

# Elaborato dell'esame di Stato su 'Tourm - Gestione audioguide'



Studente: Riccardo Calligaro, classe 5IA  
Relatori: Daniele Cappellazzo, Giancarlo Ronchi  
Tutor: Donatella Panciera

# Abstract

The current work aims at analysing and designing the prototype of a mobile application, available both on iOS and Android, intended for use by an eighteenth-century villa that wants to reorganise its audioguide mechanism so that visitors can use their personal devices. The general requirements for such a service will be studied, with particular attention to the basic functionalities that the application must offer; the characteristics of the network infrastructure and the backend will also be evaluated. Furthermore, the administration panel used by the staff to access the actual visitor count and to close or open access to the rooms will be analysed. The tools made available by the various programming languages, frameworks and libraries that allowed the development of some of the integrated the development of some of the functionalities integrated in the prototype under examination. An important part will also be devoted to security, a fundamental aspect of any application. Finally, the results achieved and possible improvements to be made in the future will be analysed in order to obtain a quality product.

Il presente lavoro mira ad analizzare e progettare il prototipo di un'applicazione mobile, disponibile sia su iOS che su Android, destinata all'uso in una villa settecentesca che vuole riorganizzare il suo meccanismo di audioguide in modo che i visitatori possano utilizzare i loro dispositivi personali. Verranno studiati i requisiti generali di tale servizio, con particolare attenzione alle funzionalità di base che l'applicazione deve offrire; saranno valutate le caratteristiche dell'infrastruttura di rete e del backend. Verrà inoltre analizzato il pannello di amministrazione utilizzato dal personale per accedere al conteggio effettivo dei visitatori e per chiudere o aprire l'accesso alle stanze. Verranno presentati gli strumenti messi a disposizione dai vari linguaggi di programmazione, framework e librerie che hanno permesso lo sviluppo di alcune delle funzionalità. Una parte importante sarà anche dedicata alla sicurezza, un aspetto fondamentale di qualsiasi applicazione. Infine, verranno analizzati i risultati raggiunti e i possibili miglioramenti da apportare in futuro per ottenere un prodotto di qualità.

# Indice

<b>1</b>	<b>Introduzione</b>	<b>3</b>
1.1	Il progetto . . . . .	3
1.2	Diagramma dei casi d'uso . . . . .	4
1.3	WBS . . . . .	4
<b>2</b>	<b>Infrastruttura di rete</b>	<b>5</b>
2.1	I beacon Bluetooth . . . . .	5
2.1.1	Cosa sono . . . . .	5
2.1.2	Perché i beacon Bluetooth? . . . . .	6
2.1.3	In sintesi . . . . .	6
2.1.4	Utilizzare un beacon bluetooth . . . . .	6
2.2	Internet of Things . . . . .	7
2.3	Rete . . . . .	7
2.4	Server . . . . .	8
2.5	Uso delle API . . . . .	9
2.5.1	Cosa sono le API . . . . .	9
<b>3</b>	<b>Il backend</b>	<b>10</b>
3.1	Il database . . . . .	10
3.1.1	Schema E/R . . . . .	10
3.1.2	Schema logico . . . . .	11
3.1.3	API in PHP . . . . .	11
3.1.4	Query SQL . . . . .	12
<b>4</b>	<b>Il client</b>	<b>12</b>
4.1	App mobile . . . . .	12
4.1.1	L'architettura del codice . . . . .	12
4.1.2	La gestione dello stato . . . . .	13
4.2	Pannello di amministrazione web . . . . .	14
<b>5</b>	<b>Sicurezza</b>	<b>14</b>
<b>6</b>	<b>Considerazioni finali</b>	<b>15</b>
6.1	Esperienza PCTO . . . . .	15
6.2	Risultati raggiunti e futuri miglioramenti . . . . .	15
6.3	Conclusioni . . . . .	15

# 1 Introduzione

## 1.1 Il progetto



**Tourm** si propone di raggiungere i seguenti obiettivi:

- sviluppare una **applicazione per smartphone**, disponibile sia su ambiente iOS che Android, destinata all'utente finale per consentirgli di:
  - scaricare l'applicazione attraverso un codice QR presente all'interno della villa
  - accedere alla parte espositiva dell'applicazione con il codice del biglietto acquistato online o allo sportello di vendita.
  - interagire con le esposizioni automatizzando la riproduzione di spiegazioni audio pre-registrate
  - interagire con le esposizioni scannerizzando un codice QR che permette di leggere un articolo e ascoltare l'audioguida associata
  - ricevere notifiche automatiche sulla disponibilità di visite guidate o eventi
- sviluppare una **portale web amministrativo** destinato agli organizzatori per consentirgli di:
  - accedere al conteggio effettivo dei visitatori
  - visualizzare statistiche riguardo le esposizioni e le interazioni fatte dagli utenti
  - chiudere o aprire l'accesso alle stanze
- sviluppare un'**infrastruttura di rete** sicura, veloce e affidabile che permette ai visitatori di:
  - collegarsi a una rete wireless gratuita senza accesso ad internet
  - utilizzare l'applicazione senza nessun costo di dati mobili
  - utilizzare la rete in modo sicuro senza doversi preoccupare di eventuali minaccee ai gestori di:
  - utilizzare dei dispositivi specifici per accedere al pannello di amministrazione

## 1.2 Diagramma dei casi d'uso

Gli **Use Case Diagram** (diagrammi dei casi d'uso) sono dei diagrammi dedicati alla descrizione delle funzioni o servizi offerti da un sistema, così come sono percepiti e utilizzati dagli attori che interagiscono col sistema stesso, aiutano a definire e organizzare i requisiti.

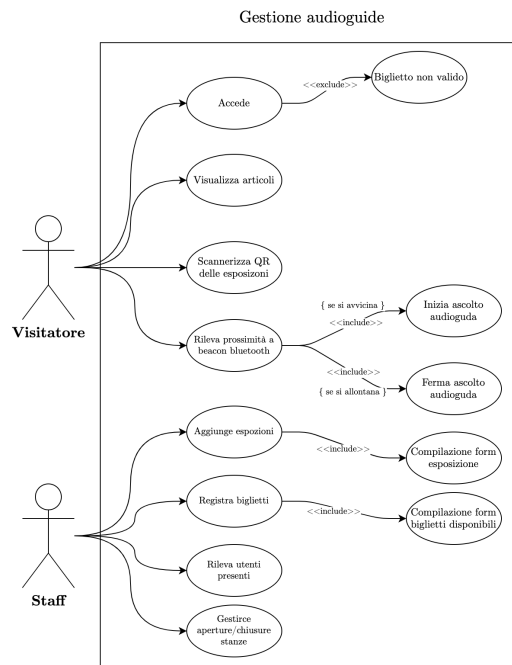


Figura 1: Diagramma dei casi d'uso

## 1.3 WBS

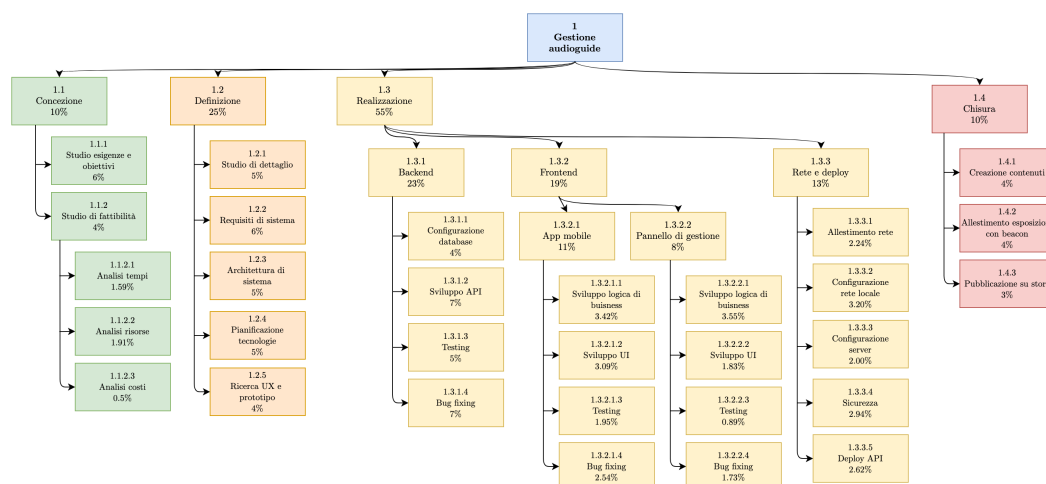


Figura 2: Work Breakdown Structure

## 2 Infrastruttura di rete

Avere un'infrastruttura di rete progettata in maniera efficace è di **fondamentale importanza**, tutte le operazioni quotidiane dipendono da essa. Quando si progetta un'infrastruttura non bisogna soltanto considerare la topologia di rete; è necessario infatti tenere conto anche di:

- **dispositivi hardware:** server, datacenter, personal computer, router, switch; è importante fare delle scelte adatte e mirate al caso d'uso.
- **applicazioni e software:** applicazioni utilizzate dall'azienda, come web server, sistemi di gestione del contenuto e sistema operativo, ad esempio Linux.

Quali sono invece alcuni aspetti da considerare?

- **Efficienza:** creare un'infrastruttura di rete efficiente riduce al minimo i tempi di down e assicura la stabilità della rete.
- **Scalabilità:** una solida infrastruttura di rete supporta la crescita senza doverla riprogettare.
- **Sicurezza:** deve fornire sicurezza e protezione da spam, malware e virus. Deve anche mantenere i dati al sicuro.
- **Portata:** deve permettere agli utenti di essere connessi alla rete, indipendentemente dalla loro posizione.

### 2.1 I beacon Bluetooth

Per gestire la riproduzione automatizzata delle audioguide è stato deciso di usare i **beacon Bluetooth**, dei dispositivi di piccole dimensioni disponibili a un prezzo relativamente basso.

#### 2.1.1 Cosa sono

I **beacon Bluetooth** sono dei trasmettitori hardware - una classe di dispositivi *Bluetooth low energy* che trasmettono il loro identificatore ai dispositivi elettronici portatili vicini. Questa tecnologia permette a smartphone, tablet e altri dispositivi di eseguire azioni quando sono in prossimità di essi. Il beacon, tuttavia, non è in grado di rilevare alcun segnale. Non richiede una connessione Internet e agisce come un emittente entro un raggio breve.[1]

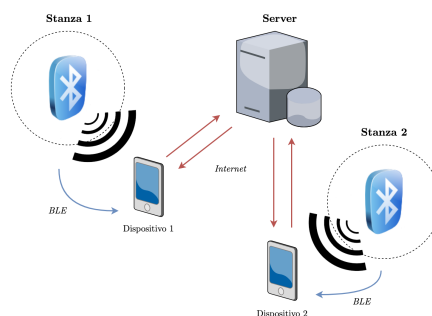


Figura 3: Comunicazione con Beacon

### 2.1.2 Perché i beacon Bluetooth?

Attraverso la precisa localizzazione (la distanza di trasmissione si aggira intorno ai 10-30 metri), i beacon creano un **engagement mirato**: nel contesto opportuno, al momento opportuno, al pubblico interessato. Per questo e per i **costi accessibili** (un dispositivo costa in media 10 euro) sono la scelta più adatta al caso d'uso desiderato.

### 2.1.3 In sintesi

Riassumendo, la comunicazione sarà composta da due elementi:

- **Dal presentatore:** il beacon bluetooth, questo spedisce soltanto informazioni. L'informazione standard dei beacon consiste in un *UUID*, e solo un valore major o minor. Per esempio: UUID: 9e747915-5996-4b5b-8d3f-335ba7d0745e Major ID: 1 Minor ID: 2. Il trasmettitore non fa niente altro che inviare questa informazione ogni frazione di secondo. Ogni *UUID* sarà associato ad ogni stanza così il client sarà in grado di rilevare in che posizione l'utente si trova.
- **Dall'osservatore:** l'applicazione mobile sarà responsabile di ricevere i segnali e di far partire o fermare l'audio in base alla posizione.

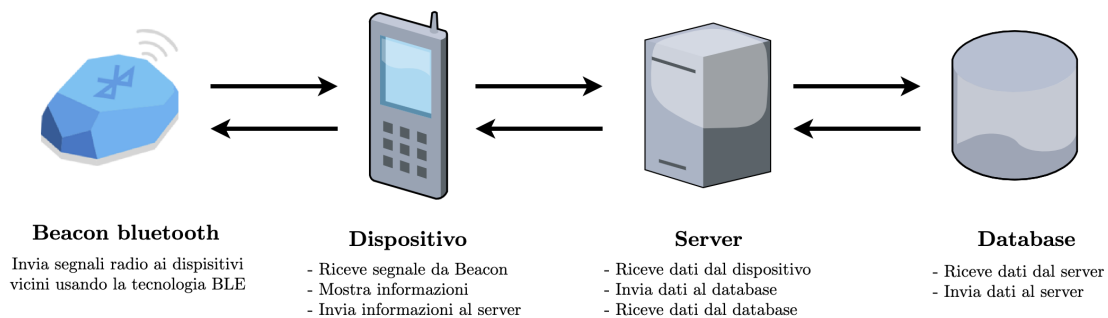


Figura 4: Architettura della comunicazione

### 2.1.4 Utilizzare un beacon bluetooth

Per realizzare un beacon Bluetooth vi sono varie opzioni:

1. Acquistare un dispositivo già programmato con alimentazione propria ad un costo di circa 5/10 euro.
2. Utilizzare un modulo Bluetooth BLE (ad esempio l'HM-10) e alimentarlo via USB
3. Trasformare il proprio telefono cellulare in un trasmettitore BLE con una semplice applicazione

A seguito della natura dimostrativa di questo progetto è stata scelta la terza opzione.

## 2.2 Internet of Things

Tutta questa interconnettività forma quello che viene chiamato **Internet of Things**, un termine che descrive l'estensione della connessione Internet alle più svariate tipologie di oggetti, in questo caso i beacon bluetooth. I dati rilevati grazie ad appositi sensori possono essere scambiati e comunicati tramite Internet e gli oggetti possono essere monitorati e gestiti da remoto.

## 2.3 Rete

Il migliore modo per rappresentare la rete nel suo insieme è attraverso una **topologia**. Essa è una **mappa** che descrive i dispositivi e come sono collocati. Esistono due tipi di topologie:

- **Topologia fisica:** indica la disposizione fisica dei dispositivi e dei mezzi trasmissivi
- **Topologia logica:** evidenzia il modo in cui gli host accedono al mezzo trasmissivo per inviare dati

Essendo il luogo non definito, è impossibile realizzare la topologia fisica. Riguardo la topologia logica la maggior parte delle reti wireless utilizza una **topologia a stella**. Essa consiste in un nodo gateway (in questo caso un **Access Point**, AP) a cui tutti gli altri nodi si collegano. I vantaggi di questa scelta sono sicuramente:

- prestazione della rete veloce e affidabile.
- i nodi/dispositivi difettosi possono essere identificati e isolati rapidamente.

Mentre gli svantaggi sono:

- la portata è limitata al raggio di trasmissione di un singolo dispositivo.
- se il nodo gateway fallisce, l'intera rete smette di funzionare



Ai vari dispositivi dei visitatori è necessario aggiungere:

- il **server**
- il **router**
- uno o più **switch**
- i vari **access point** a cui si collegano i dispositivi dei visitatori

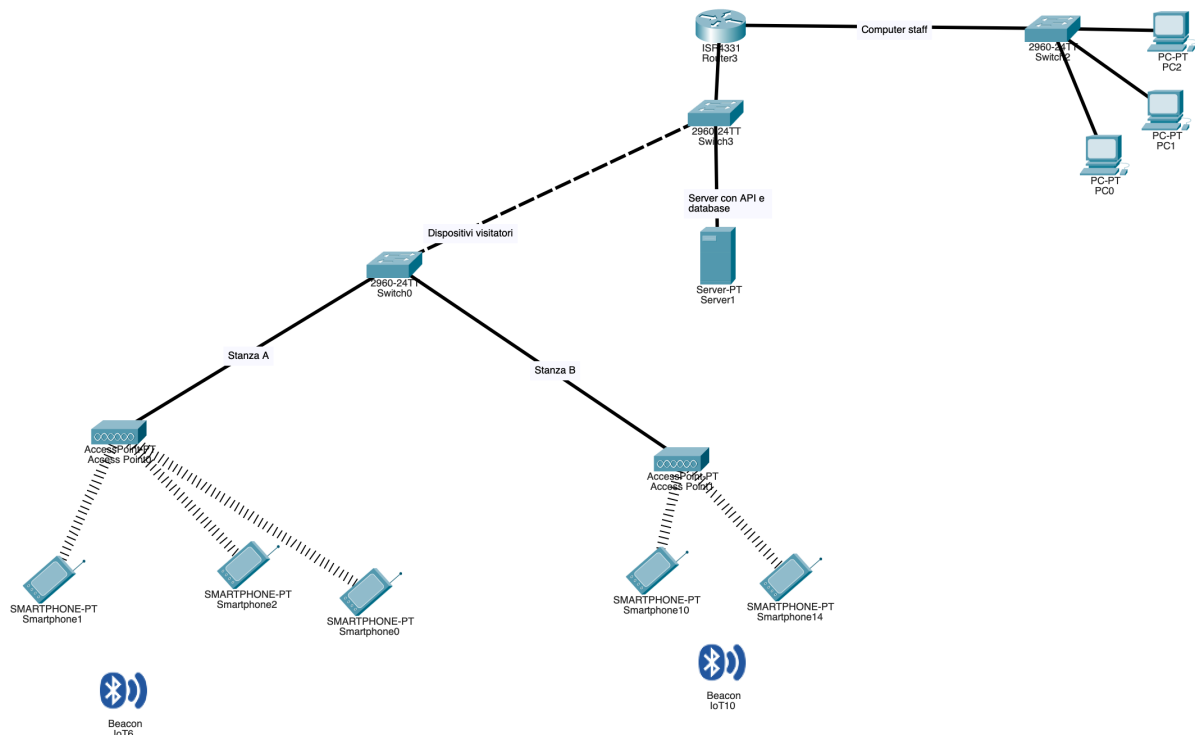


Figura 5: Topologia logica

## 2.4 Server

Come server è stata utilizzata una **virtual machine** con **Ubuntu Server 21.04**, una distribuzione ufficiale di Ubuntu dedicata all'ambito server. La principale differenza con la distribuzione standard è l'ambiente desktop: mentre Ubuntu Desktop include un'interfaccia grafica utente, Ubuntu Server no. Inoltre la versione server include anche pacchetti standard che si concentrano principalmente su connettività e sicurezza.[6].

Per fornire le API è stato usato **nginx**, un web server/reverse proxy leggero ad alte prestazioni. Questa virtual machine è contenuta in un container **Docker**, un sistema per l'automazione del deployment che considera i container come macchine virtuali modulari estremamente leggere, offrendo la flessibilità di creare, distribuire, copiare e spostare i container da un ambiente all'altro in modo sicuro.[2]

## 2.5 Uso delle API

L'applicazione non accede direttamente al database, usa delle API. Creare un livello extra di astrazione non è solo utile per la sicurezza, ma anche per la scalabilità.

### 2.5.1 Cosa sono le API

Un'API, interfaccia di programmazione di un'applicazione, è un insieme di comandi formalizzati che consentono alle applicazioni software di comunicare tra loro in modo uniforme e di sfruttare i servizi di base per creare servizi incentrati sul cliente. Quindi in questo caso il server esegue una applicazione che espone delle API che fanno comunicare il client Flutter con il database MySQL.

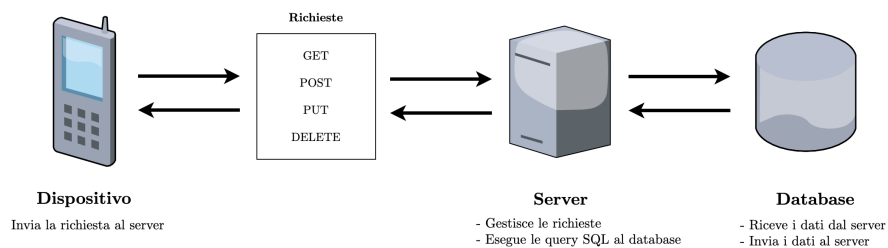


Figura 6: L'interazione tra dispositivo, server e database

## 3 Il backend

Il back-end, cioè la parte di ogni sito web o applicazione che gli utenti non vedono è composto da:

- **server**: è il luogo in cui l'applicazione viene contenuta ed eseguita
- **applicazione**: l'applicazione che viene eseguita nel server, in questo caso si occupa di esporre delle API di tipo REST e di gestire il pannello di amministrazione
- **database**: la base dati, contiene tutti i dati necessari per l'utilizzo dell'applicazione

### 3.1 Il database

Il database svolge una parte fondamentale di questa applicazione, per descriverlo ci sono vari metodi, qui si è scelto di trattare lo schema entità relazioni e quello logico. Come DBMS è stato usato MySQL.

#### 3.1.1 Schema E/R

Lo schema E/R traduce le problematiche reali in uno schema concettuale facilmente comprensibile, senza occuparsi di come sarà costruito il database.

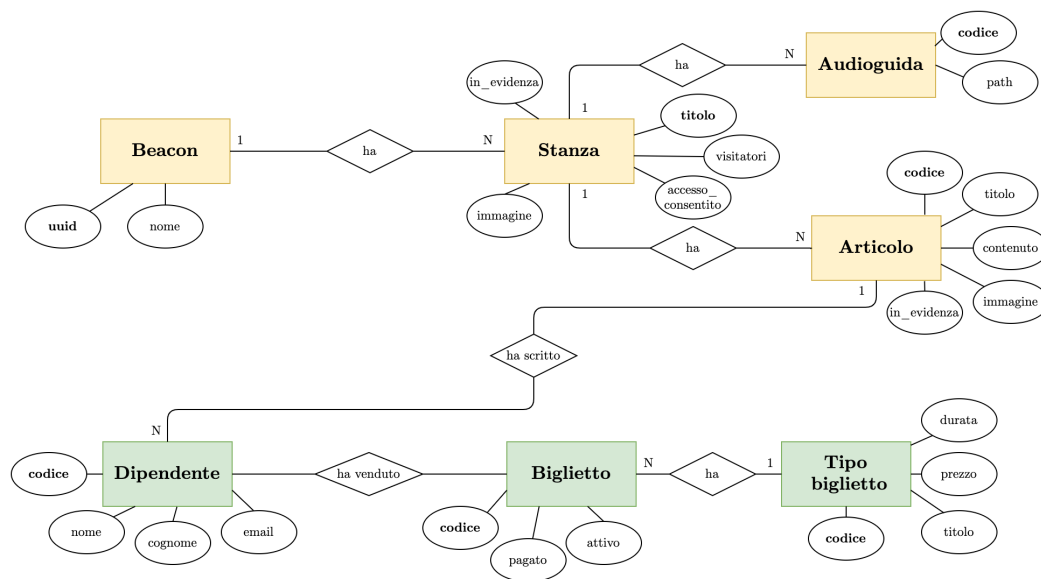


Figura 7: Schema E/R

### 3.1.2 Schema logico

L'obiettivo di questa fase è pervenire, a partire dallo schema concettuale, a uno schema logico che lo rappresenti in modo fedele, “efficiente” e indipendente dal particolare DBMS adottato. Questo modello logico viene sviluppato anche per arricchire il modello concettuale visto precedentemente definendo esplicitamente le colonne di ogni entità e introducendo entità operative e transazionali.

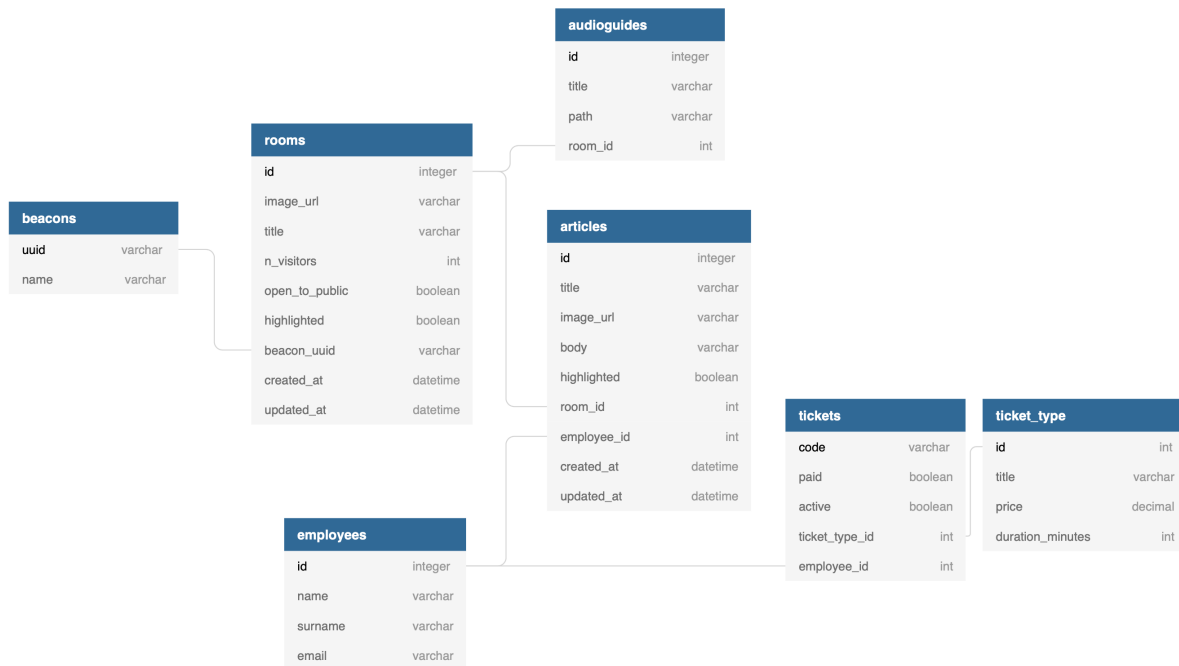


Figura 8: Schema logico

### 3.1.3 API in PHP

Le API realizzate con il framework **Lumen** offrono vari endpoint che conformano allo stile **REST** (Representational state transfer). Alcuni di questi sono:

- `/api/v1/rooms`: lista delle stanze
- `/api/v1/audioguides`: lista delle audioguide
- `/api/v1/articles`: lista degli articoli
- `/api/v1/audioguides/{beacon_id}`: audioguide per il beacon indicato

Questi restituiscono i dati ottenuti dal database con le query in formato **JSON**, un formato adatto all'interscambio di dati fra applicazioni client/server.

### 3.1.4 Query SQL

Per ottenere i dati il server esegue delle interrogazioni al database, di cui prima è stata descritta la struttura. Di seguito vengono riportate alcune query significative; i parametri vengono indicati con le parentesi graffe, nel codice PHP sono stati inseriti tramite PDO per evitare le SQL injection.

Audioguide per il beacon indicato

```
01 | SELECT * FROM audioguides INNER JOIN rooms ON audioguides.room_id =  
rooms.id WHERE beacon_id={beacon_code}
```

Articoli di una stanza

```
01 | SELECT employees.name, employees.surname, articles.id, articles.title,  
articles.body  
02 | FROM articles  
03 | INNER JOIN room_articles ON room_articles.room_id = {room_id}  
04 | INNER JOIN employees ON articles.employee_id = employees.id
```

Articoli scritti da un autore (ricerca per nome)

```
01 | SELECT employees.name, employees.surname, articles.id, articles.title,  
articles.body  
02 | FROM articles  
03 | INNER JOIN employees ON articles.employee_id = employees.id  
04 | WHERE employees.name LIKE {name}
```

## 4 Il client

### 4.1 App mobile

L'applicazione viene scaricata dai visitatori attraverso un QRCode. Avviata e inserito il codice presente nel biglietto, l'app viene impostata per la visita alla villa. Avviene poi l'interazione con i beacon bluetooth; quando l'app rileva che l'utente sta entrando nel range del trasmettitore avvisa il sistema che il visitatore è nella stanza e manda in esecuzione il commento audio. Quando l'app non percepisce più il beacon, avvisa che l'utente è uscito e termina la presentazione.

#### 4.1.1 L'architettura del codice

L'architettura di un sistema software è la “forma” data a quel sistema da coloro che la costruiscono. Per “forma” si intende la divisione di tale sistema in componenti, nella disposizione di essi e nei modi in cui tali componenti comunicano tra loro. Lo scopo è quello di facilitare lo sviluppo, la distribuzione, il funzionamento e la manutenzione del sistema software in esso contenuto.[3] Come architettura è stato deciso di usare la **clean architecture**, il cui scopo principale è quello di permettere al business di adattarsi ai cambiamenti della tecnologia e delle interfacce cambiando il meno codice possibile. Aiuta a rimuovere quello stretto accoppiamento tra la logica di business e il livello di presentazione.[4]

Questo tipo di architettura ha tre livelli principali:

- **Presentazione:** contiene tutta la UI, si tratta principalmente di codice Flutter.
- **Dominio:** è dove si definiscono le entità e i casi d'uso. Non vi sono classi concrete, solo interfacce (classi astratte). Tutte le implementazioni sono nel livello più sotto, il *data*.
- **Data:** questo livello è responsabile di tutte le implementazioni dei casi d'uso e delle interfacce. Solitamente contiene classi per l'accesso ai dati del database o di una sorgente remota.

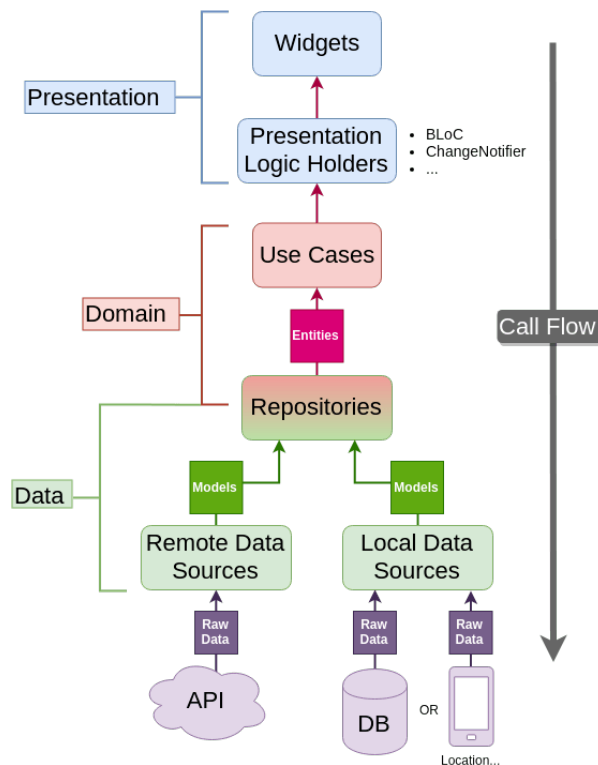


Figura 9: Lo schema della clean architecture

#### 4.1.2 La gestione dello stato

Un'applicazione non è mai del tutto statica e richiede in quasi tutti i casi di:

- tracciare i cambiamenti
- dare l'opportunità all'utente di poter interagire con la UI
- aggiornare la UI dinamicamente in caso di cambiamenti nelle informazioni mostrate.

Per gestire tutti questi aspetti in Flutter è possibile utilizzare una soluzione più elegante rispetto ai widget *stateful*, il **BloC Pattern**. Questo pattern, che è implementato su Flutter con la libreria *flutter\_bloc* permette di gestire il flow dell'applicazione tramite una stream di eventi.

Di seguito è riportato il diagramma degli stati, una rappresentazione che descrive il comportamento dei sistemi analizzando gli stati, le transizioni e le azioni.

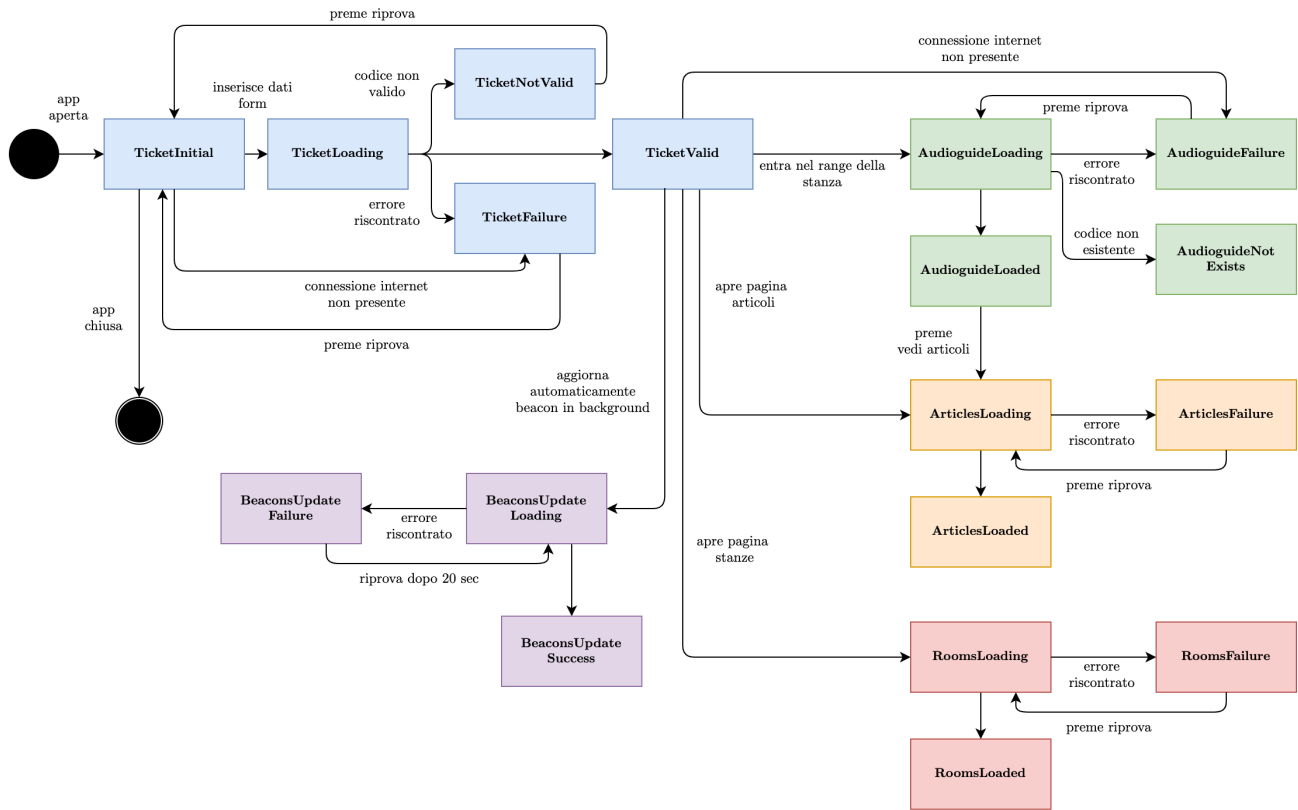


Figura 10: Il diagramma degli stati

## 4.2 Pannello di amministrazione web

Il pannello di amministrazione permette di:

- gestire la vendita dei biglietti
- osservare il conteggio effettivo dei visitatori
- chiudere o aprire l'accesso alle stanze

L'accesso è limitato, può essere visualizzato soltanto dallo staff. Per realizzarlo è stato usato il framework PHP **Laravel**. L'applicativo accede allo stesso database delle API Rest ma è totalmente separato in termini di codice.

## 5 Sicurezza

L'infrastruttura di rete, i servizi e i dati contenuti nei dispositivi collegati in rete sono risorse personali e aziendali fondamentali. Nessuna soluzione singola può proteggere la rete dalla varietà di minacce esistenti. Per questo motivo, la sicurezza deve essere implementata su **più livelli**, utilizzando più di una soluzione. Se un componente di sicurezza non riesce a identificare e proteggere la rete, possono farlo altri.

Le misure di sicurezza implementate sono state:

- Uso dei **PDO** per evitare le **SQL Injection**. SQL injection è una tecnica di code injection, usata per attaccare applicazioni che gestiscono dati attraverso database relazionali sfruttando il linguaggio SQL. [5]
- Utilizzo di **SSH**: questo protocollo permette di stabilire una sessione remota cifrata tramite interfaccia a riga di comando con il server. È opportuno sostituirlo all'analogo, ma insicuro, telnet.
- Configurazione sicura di **nginx** e utilizzo di **https**: https protegge la comunicazione tra l'utente finale e il web server
- Configurazione corretta del **firewall**: una configurazione impropria può far sì che gli aggressori ottengano un accesso non autorizzato alle reti interne e alle risorse protette.

## 6 Considerazioni finali

### 6.1 Esperienza PCTO

I moduli curriculari PCTO svolti durante i tre anni sono stati estremamente utili per la realizzazione di questo progetto; le competenze di **autoapprendimento** mi hanno aiutato a imparare ed utilizzare nuove tecnologie che non avevo mai usato, come ad esempio il framework *Laravel*. Le competenze di **analisi di sistemi** mi hanno permesso di analizzare e risolvere con metodologia i vari problemi incontrati durante la realizzazione; infine l'attività svolta in quarta -*Sviluppo App per Web e mobile*- ha arricchito notevolmente le mie competenze per quanto riguarda la creazione di un applicativo complesso e distribuito su più piattaforme.

### 6.2 Risultati raggiunti e futuri miglioramenti

Alla conclusione di questo elaborato, il cui obiettivo era quello di sviluppare una applicazione full-stack per semplificare notevolmente l'utilizzo delle audioguide, sia da parte dell'operatore che dell'utente finale, è possibile affermare che, sulla base dei test effettuati sulle funzionalità implementate, l'applicazione rappresenta un buon punto di partenza per lo sviluppo del prodotto finale. Alcune future funzionalità potrebbero comprendere:

- aggiunta di un quiz per far interagire gli utenti con l'esposizione
- aggiunta di video o altri contenuti multimediali per comprendere meglio la spiegazione
- possibilità di maggiore personalizzazione dell'applicazione dal pannello di gestione

### 6.3 Conclusioni

Il mobile computing è ogni giorno più presente nella nostra routine quotidiana. Questo può essere spiegato dalla grande evoluzione che si è verificata in questo settore nel corso dell'ultimo decennio e che ha causato l'emergere di una varietà di nuovi dispositivi mobili e sistemi operativi, sempre più sofisticati e potenti. Attraverso l'internet of things è possibile collegare a questi dispositivi una miriade di gadget e scambiare informazioni, creando delle integrazioni che semplificano sempre di più la nostra vita quotidiana e migliorano le esperienze d'uso.



## Riferimenti bibliografici

- [1] Dave Addey. *iBeacons*. URL: <https://web.archive.org/web/20131203014352/http://daveaddey.com/?p=1252>.
- [2] *Docker: get started*. URL: <https://www.docker.com/get-started>.
- [3] Dario Frongillo. *Architettura software: introduzione, importanza e compiti di un sw architect*. URL: <https://italiancoders.it/architettura-software-introduzione-importanza-e-compiti-di-un-sw-architect/>.
- [4] joaoszip. *Clean Architecture — A little introduction*. URL: <https://dev.to/joaoszip/clean-architecture-a-little-introduction-4ag6>.
- [5] David Marin. *SQL Injection in PHP: Practices to Avoid*. URL: <https://developer.okta.com/blog/2020/06/15/sql-injection-in-php>.
- [6] *Ubuntu Server Guide*. URL: <https://ubuntu.com/server/docs>.