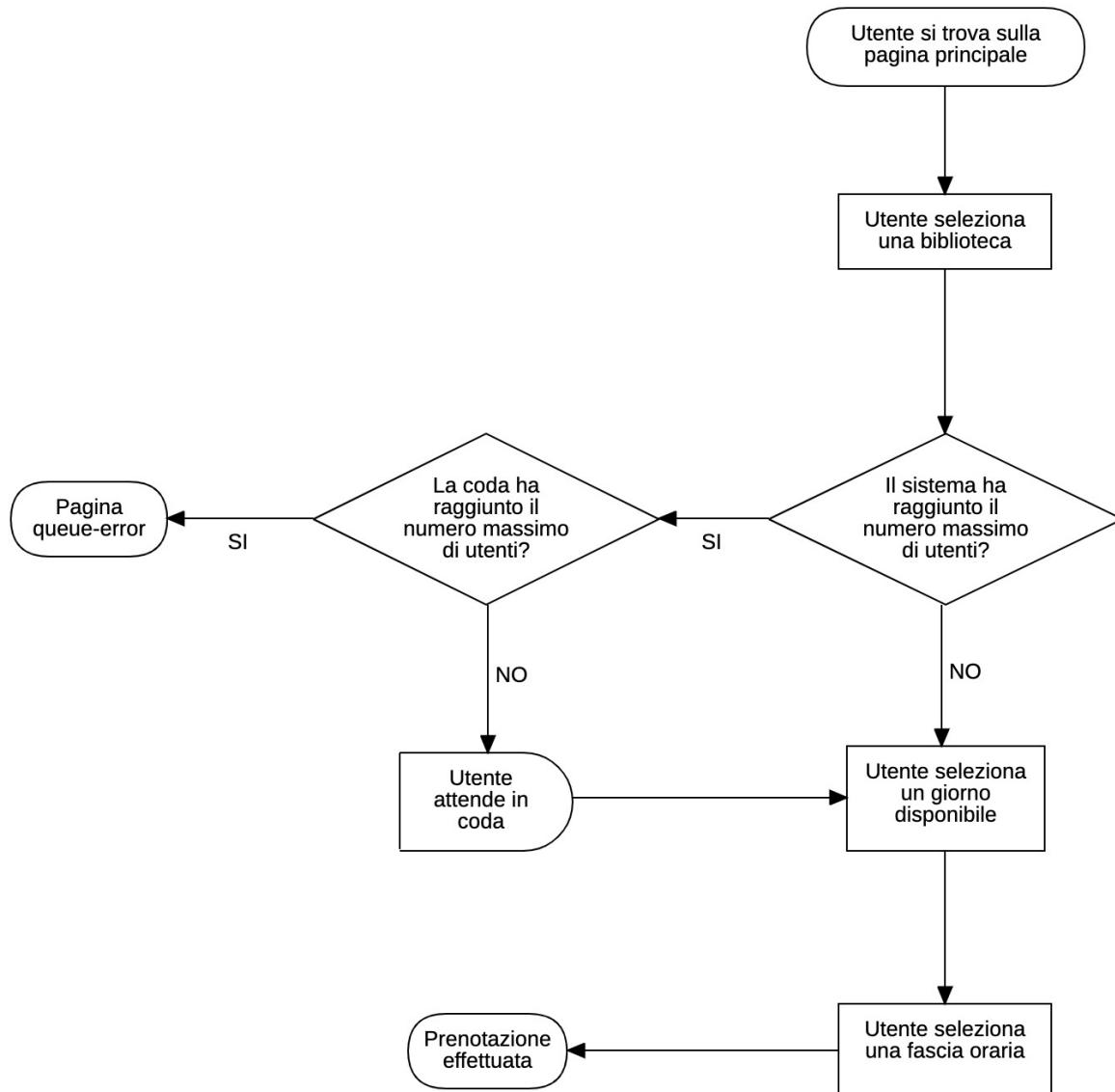
LIBRARY SEAT RESERVATION
Utente Admin (Admin) ▾

Aggiungi Biblioteca

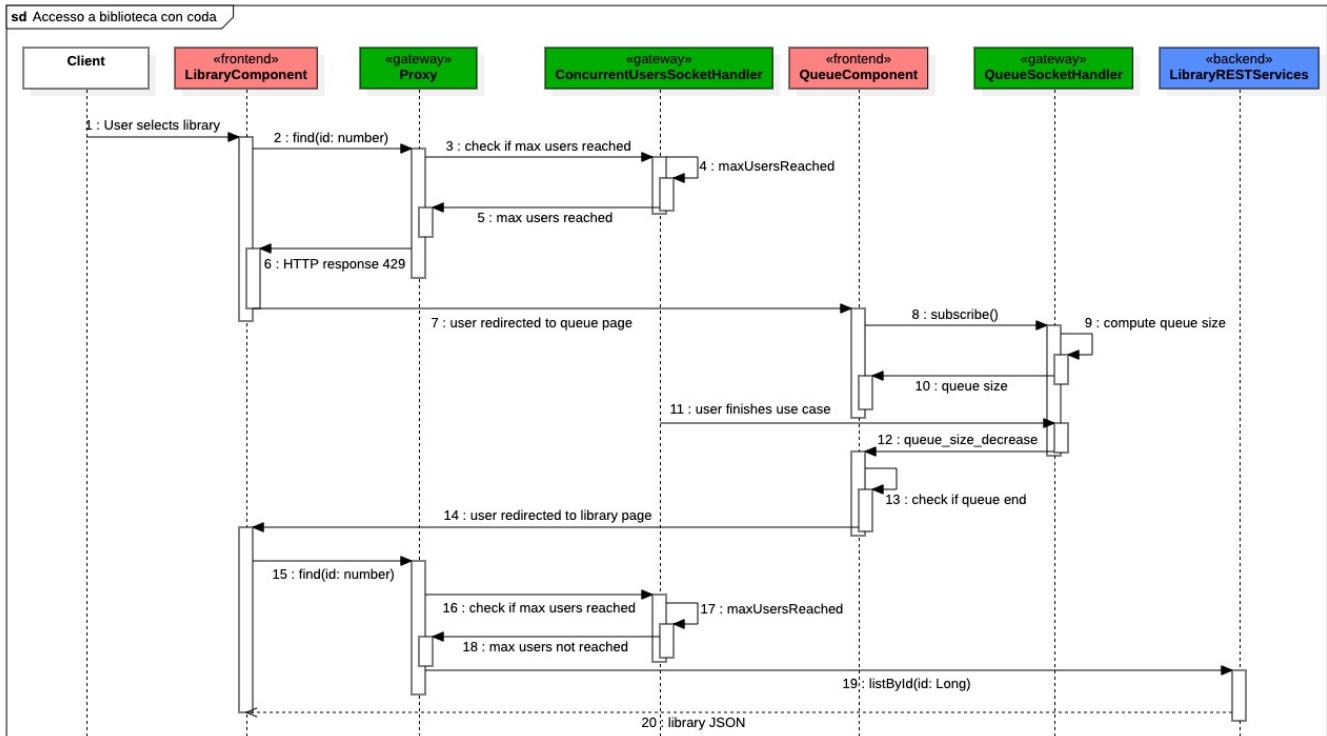
Pagina admin per l'aggiunta di una biblioteca

CASO D'USO: GESTIONE DELLA CODA

Di seguito viene mostrato il **diagramma di flusso** del caso d'uso di un **accesso a una biblioteca nel caso in cui l'utente entri in coda** (per semplicità supponiamo che l'utente sia il primo in coda).



Di seguito viene mostrato anche il **sequence diagram** dello stesso caso d'uso (per semplicità si omette il controllo sulla dimensione massima della coda):



Le **sequenze di operazioni** eseguite per questo caso d'uso sono le seguenti:

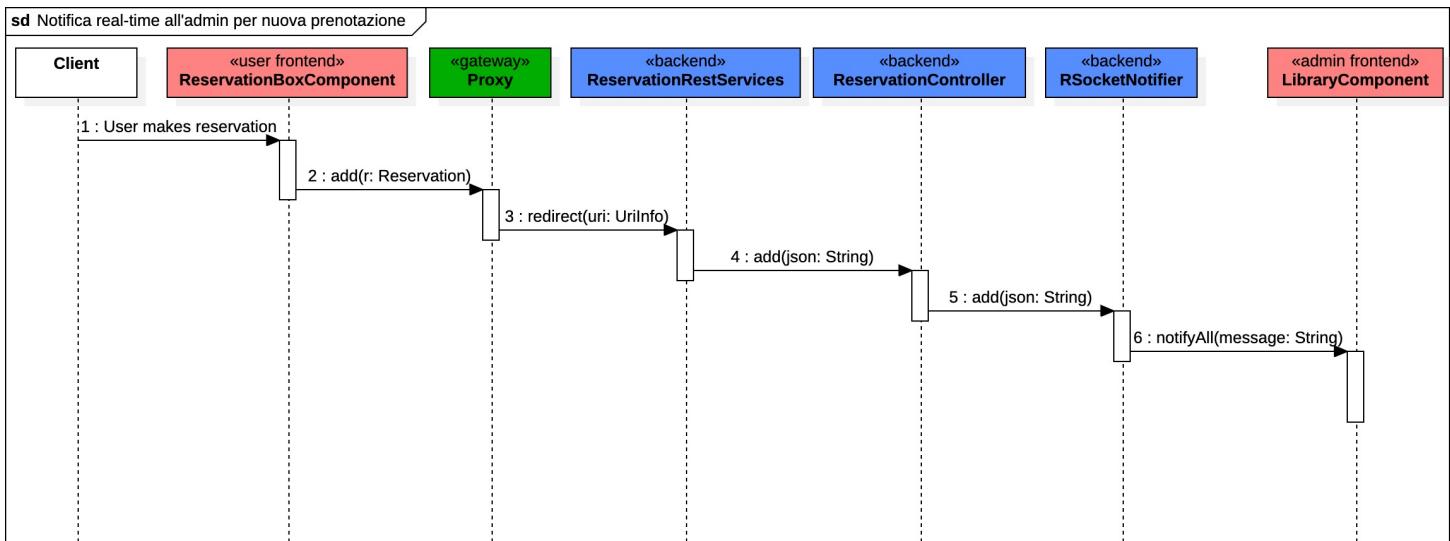
1. L'**utente** seleziona una biblioteca;
2. Il componente **LibraryComponent** tramite il servizio **LibraryService** del frontend richiede al gateway le informazioni sulla biblioteca scelta tramite REST API;
3. La classe **Proxy** del modulo gateway intercetta la richiesta e controlla se è stato raggiunto il numero di utenti in contemporanea;
4. La classe **ConcurrentUsersSocketHandler** del modulo gateway, che tiene traccia di tutti gli utenti che stanno prenotando un posto in biblioteca, controlla se è stato raggiunto il numero massimo di utenti in contemporanea;
5. Sempre la classe **ConcurrentUsersSocketHandler** restituisce un booleano per indicare se il numero è raggiunto o meno;
6. Il **Proxy** risponde alla richiesta HTTP con il codice di risposta **429 (Too Many Requests)**;
7. L'**utente** viene reindirizzato alla pagina della coda;
8. Viene attivato il componente **QueueComponent** che esegue il `subscribe()` e si connette tramite socket alla classe **QueueSocketHandler** del modulo gateway;

9. La classe **QueueSocketHandler**, che tiene traccia di tutti gli utenti che entrano ed escono dalla coda, calcola la dimensione della coda corrente;
10. Sempre la classe **QueueSocketHandler** invia un messaggio socket contenente la dimensione della coda, permettendo all'utente di visualizzare il numero di persone in coda davanti a lui insieme ad una stima del tempo di attesa;
11. Quando un altro utente ha terminato la fase di prenotazione e libera un posto, la classe **ConcurrentUsersSocketHandler** notifica anche **QueueSocketHandler**;
12. La classe **QueueSocketHandler** invia un messaggio socket al **QueueComponent** per notificare il decremento della coda;
13. Il componente **QueueComponent** controlla se la coda è terminata (per il caso d'uso scelto si suppone di sì, essendo il primo in coda);
14. L'**utente** viene reindirizzato alla pagina della biblioteca;
15. Il componente **LibraryComponent** tramite il servizio **LibraryService** del frontend richiede al gateway le informazioni sulla biblioteca scelta tramite REST API;
16. La classe **Proxy** del modulo gateway intercetta la richiesta e controlla se è stato raggiunto il numero di utenti in contemporanea;
17. La classe **ConcurrentUsersSocketHandler** del modulo gateway controlla se è stato raggiunto il numero massimo di utenti in contemporanea;
18. Sempre la classe **ConcurrentUsersSocketHandler** restituisce un booleano per indicare se il numero è raggiunto o meno;
19. La classe **Proxy** del modulo gateway inoltra la richiesta al backend;
20. La classe **LibraryRESTServices** del modulo backend restituisce al **LibraryComponent** le informazioni richieste in formato JSON.

A questo punto l'utente ha a disposizione una finestra di **2 minuti** per effettuare una prenotazione, al termine dei quali verrà automaticamente escluso dal caso d'uso.

CASO D'USO: NOTIFICHE ADMIN CON RSOCKET

Di seguito viene mostrato il **sequence diagram** del caso d'uso dell'**arrivo di una notifica in real-time all'admin nel caso in cui un utente si sia prenotato per una determinata biblioteca** (supponiamo che l'admin sia collegato sulla dashboard delle stessa biblioteca su cui viene eseguita la prenotazione da parte dell'utente).



Le **sequenze di operazioni** eseguite per questo caso d'uso sono le seguenti:

1. L'**utente** effettua una prenotazione per una biblioteca tramite il frontend;
2. Il componente **ReservationBoxComponent** tramite il servizio **ReservationService** del frontend invia la richiesta POST HTTP al gateway;
3. La classe **Proxy** del modulo gateway intercetta la richiesta e la inoltra subito al backend;
4. La classe **ReservationRestServices** del modulo backend riceve la richiesta e chiama il metodo `add()` della classe **ReservationController**, passando i dati della prenotazione;
5. La classe **ReservationController** salva la prenotazione sul database utilizzando il relativo **ReservationDAO** e **ReservationMapper**. In caso di successo, invoca anche il metodo statico `notifyAll()` della classe **RSocketNotifier**. Tale metodo riceve come parametro un oggetto JSON che contiene le informazioni sul tipo di notifica (aggiunta o cancellazione) e sulla prenotazione stessa.

6. La classe **RSocketNotifier**, che tiene traccia di tutti i client in ascolto sulla porta 7878 con protocollo RSocket, con il metodo `notifyAll()` invia un messaggio di tipo **Fire-and-Forget** a tutti gli admin connessi alla dashboard.

A questo punto il componente **LibraryComponent** all'interno della **dashboard dell'admin** viene aggiornato in real-time e viene mostrata a schermo una notifica.

The screenshot shows two main sections. On the left is a monthly calendar for September 2021. The days from 27 to 30 are highlighted in green, indicating they are reserved. On the right is a list titled "Prenotazioni per Lunedì 27 Settembre" (Bookings for Monday 27 September). It shows four entries, each with a user ID, email, and a red trash icon for deletion. The top bar indicates "Occupazione: 49 / 50". Navigation buttons and a page size selector (5 items) are at the bottom.

Dashboard admin prima della prenotazione da parte di un utente

This screenshot is similar to the previous one but shows a new booking. The day 27 is now highlighted in red, while the others remain green. A dark overlay at the bottom displays a message: "Nuova prenotazione #90805 effettuata per il giorno 27-09-2021 alle 08:00". The rest of the interface is identical to the first screenshot.

Dashboard admin subito dopo la prenotazione da parte di un utente, con notifica a schermo e aggiornamento real-time sulla disponibilità della biblioteca

CONCLUSIONI E SVILUPPI FUTURI

Il sistema realizzato implementa tutte le specifiche indicate nell’analisi dei requisiti, fornendo all’utente una piattaforma per la gestione delle prenotazioni di posti all’interno delle aule studio delle biblioteche di Firenze.

Il sistema implementa inoltre anche un meccanismo di gestione della coda in modo da evitare il sovraccarico sul server, con **parametri configurabili** da parte dello sviluppatore in base alle necessità:

- L’URL relativo alle API REST del backend (API_URL);
- L’espressione regolare che indica le chiamate API “critiche” da proteggere con la coda (API_QUEUE_REGEX);
- Il numero massimo di utenti che il sistema può ospitare contemporaneamente (MAX_CONCURRENT_USERS);
- La lunghezza massima della coda (MAX_QUEUE_SIZE).

Il modulo Gateway potrebbe quindi diventare un modulo **indipendente e universale**, adattabile ai vari casi d’uso, tenendo però conto che il modulo Frontend è parte integrante del sistema e dovrà essere adattato anch’esso alle varie situazioni.

Data la configurabilità del sistema, un possibile sviluppo futuro potrebbe essere quello di estenderne l’utilizzo ad una regione più ampia (es. Toscana).

Altri sviluppi futuri potrebbero prevedere l’aggiunta di **più fasce orarie** (e non solo mattina/pomeriggio). Sarebbe inoltre interessante anche poter offrire una prenotazione specifica per una determinata **aula** di una biblioteca (es. Aula A della biblioteca *Villa Bandini*).