



Elaborato Esame di Stato a.s. 2020/2021

Materie caratterizzanti:
Informatica, Sistemi e Reti

“*Sistema di manutenzione per ponti e viadotti*”



Viadotto Italia

Docente Referente:

prof. Giuseppe Scaranello

Candidato:

Lorenzo Bartolini

Indice

Indice	1
1. Abstract	2
2. Architettura Software	3
2.1 Frontend con React.js	4
2.2 Backend con API in PHP	5
2.3 Risorse DBMS e Sensori	6
3. Database	7
3.1 Studio di fattibilità e analisi dei requisiti	7
3.2 Progettazione Concettuale	8
3.3 Progettazione Logica	10
3.3.1 Ristrutturazione schema E-R	10
3.3.2 Modello Relazionale	11
3.4 Progettazione Fisica	13
4. Sito Web e API php	16
4.1 Home Page	16
4.2 Registrazione	16
4.3 Accesso	18
4.4 Infrastrutture	19
4.5 Informazioni Infrastruttura	21
4.6 Mappa	23
4.7 Appalti	24
5. Schema di Rete	25
5.1 Rete Ministero	26
5.2 Rete Accentuatori e infrastrutture	27
5.2.1 Piano di Indirizzamento	28
5.2.2 Implementazione	29
5.3 Rete Sede Centrale	30
5.3.1 Piano di Indirizzamento	30
5.3.2 Implementazione	31
5.4 Flusso comunicativo	32
6. Simulazione Sensori	33
6.1 Analisi dei parametri della simulazione	35
7. Sensori Infrastrutturali	36
7.1 Ponte ad arco	37
7.2 Ponte strallato	37
7.3 Ponte a travi reticolari	37
7.4 Viadotto	37
8. Bibliografia e Sitografia	38

1. Abstract

Il progetto tratta la realizzazione di un sistema informativo finalizzato alla gestione di sensori per la manutenzione di ponti e viadotti. A tale scopo viene realizzato un portale a cui possono accedere il gestore dell’Autostrada, le aziende di manutenzione ed il Ministero dei Trasporti.

E’ previsto lo sviluppo di un portale web che permetta alle società di manutenzione di accedere agli appalti aperti nella regione, con la successiva possibilità di eseguirne la manutenzione.

Sono monitorati tre diversi parametri di interesse: l’elettricità, la struttura e l’asfalto.

Per il monitoraggio si utilizzano varie tipologie di sensori che comunicano i dati, una volta al giorno, il loro stato ad un dispositivo accentratore.

Il suddetto analizzerà i dati ricevuti che saranno inviati al database centralizzato, tramite un canale trasmissivo sicuro, i valori aggregati dei diversi sensori presenti sul posto.

E’ garantito per il Ministero dei Trasporti un accesso sicuro e diretto a tutte le informazioni.

2. Architettura Software

Durante la fase di analisi di un progetto si definisce l'architettura software utilizzata che, in questo caso, è basata sul concetto di sistema distribuito.

Per questo progetto è stata sviluppata un'architettura *n-tier* o *multistrato*.

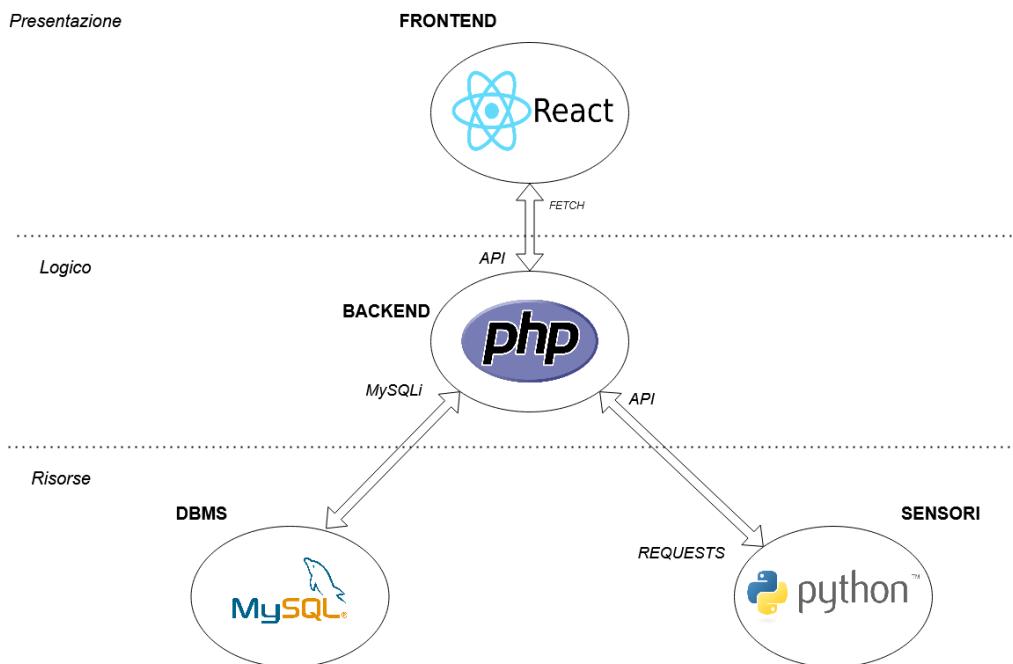


figura 2.1 - Architettura Software

Come è possibile vedere nell'immagine si identificano 4 diverse sezioni divise su 3 strati:

- Presentazione, o frontend
- Logica, o backend
- Risorse

La parte di Frontend è gestita tramite il framework React.

La parte di Backend è affidata al PHP.

La parte Risorse comprende il DBMS MySQL e la simulazione dei sensori con Python.

2.1 Frontend con React.js

Analizzando lo strato di presentazione, solitamente chiamato Frontend, è stato scelto di utilizzare un framework JavaScript: React.js che ha permesso così la separazione concettuale tra lo strato di presentazione e quello di logica.

La differenza tra l'uso di React e lo sviluppo classico di pagine web è che React genera delle SPA, Single Page Application.

Il funzionamento logico è descritto nella seguente immagine:

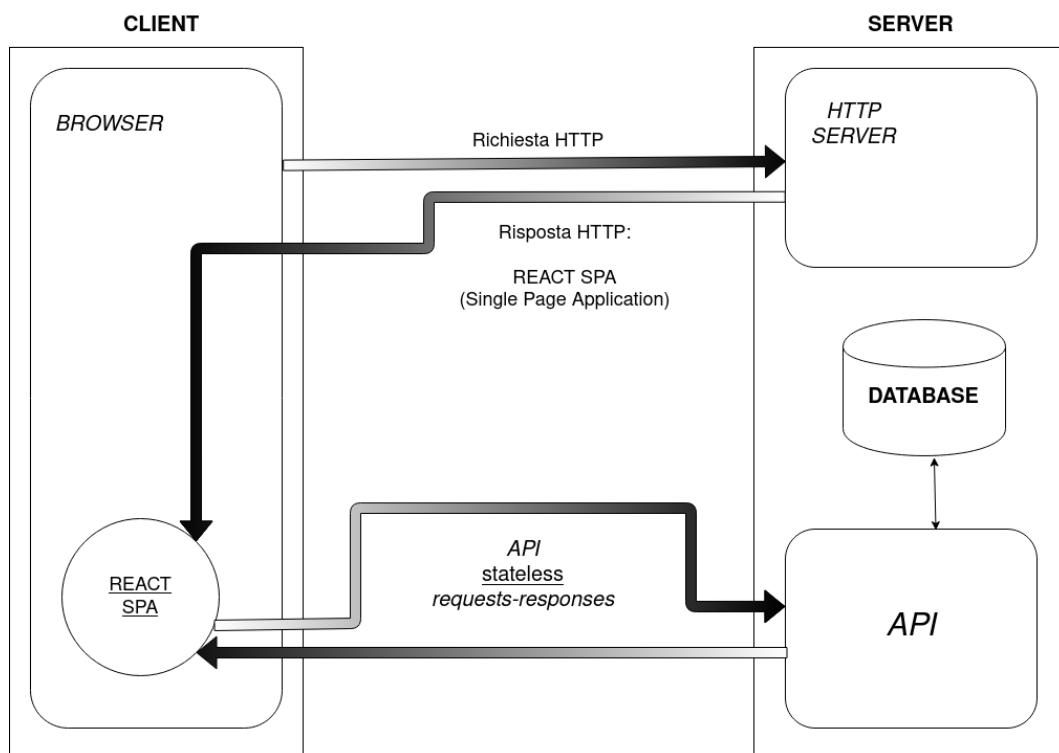


figura 2.2 - Client Server

Nel momento in cui il browser invia la richiesta al server, questo restituisce una pagina web composta da HTML, CSS ed infine il JavaScript, che rende la pagina dinamica tramite l'utilizzo di React.

Una volta che il client riceve la pagina web non avrà più bisogno di comunicare con il Server HTTP; questa è la maggiore differenza con lo sviluppo classico di pagine web.

Quando il client avrà necessità di alcune specifiche informazioni, queste verranno richieste ad un altro servizio presente sul server: l'API, Application Programming Interface.

La comunicazione con l'API avverrà scambiandosi pacchetti HTTP contenenti dati in formato JSON e non HTML.

Questa scelta progettuale garantisce velocità e fluidità all'intero sito perché vengono scambiati solo pochi dati ogni volta che è necessario cambiare schermata o visualizzare informazioni diverse.

2.2 Backend con API in PHP

Lo strato di logica è stato codificato in linguaggio PHP mediante la realizzazione di API.

Un’API è un’interfaccia software che permette lo scambio di dati tra un client ed un server.

Le interfacce realizzate hanno lo scopo di rispondere solo ad una determinata richiesta proveniente dalle tre diverse categorie coinvolte: ministero, società autostradale, società di manutenzione.

Il processo di accesso all’area riservata è il medesimo per ogni utente, sarà il Frontend a preoccuparsi di mostrare a schermo le informazioni dedicate.

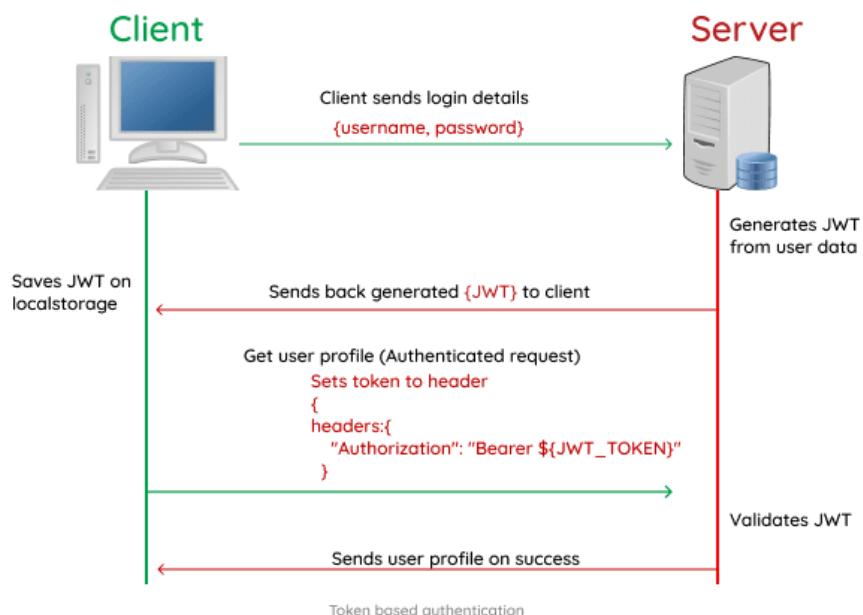


figura 2.3 - Autenticazione con Token

Una volta completato l’accesso sarà predisposto un sistema di autenticazione per le richieste successive.

Quello descritto in figura è il processo di autenticazione basato sui token, una stringa alfanumerica generata a partire da una stringa relativa all’utente, per esempio l’email, e da una segreta usata per la verifica del token stesso.

Questi inoltre hanno tempo di vita limitato per evitare che, una volta generato, non sia più necessario l’accesso tramite credenziali.

Il token generato dal server viene inviato al client, il quale lo memorizzerà su disco nel caso abbiano lunga durata permettendo quindi l’accesso al sito senza l’inserimento di credenziali, oppure verrà memorizzato in memoria e durerà per il tempo di navigazione all’interno del sito.

Le successive richieste all’API, durante l’esplorazione del sito, saranno autenticate inviando al server il token appena ricevuto.

Il server, per ogni interfaccia riservata, andrà a verificare la stringa appena ricevuta tramite quella segreta usata per la sua generazione. Nel caso in cui il token non risulti valido verrà inviata una risposta al client che lo forzerà ad accedere nuovamente tramite credenziali.

Questa scelta progettuale garantisce scalabilità maggiore e la possibilità di accedere da più dispositivi allo stesso utente.

2.3 Risorse DBMS e Sensori

La gestione del database è affidata a MySQL.

Lo strato di risorse è composto anche dalla simulazione dei sensori in Python.

Come per React, anche Python, simulando i sensori, invia i dati al server mediante chiamate API al PHP.

Il funzionamento dettagliato dei sensori in Python è specificato al capitolo 6.

3. Database

3.1 Studio di fattibilità e analisi dei requisiti

Le infrastrutture analizzate sono di due tipi:

- Ponti
- Viadotti

Ogni infrastruttura verrà monitorata da almeno un sensore.

Esistono tre tipi di utenti che possono accedere al sito:

- Utente del Ministero dei Trasporti
- Utente della Società Autostradale
- Utente della Società di Manutenzione

Ogni Società di Manutenzione è Disponibile in vari Parametri scelti durante la fase di registrazione.

3.2 Progettazione Concettuale

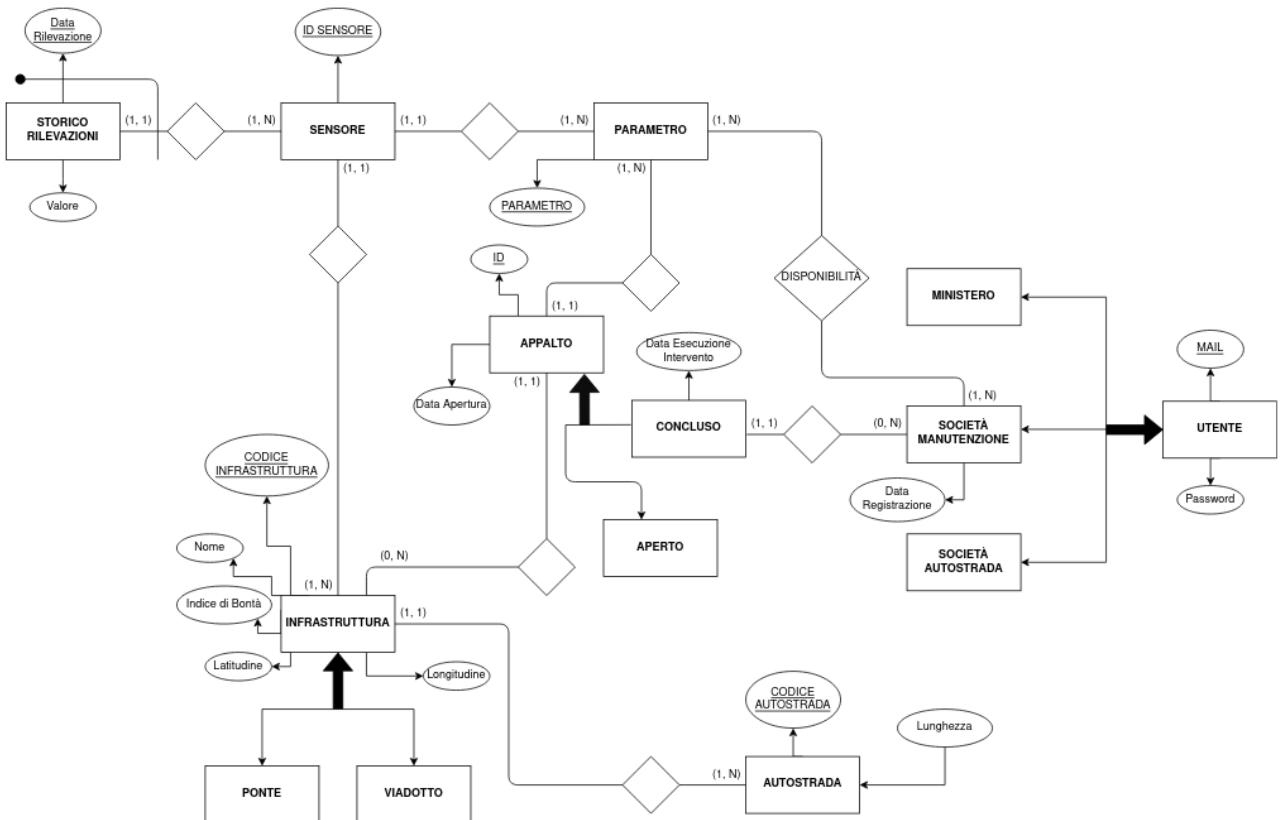


figura 3.1 - Schema Entità-Relazione

In figura è rappresentato il modello E-R completo.¹

Sono analizzati nel dettaglio le tre entità più importanti:

- Storico Rilevazioni
- Infrastruttura
- Appalto

Storico Rilevazioni è l'entità che racchiude tutti i valori dei sensori.

Per identificare una singola rilevazione si utilizza il codice del sensore stesso, presente come chiave esterna dall'entità Sensore, e la data di rilevazione.

La data è considerata univoca perché i sensori inviano i dati al server una sola volta al giorno.

Il valore della rilevazione è memorizzato nel campo Valore.

Infrastruttura è l'entità in cui vengono salvate le informazioni relative a:

- Ponti
- Viadotti

Le infrastrutture sono correlate all'autostrada di appartenenza.

¹ Durante la fase di progettazione non sono stati previsti i nomi per le relazioni che in futuro verranno eliminate, relazioni con vincolo di cardinalità (1,1) su un'entità

Ognuna di esse è identificata univocamente da un Codice numerico progressivo. Sono di interesse anche il Nome e le Coordinate geografiche.

Il parametro IndiceBontà è un valore compreso tra 0 e 100 che rappresenta lo stato generale dell’infrastruttura.

Questo valore è il risultato della media tra l’ultima rilevazione di ogni sensore presente sul ponte o viadotto. Il server aggiorna questo numero ogni volta che un sensore invia un nuovo valore al database.

Appalto è l’entità che gestisce tutti gli appalti del sistema, si dividono in:

- Aperto, appalto che non è stato ancora assegnato ad una società di manutenzione
- Chiuso, appalto che ha prodotto un intervento di manutenzione

E’ identificato tramite un ID progressivo ed è di interesse la data di apertura.

Nello specifico, l’Appalto Chiuso prevede anche una data di esecuzione dell’intervento e l’identificatore della società che l’ha effettuato.

Le società di manutenzione sono correlate all’entità Parametro per tenere traccia della specializzazione di ogni società.

Per l’entità Utente sono di interesse la mail e la password che viene memorizzata come fingerprint della stringa originale tramite algoritmo BCRYPT.

Questo algoritmo genera un hash di 60 caratteri con prefisso ‘\$2y\$’.

Regole aziendali:

Infrastruttura.Indicebontà SI OTTIENE calcolando la media dell’ultimo valore di ogni sensore

Infrastruttura.Indicebontà DEVE essere compreso tra 0 e 100

StoricoRilevazioni.Valore DEVE essere compreso tra 0 e 100

3.3 Progettazione Logica

La prima fase è quella di ristrutturazione dello schema E-R.

3.3.1 Ristrutturazione schema E-R

La fase di ristrutturazione prevede quattro operazioni:

- Analisi delle ridondanze
 - In seguito ad un'attenta analisi delle prestazioni è stato deciso di mantenere l'attributo Indice di Bontà nell'entità Infrastruttura perché troppo dispendioso da calcolare ad ogni chiamata
- Accorpamento e separazione di concetti
 - Non necessaria
- Scelta degli identificatori e risoluzione degli attributi multivalore
 - Non necessaria
- Eliminazione delle generalizzazioni

Le tre generalizzazioni presenti sono quelle che riguardano:

- Infrastruttura
- Appalto
- Utente

Quella di *Infrastruttura* è stata risolta eliminando le entità figlie e creando un nuovo campo nel padre che ne identifica il tipo (ponte o viadotto).

E' stata effettuata questa scelta in quanto le entità figlie non erano direttamente coinvolte in nessuna relazione o funzionalità.

La generalizzazione con *Appalto* viene invece risolta lasciando le due entità figlie e correlandole con il padre tramite una relazione.

Questo perché è presente una associazione specifica con l'*Appalto Chiuso*.

Infine quella con *Utente* è invece risolta in modo parziale; collassano nel padre le entità *Ministero* e *Società Autostrada* tramite un attributo simile a come avviene su *Infrastruttura*, rimane l'entità *Società Manutenzione* tramite una relazione come avviene con *Appalto*.

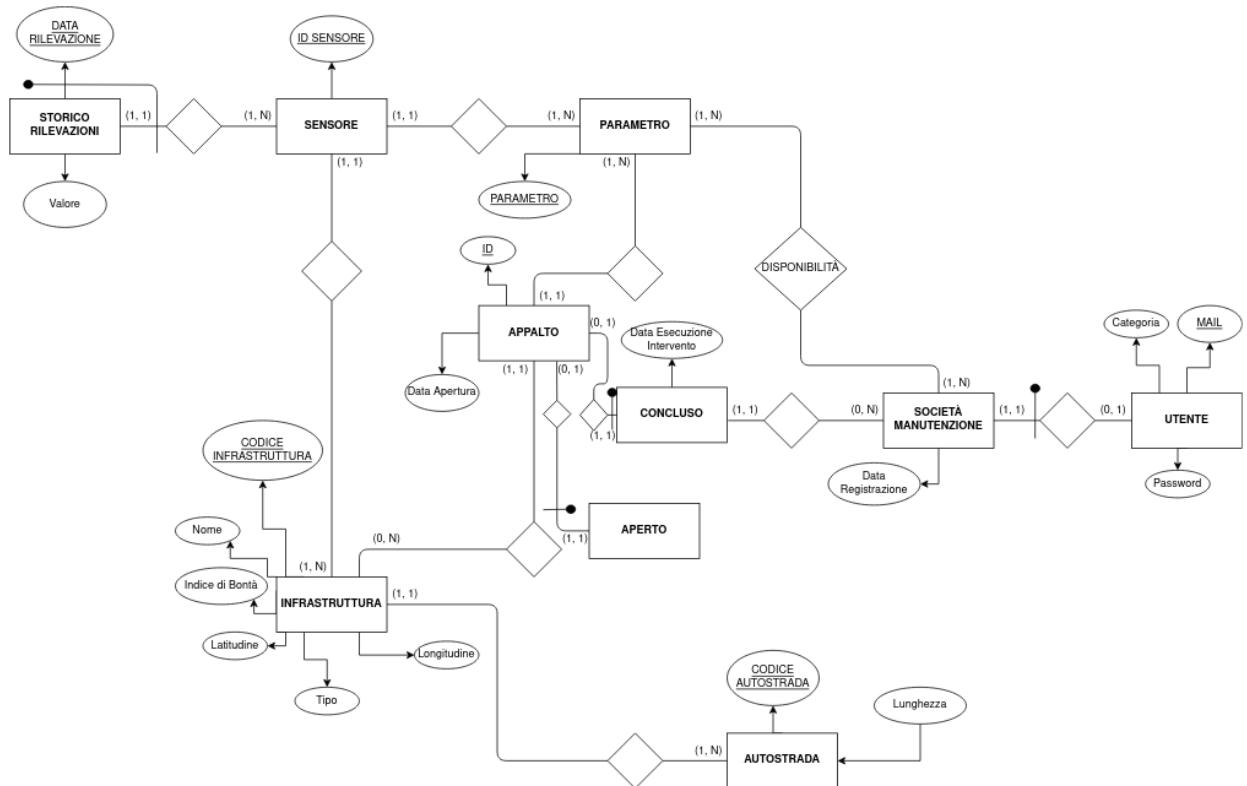


figura 3.2 - Schema ER Ristrutturato

Seguendo le regole di mappatura è possibile trasformare lo schema ER in modello Relazionale.

3.3.2 Modello Relazionale

La terza regola di mapping è stata applicata in modo trasparente.

Entità:

Parametro (Parametro)

Autostrada (Codice, Lunghezza)

Utente (Email, Password, Categoria)

SocietàManutenzione (Utente, DataRegistrazione)

V.I.R. [Utente con Utente.Email]

Infrastruttura (CodiceInfr, Nome, IndiceBonta, Tipo, Latitudine, Longitudine, *Autostrada*)

V.I.R. [Autostrada con Autostrada.Codice]

Sensore (IdSensore, *Infrastruttura*, *Parametro*)

V.I.R. [*Infrastruttura* con *Infrastruttura.CodiceInfr*]

V.I.R. [*Parametro* con *Parametro.Parametro*]

StoricoRilevazioni (Sensore, DataRilevazione, Valore)

V.I.R. [Sensore con Sensore.IdSensore]

Appalto (IdAppalto, DataApertura, *Parametro*, *Infrastruttura*)

V.I.R. [Infrastruttura con Infrastruttura.CodiceInfr]

V.I.R. [*Parametro* con *Parametro.Parametro*]

AppaltoAperto (IdAppalto)

V.I.R. [IdAppalto con Appalto.IdAppalto]

AppaltoConcluso (IdAppalto, DataEsecuzioneIntervento, *SocietaManutenzione*)

V.I.R. [IdAppalto con Appalto.IdAppalto]

V.I.R. [*SocietaManutenzione* con *SocietaManutenzione.Utente*]

Relazioni:

Disponibilità (*Parametro*, SocietaManutenzione)

V.I.R. [Infrastruttura con Infrastruttura.CodiceInfr]

V.I.R. [*Parametro* con *Parametro.Parametro*]

In seguito alla definizione del modello Relazionale, il database sarà implementato su MySQL.

3.4 Progettazione Fisica

Di seguito sono descritte alcune query per la definizione della struttura di tabelle.

```

33  CREATE TABLE `Appalto` (
34    `IdAppalto` int(11) NOT NULL,
35    `DataApertura` datetime NOT NULL DEFAULT current_timestamp(),
36    `Parametro` varchar(32) NOT NULL,
37    `Infrastruttura` int(11) NOT NULL
38  ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

figura 3.3 - Query di creazione tabella Appalto

Questa query permette la creazione di una tabella chiamata ‘Appalto’ con quattro campi:

- IdAppalto, intero chiave primaria
- DataApertura, data di apertura dell’appalto con valore di default alla data odierna
- Parametro, chiave esterna che indica il parametro dell’appalto
- Infrastruttura, chiave esterna che specifica l’infrastruttura interessata

```

466 ALTER TABLE `Appalto`
467   ADD CONSTRAINT `FK_Infrastruttura_Appalto` FOREIGN KEY (`Infrastruttura`) REFERENCES `Infrastruttura` (`CodiceInfr`)
468   ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE,
469   ADD CONSTRAINT `FK_Parametro_Appalto` FOREIGN KEY (`Parametro`) REFERENCES `Parametro` (`Parametro`)
470   ON DELETE CASCADE ON UPDATE CASCADE;
```

figura 3.4 - Vincoli di integrità referenziale FK

In figura 3.4 è rappresentato il codice per la creazione dei vincoli di integrità referenziale tra i due campi della tabella Appalto e i loro corrispettivi nelle tabelle Infrastruttura e Parametro.

Sono stati configurati anche i comportamenti in caso di DELETE e UPDATE in Cascata rendendo più facile la modifica dei dati nel database.

```

124  CREATE TABLE `Infrastruttura` (
125    `CodiceInfr` int(11) NOT NULL,
126    `Nome` varchar(32) NOT NULL,
127    `IndiceBonta` float NOT NULL,
128    `Latitudine` double NOT NULL,
129    `Longitudine` double NOT NULL,
130    `Tipo` varchar(32) NOT NULL,
131    `Autostrada` varchar(4) NOT NULL
132  ) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=utf8mb4;
```

figura 3.5 - Query di creazione tabella Infrastruttura

In figura 3.5 si osserva il codice, simile al precedente, per la creazione della tabella ‘Infrastruttura’. Tutti i parametri sono impostati come NOT NULL perché obbligatori.

```
401 ALTER TABLE `Infrastruttura`  
402     ADD PRIMARY KEY (`CodiceInfr`),  
403     ADD KEY `FK_Autostrada`(`Autostrada`);
```

figura 3.6 - Chiave primaria per tabella Infrastruttura

Sopra si illustra l’aggiunta del vincolo del chiave primaria all’attributo CodiceInfr e il vincolo di chiave semplice all’attributo Autostrada che verrà completato da una Foreign Key.

```
1 UPDATE Infrastruttura  
2 SET IndiceBonta=(  
3     SELECT AVG(Valore)  
4     FROM (  
5         SELECT a.Valore  
6         FROM (  
7             SELECT *  
8             FROM StoricoRilevazioni  
9             WHERE Sensore IN (  
10                SELECT IdSensore  
11                FROM Sensore  
12                WHERE Infrastruttura IN (  
13                    SELECT Infrastruttura  
14                    FROM Sensore  
15                    WHERE IdSensore='$IdSensore'  
16                )  
17            )  
18            ORDER BY DataRilevazione DESC) as a  
19            WHERE a.DataRilevazione=(  
20                SELECT MAX(b.DataRilevazione)  
21                FROM StoricoRilevazioni AS b  
22                WHERE b.Sensore=a.Sensore  
23            )  
24            GROUP BY a.Sensore) as c  
25        WHERE CodiceInfr=<>[  
26            SELECT Infrastruttura  
27            FROM Sensore  
28            WHERE IdSensore='$IdSensore'  
29        ]
```

figura 3.7 - Query aggiornamento Indice di Bontà

In figura 3.7 è rappresentata la query che si occupa di aggiornare il valore ‘Indice di bontà’ di Infrastruttura. Vengono trovati gli ultimi valori di ogni sensore dell’infrastruttura ed effettuata la media. Verrà poi sovrascritto il valore precedente dell’indice di bontà con la nuova media appena calcolata.

```

SELECT IdSensore
FROM Sensore
WHERE Infrastruttura IN (
    SELECT Infrastruttura
    FROM Sensore
    WHERE IdSensore='$IdSensore'
)

```

figura 3.8 - Focus annidamento

Questa è la query più annidata e seleziona gli Id dei sensori dell'infrastruttura analizzata partendo da un IdSensore.

```

SELECT AVG(Valore)
FROM (
    SELECT a.Valore
    FROM (
        SELECT *
        FROM StoricoRilevazioni
        WHERE Sensore IN (
            SELECT IdSensore
            FROM Sensore
            WHERE Infrastruttura IN (
                SELECT Infrastruttura
                FROM Sensore
                WHERE IdSensore='$IdSensore'
            )
        )
        ORDER BY DataRilevazione DESC) as a
    WHERE a.DataRilevazione=(
        SELECT MAX(b.DataRilevazione)
        FROM StoricoRilevazioni AS b
        WHERE b.Sensore=a.Sensore
    )
    GROUP BY a.Sensore) as c

```

figura 3.9 - Focus annidamento

Successivamente vengono ordinati i valori in ordine decrescente e tramite un GROUP BY per il campo Sensore si calcola la media dei valori che rispettano la condizione di WHERE.

In questo caso l'obiettivo è fare la media degli ultimi valori di ogni sensore perciò si imporrà la condizione che la data di rilevazione sia uguale alla data più grande in cui ne è stata effettuata una, di fatto ottenendo l'ultima rilevazione.

Si procede modificando la tabella Infrastruttura aggiornando il valore Indice di Bontà.

4. Sito Web e API php

4.1 Home Page

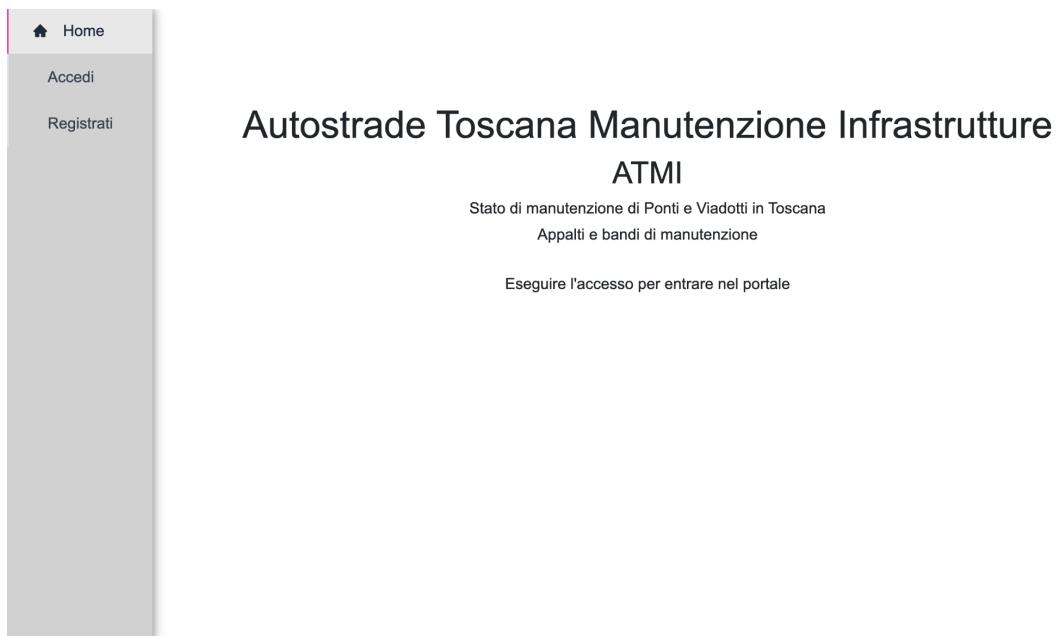


figura 4.1 - Home page

Nella Home Page si viene accolti da una breve descrizione del portale.

Sulla sinistra è presente la barra di navigazione che permette di spostarsi all'interno del sito.

Inizialmente sono presenti i pulsanti per effettuare l'accesso e la registrazione.

4.2 Registrazione

The registration form is titled "Registrazione" in a large, bold, black font at the top center. Below the title are two input fields: "Email" and "Password", each with a corresponding text input box. Underneath these fields is a section titled "Parametri di manutenzione:" in bold. It contains three checkboxes with labels: "Elettricità", "Struttura", and "Asfalto". At the bottom left of the form is a blue link "Torna al login", and at the bottom right is a purple button labeled "Registrati".

figura 4.2 - Pagina di registrazione

Questo è il form per effettuare la registrazione, effettuabile solamente da società di manutenzione ponti e viadotti.

Viene data la possibilità di scegliere uno o più parametri di manutenzione in cui è specializzata la società.

Una volta registrati, se la mail non è già stata utilizzata, viene fornita la possibilità di accedere al sito.

```
public function emailExist($email)
{
    $prep = $this->connessione->prepare("SELECT Email
                                         | FROM Utente
                                         | WHERE Email=?");

    $prep->bind_param("s", $email);
    $prep->execute();
    $result = $prep->get_result();

    $arr = [];

    while ($row = $result->fetch_assoc()) {
        $arr[] = $row;
    }

    if (sizeof($arr) > 0) {
        // email presente
        return true;
    }

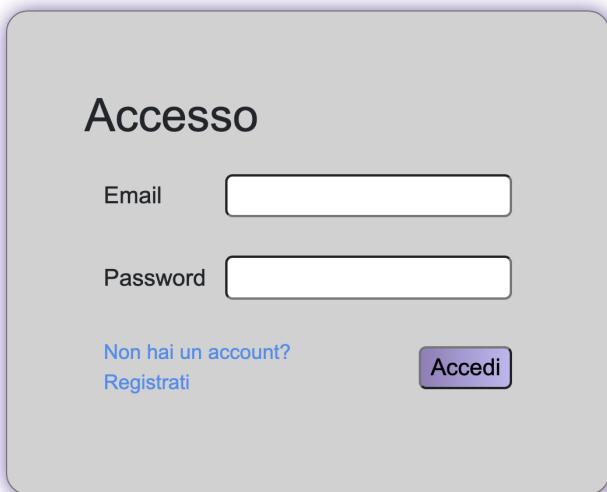
    // email non presente nel DB
    return false;
}
```

figura 4.3 - Controllo email nel database

La verifica della presenza della mail nel database avviene cercando un utente con la stessa mail, se esiste allora non è possibile creare l'account.

Per proteggersi da SQL Injection viene utilizzato il metodo *prepare* di *mysqli* che permette di parametrizzare gli input inseriti dall'utente all'interno della query. Così facendo il dbms riconosce se la stringa ricevuta è conforme al tipo aspettato (string, int, float, ...) e se contenga codice SQL iniettato.

4.3 Accesso



The image shows a login form titled "Accesso". It contains two input fields: "Email" and "Password", both represented by white rectangles with black outlines. Below these fields are two links: "Non hai un account? Registrati" in blue text, and a purple rectangular button labeled "Accedi" in white text.

figura 4.4 - Pagina di accesso

Viene visualizzato un form simile per effettuare l'accesso.

In caso di accesso con credenziali corrette il server invierà al client un token con le modalità discusse precedentemente nel capitolo 2.

Le diverse categorie di utenti hanno due interfacce specifiche:

- Ministero e Società Autostradale, interfaccia completa



figura 4.5 - Barra di navigazione Ministero e Autostrada

- Società di Manutenzione, interfaccia parziale



figura 4.6 - Barra di navigazione Società di Manutenzione

Come descritto successivamente verrà differenziata anche l'interfaccia tra utente Ministero e Società Autostradale in quanto il ministero potrà solo vedere le informazioni presenti sul sito mentre la Società Autostradale potrà Indire nuovi Appalti.

4.4 Infrastrutture

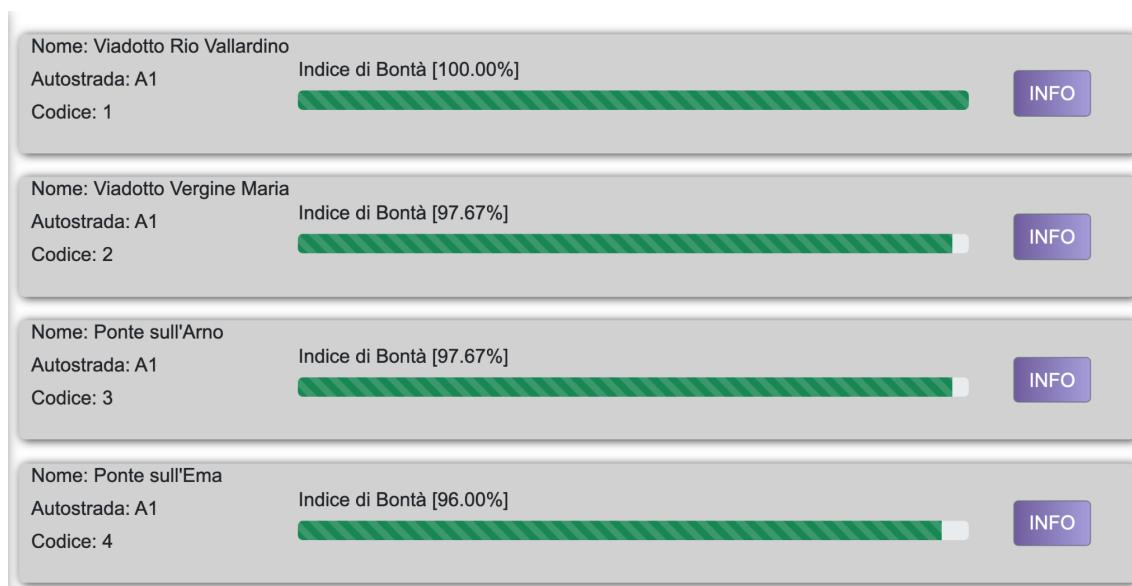


figura 4.7 - Pagina visualizzazione Infrastrutture

Questa schermata mostra le infrastrutture monitorate.

Sulla sinistra sono presenti le informazioni di base, al centro si trova una barra dinamica che evidenzia l'indice di bontà. Quando il valore scende sotto una determinata soglia cambia il colore prima in giallo e poi in rosso per indicare pericolo.

Sulla destra infine è presente un pulsante per ottenere le informazioni dettagliate su una pagina dedicata.

Per l'ottenimento delle informazioni da mostrare è necessaria una chiamata *fetch* all'API.

```
fetch(GlobalVar.urlAPI+'/infrastrutture.php', {
  method: 'GET',
  headers: {
    "Authentication": GlobalVar.token
  }
})
.then(response => {
  if(response.status == 200){
    return response.json();
  }else{
    setUser(null);
    GlobalVar.token = "";
    history.push("/");
    throw new Error;
  }
})
.then(data => {
  setInfr(data);
})
.catch(err => console.log(err));
```

figura 4.8 - *fetch infrastrutture*

Il metodo utilizzato è il GET e nell'header è aggiunto un parametro *Authentication*, utilizzato dal server per autenticare l'utente attuale all'accesso ai dati richiesti.

In caso in cui il token non sia valido verrà chiesto di rieffettuare l'accesso, altrimenti vengono salvate le informazioni all'interno della variabile di stato *infr*.

Le variabili di stato in React sono utilizzate perché modificandole, viene renderizzata nuovamente la pagina con la possibilità di collegarci l'esecuzione di una funzione qualsiasi.

4.5 Informazioni Infrastruttura

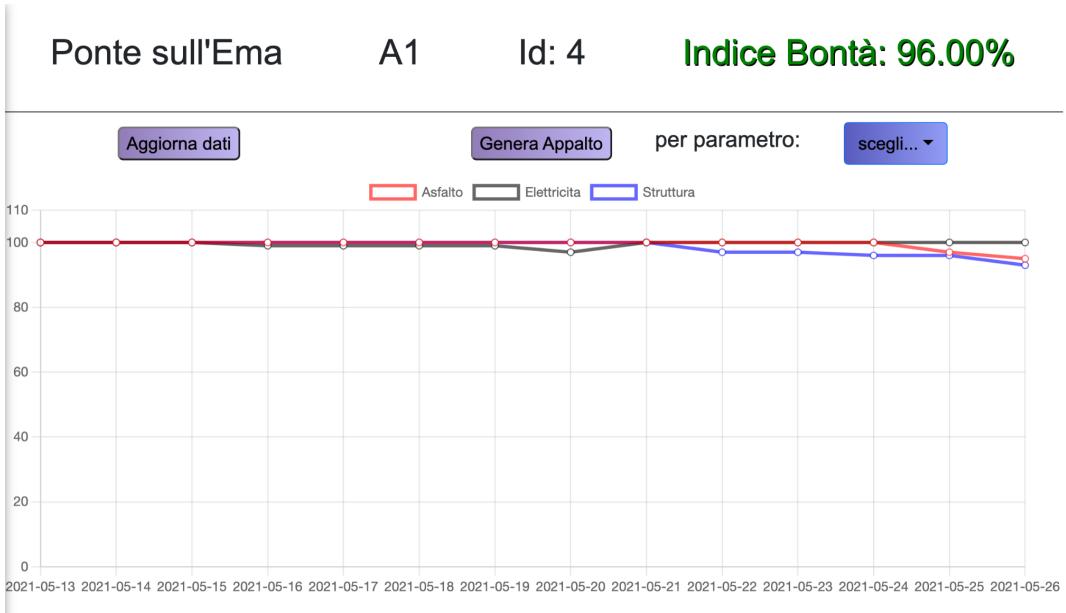


figura 4.9 - Pagina di informazioni dettagliate Infrastruttura

Dalla figura si identificano due zone:

- Informazioni generiche, in alto
- Storico delle rilevazioni dei sensori, in basso

Sono presenti tre pulsanti che permettono all'operatore della società autostradale di indire un nuovo appalto per un preciso parametro e di aggiornare i dati mostrati sul grafico.

Il grafico mostra gli ultimi 15 valori in ordine temporale.

Ogni linea indica un parametro distinguibile dal colore come da legenda.

L'utente Ministero visualizzerà solamente il pulsante per aggiornare i dati.

Per la generazione di un nuovo appalto si effettua con una chiamata all'API.

```
let to_send = {
  id: id,
  parametro: paramAttuale
};
```

fig 4.10 - Creazione oggetto to_send

Prima della chiamata deve essere generato un oggetto che memorizzi due informazioni: il codice dell'infrastruttura e il parametro di cui effettuare la manutenzione.

```
fetch(GlobalVar.urlAPI+'/new-appalto.php', {
    method: 'POST',
    headers: {
        "Authentication": GlobalVar.token,
        "Content-Type": "application/json"
    },
    body: JSON.stringify(to_send)
})
.then(response => {
    if(response.status == 200){
        return response.json();
    }else{
        setUser(null);
        GlobalVar.token = "";
        history.push("/");
        throw new Error;
    }
})
.then(data => {
    if(data){
        alert("Appalto indetto con successo!");
    }else{
        alert("Impossibile indire appalto!");
    }
})
.catch(err => console.log(err));
```

figura 4.11 - indicuzione nuovo appalto

In questo caso è utilizzato il metodo POST che prevede l'inserimento dei parametri all'interno del body del pacchetto mantenendo la gestione del token.

4.6 Mappa

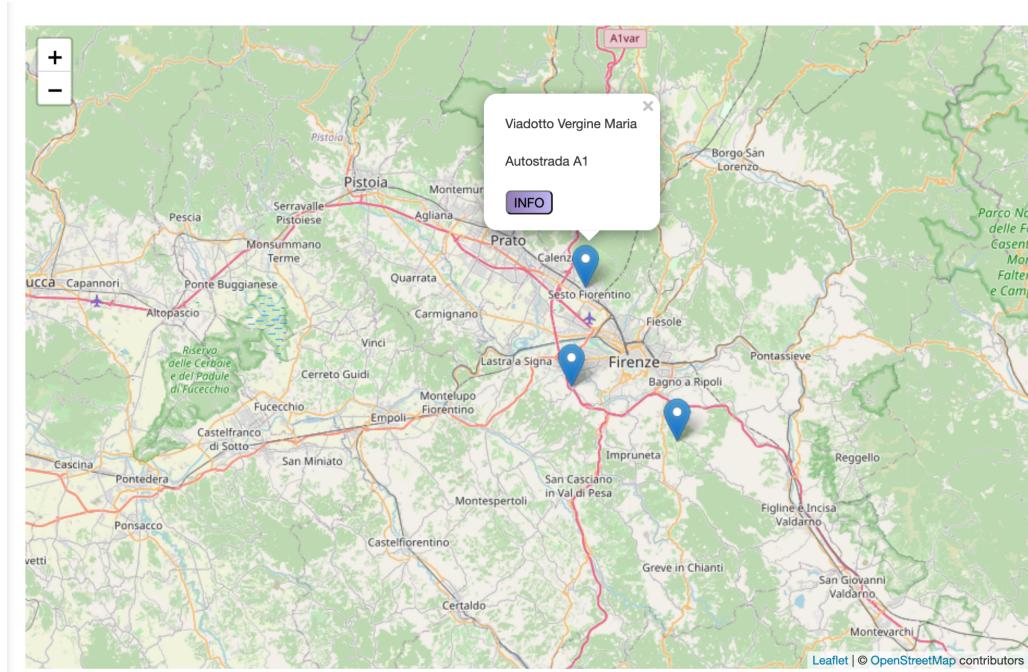


figura 4.12 - Mappa

Le infrastrutture possono essere visualizzate agevolmente sulla mappa grazie al marker posizionato tramite le coordinate esatte.

Cliccandolo si apre un Popup che permette di accedere alla pagina di informazioni dettagliate precedentemente osservata.

La mappa sfrutta un servizio gratuito per la visualizzazione della stessa: OpenStreetMap.

```
markers.map((marker) => {
  return (
    <Marker position={marker.Coordinate} key={marker.Id}>
      <Popup>
        <p>{marker.Nome}</p>
        <p>Autostrada {marker.Autostrada}</p>
        <button onClick={() => history.push('/infr-info/' + marker.Id)}>INFO</button>
      </Popup>
    </Marker>
  )
})
```

figura 4.13 - Marker con Popup su mappa

Tramite il metodo map applicato all’array markers è possibile inserire sulla mappa, un marker per ogni infrastruttura nel database. Le informazioni sulle infrastrutture sono ottenute tramite una chiamata API al server. Sfruttando i singoli attributi come Nome e Coordinate è possibile posizionare nella mappa i marker e modificare il Popup con dati personalizzati.

Come si può vedere, React al posto di HTML usa JSX che permette l'utilizzo di tag HTML standard insieme a dei custom tag creabili dai programmatori. Questa flessibilità è utile in quanto permette una facile lettura del codice ed il riutilizzo agevole di parti comuni.

4.7 Appalti

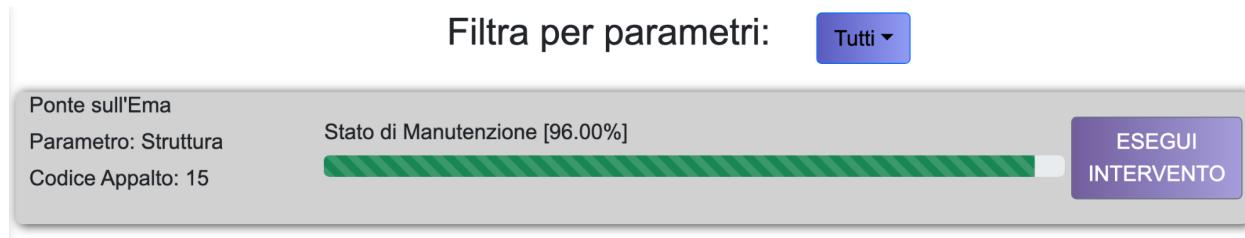


figura 4.14 - Pagina visualizzazione Appalti

In figura è osservabile la schermata di gestione degli appalti.

In particolare si tratta della schermata vista dall'utente Società di Manutenzione in quanto è presente il pulsante ‘Esegui Intervento’.

In caso venga premuto, il parametro interessato (in questo caso Struttura), verrà impostato al valore 100 significando il fatto che è avvenuta una manutenzione perciò lo stato è ottimo.

In alto è presente un filtro che permette all'utente di mostrare solo alcuni appalti basandosi sul Parametro.

5. Schema di Rete

La progettazione dello schema di rete è effettuata considerando:

- Sensori posti su ogni ponte
- Presenza in vari punti della rete autostradale di postazioni di accentrimento dati
- Collegamento diretto e sicuro con il ministero dei trasporti

Ipotizzando che ogni ponte abbia più sensori dello stesso ‘Parametro’ e che questi sensori siano collegati a loro volta ad un accentratore di ponte si identifica il seguente schema di rete.

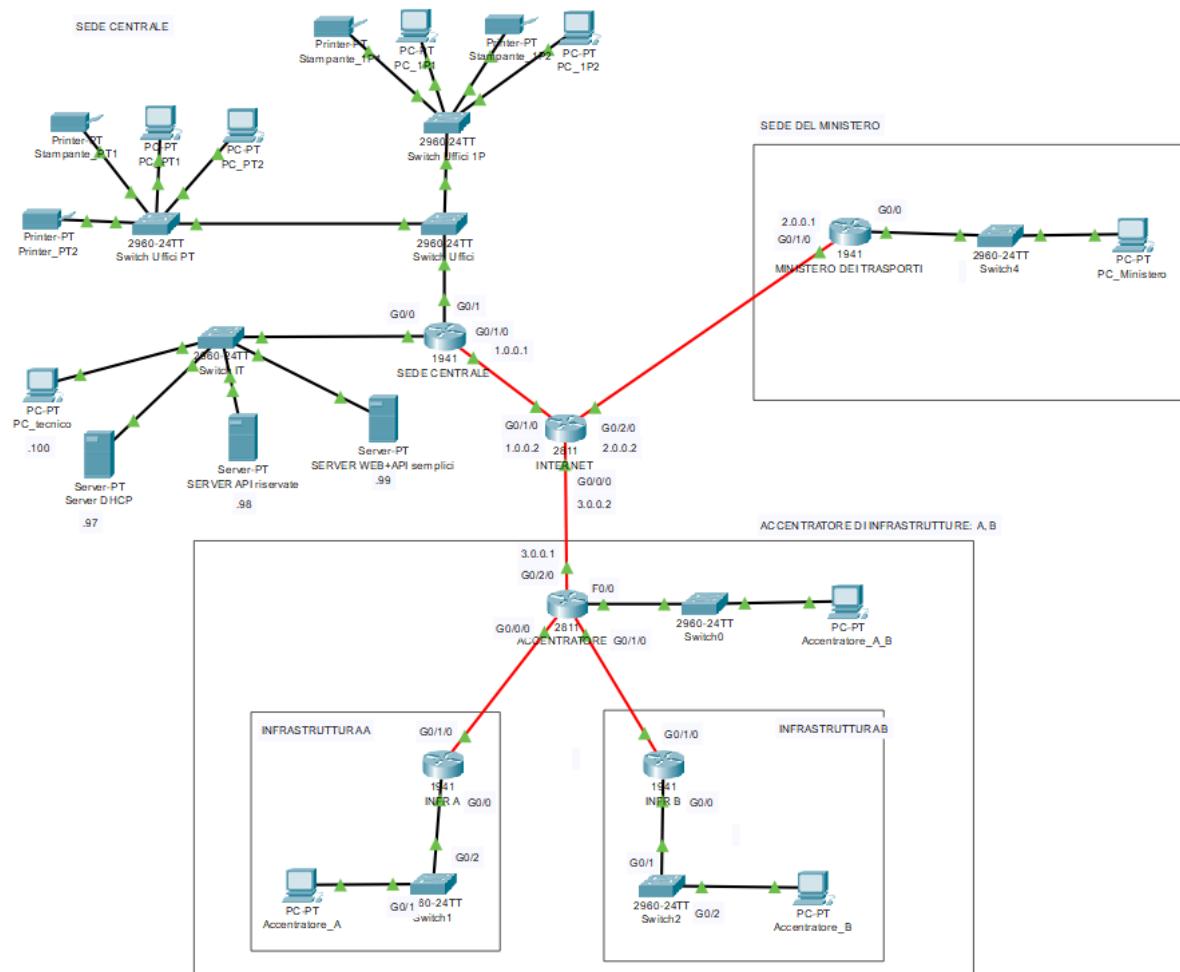


figura 5.1 - Schema di rete completo

Lo schema di rete è diviso in tre reti separate:

- Sede centrale
- Ministero
- Accentratore e infrastrutture

La Sede Centrale rappresenta la rete in cui sono collocati gli uffici della società e i server con il sito web accessibile dai manutentori e dal ministero.

La rete del Ministero viene rappresentata con un singolo host in quanto non è di interesse la sua progettazione.

La rete dell'Accentratore e delle infrastrutture rappresenta la rete in cui sono presenti i dispositivi addetti alla ricezione dei dati dai sensori, alla loro manipolazione e all'invio al server.

Viene simulato l'Internet tramite un router collegato Punto a Punto alle diverse reti.

I collegamenti in rosso rappresentano una connessione in Fibra Ottica. E' stato scelto questo canale trasmissivo perché la rete autostradale ha già predisposto una backbone in Fibra Ottica per tutta la lunghezza dell'autostrada.

5.1 Rete Ministero

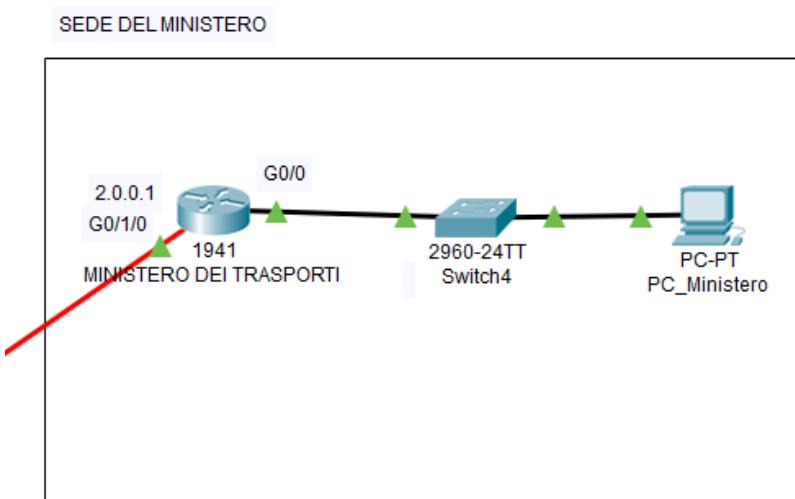


figura 5.2 - Focus rete Ministero

La rete del Ministero è ipotizzata con indirizzo privato 192.168.0.0 e slash di rete /24 con la possibilità di indirizzare 2^8 , 256, host.

Viene predisposto un collegamento in VPN sicuro tra un singolo host della rete Ministero con la Sede Centrale. Questo host otterrà l'indirizzo ip 192.168.0.101 appartentente alla sottorete IT della sede centrale.

La VPN è configurata come client-to-gateway permettendo all'host di collegarsi a piacimento tramite l'utilizzo di credenziali fornite dall'amministratore di rete.

Una volta autenticato verrà instaurato un tunnel tra i due router coinvolti che procederà criptando i messaggi in uscita dall'host tramite protocollo IPSEC.

Questo protocollo è stato configurato con:

- Algoritmo crittografico - AES
- Algoritmo di Hashing - SHA

Il canale trasmisivo sarà utilizzato dal Ministero per consultare i dati direttamente nel Database e per accedere alle interfacce API riservate del server web.

Deve essere prima configurato il router della Sede Centrale per abilitarne il servizio VPN.

Per la configurazione su Packet Tracer è necessario configurare il protocollo ISAKMP che si occuperà di negoziare la connessione.

```
crypto isakmp policy 10
encr aes
authentication pre-share
group 2
lifetime 3600
```

figura 5.3 - Configurazione protocollo ISAKMP

Successivamente si configura il protocollo IPSEC per la comunicazione sicura tra i peer connessi.

Viene definito un pool di indirizzi privati disponibili da associare agli host in collegamento VPN.

Si procede creando un username e password utilizzati per il collegamento. Infine viene effettuato un binding tra tutte le regole definite assegnandole ad una mappa crittografica applicata successivamente all’interfaccia outside del router della Sede Centrale.

5.2 Rete Accentuatori e infrastrutture

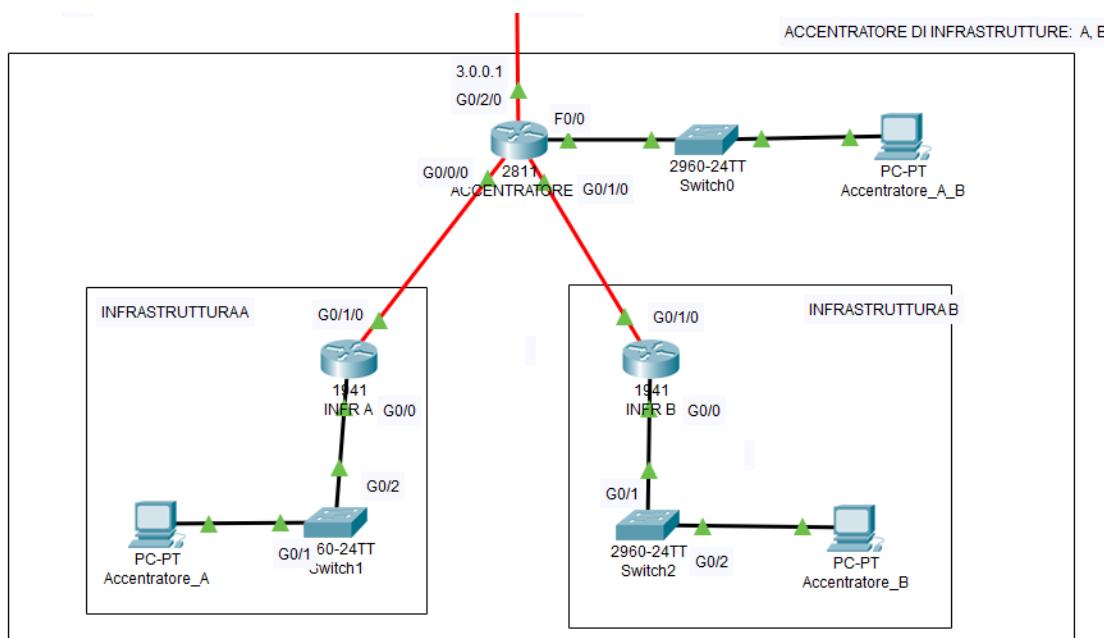


figura 5.4 - Focus rete Accentuatori

Per questa rete deve essere predisposto un canale trasmissivo sicuro tra l'host facente parte della sottorete Accentratore e la Sede Centrale.

5.2.1 Piano di Indirizzamento

Indirizzo di partenza: 192.168.0.0

Sottoreti:

- Accentratore
- Infrastruttura A
- Infrastruttura B
- PaP A-GW
- PaP B-GW

Sottorete	Host	Stampanti	Ampliamenti Futuri	IP Riservati	Fabbisogno	Slash di sottorete
Accentratore	1	0	0	3 (This net, Gateway, Broadcast)	4 ip	/30, h=2
Infrastruttura A	1	0	0	3	4 ip	/30
Infrastruttura B	1	0	0	3	4 ip	/30
PaP A-GW	2	0	0	2 (This net, Broadcast)	4 ip	/30
PaP B-GW	2	0	0	2	4 ip	/30

Complessivo

Fabbisogno: 4 (Accentratore) + 4 (Infr A) + 4 (Infr B) + 4 (PaP A-GW) + 4 (PaP B-GW) = 20 ip

Slash di Rete: /27, h=5

Indirizzo: 192.168.0.0/27

Subnet Mask: 255.255.255.224

Assegnazione IP:

Sottorete	<i>This net</i>	<i>Host Min</i>	<i>Host Max</i>	<i>Gateway</i>	<i>Broadcast</i>
Accentratore	192.168.0.0	192.168.0.1	//	192.168.0.2	192.168.0.3
Infrastruttura A	192.168.0.4	192.168.0.5	//	192.168.0.6	192.168.0.7
PaP A-GW	192.168.0.8	192.168.0.9	192.168.0.10	//	192.168.0.11
Infrastruttura B	192.168.0.12	192.168.0.13	//	192.168.0.14	192.168.0.15
PaP B-GW	102.168.0.16	192.168.0.17	192.168.0.18	//	192.168.0.19

5.2.2 Implementazione

Deve essere garantita la comunicazione tra l'host delle due infrastrutture con l'accentratore. Perciò sono configurate, sui router intermedi, delle rotte statiche per permettere al pacchetto di raggiungere la destinazione.

Deve essere negata la possibilità degli host delle infrastrutture di comunicare con l'esterno e tra di loro. Questa problematica viene risolta tramite l'implementazione di ACL che filtrano il traffico in ingresso alle interfacce del Router di ogni infrastruttura, eliminando i pacchetti che non hanno come ip di destinazione l'ip assegnato all'host facente parte della sottorete Accentratore.

Viene configurato, come per la rete del Ministero, un collegamento client-to-gateway VPN tra l'accentratore e la Sede Centrale. L'IP assegnato all'host farà parte della sottorete specificatamente progettata, VPN Accentratori.

```
# ip nat inside source list 1 interface GigabitEthernet0/2/0 overload
# access-list 1 permit 192.168.0.0 0.0.0.3
```

Per garantire la comunicazione verso l'esterno è implementato l'NAPT per la traslazione dell'IP e porta sorgente dei pacchetti fuori dalla rete. In questo modo è consentito l'utilizzo di questo servizio da parte della sola sottorete Accentratore.

```
# access-list 110 permit ip host 192.168.0.5 host 192.168.0.1
# <access-list 110 deny ip any any>
# ip access-group 110 in
```

Tramite queste ACL è possibile vietare la comunicazione verso l'esterno da parte degli host di Infrastruttura A. La seconda riga è impostata di default.

Con ip access-group si indica la direzionalità dei pacchetti in transito su una interfaccia che devono essere verificati dalla ACL 110.

E' implementata specularmente per l'host di Infrastruttura B modificando l'ip dell'host sorgente dell'ACL.

5.3 Rete Sede Centrale

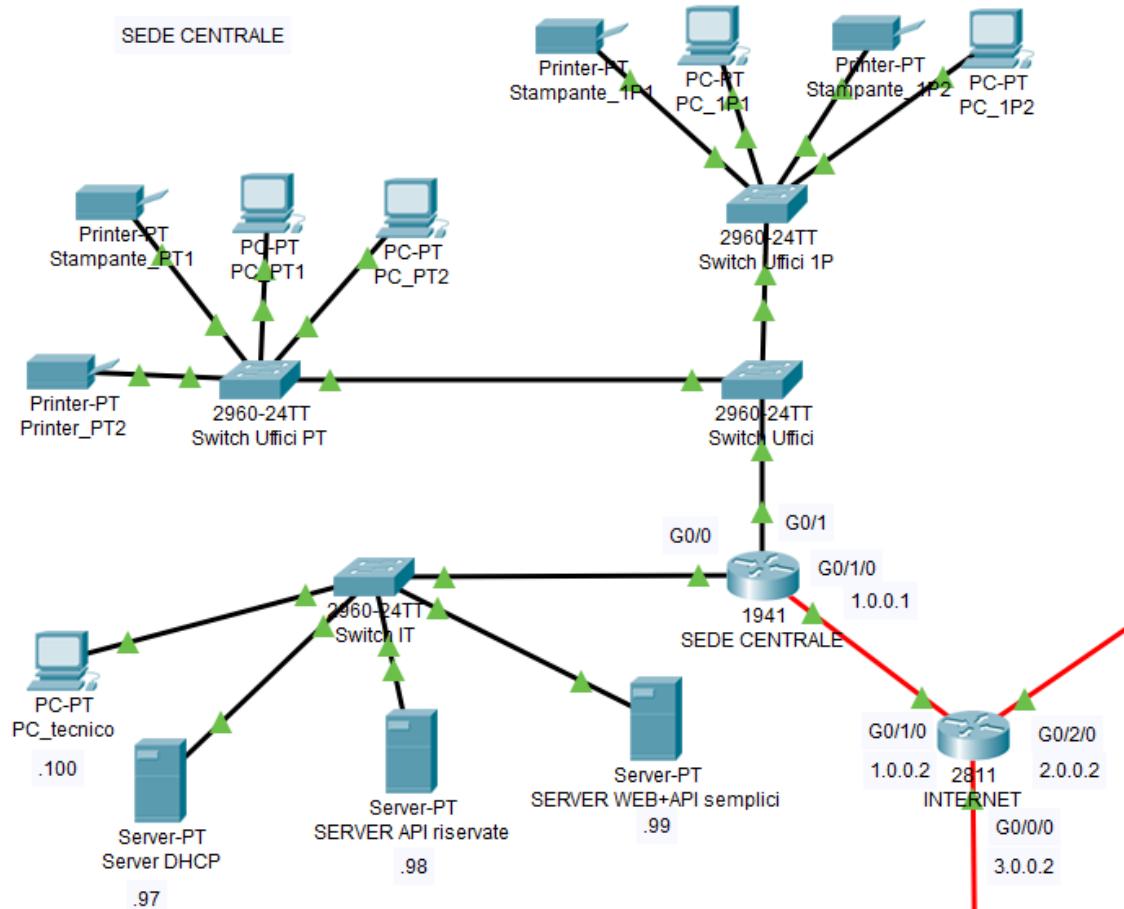


figura 5.5 - Focus Sede Centrale

5.3.1 Piano di Indirizzamento

Indirizzo di partenza: 192.168.0.0

Sottoreti:

- Reparto IT
- Uffici PT (Piano terra)
- Uffici 1P (primo piano)
- VPN Accentuatori

Sottorete	Host	Stampanti	Ampliamenti Futuri	IP Riservati	Fabbisogno	Slash di sottorete
Reparto IT	5	0	0	3 (This net, Gateway, Broadcast)	8 ip	/29, h=3
Uffici PT	20	2	5	3	30 ip	/27, h=5
Uffici 1P	20	2	5	3	30 ip	/27
VPN Accentuatori	10	0	15	3	28 ip	/27

Complessivo

Fabbisogno: 32 (Uffici PT) + 32 (Uffici 1P) + 32 (VPN Accentuatori) + 8 (Reparto IT) = 104 ip

Slash di Rete: /25, h=7

Indirizzo: 192.168.0.0/25

Subnet Mask: 255.255.255.128

Assegnazione IP:

Sottorete	This net	Host Min	Host Max	Gateway	Broadcast
Uffici PT	192.168.0.0	192.168.0.1	192.168.0.29	192.168.0.30	192.168.0.31
Uffici 1P	192.168.0.32	192.168.0.33	192.168.0.61	192.168.0.62	192.168.0.63
VPN Accentuatori	192.168.0.64	192.168.0.65	192.168.0.93	192.168.0.94	192.168.0.95
Reparto IT	192.168.0.96	192.168.0.97	192.168.0.101	192.168.0.102	192.168.0.103

5.3.2 Implementazione

La Sede Centrale deve essere raggiungibile dall'esterno per quanto concerne la fruizione del servizio WEB.

Come si può vedere, nella sottorete IT sono presenti 3 server:

- Server DHCP
- Server API Riservate
- Server WEB+API Semplici

Il servizio API è diviso su due server (nella realtà basta che venga separato il servizio in ascolto su due porte diverse ma sulla stessa macchina), il server con API Riservate deve essere protetto e accessibile solo dall'amministratore della società autostradale, dal Ministero e dai singoli accentuatori sparsi per la regione.

Al contrario il server Web con API Semplici è accessibile semplicemente tramite IP pubblico configurando il port forwarding il quale permette di inoltrare determinati pacchetti in arrivo sul router verso il server web.

Per negare l'accesso al server protetto vengono configurate delle ACL.

I due uffici, primo piano e piano terra, sono il ramo più sicuro della rete, non possono essere contattati direttamente e neanche comunicare con la sottorete IT.

Identifichiamo nel Reparto IT la DMZ della rete che è il ramo più esposto in cui le regole di filtraggio pacchetti sono meno stringenti, solitamente ci si trovano i server.

```
# ip nat inside source static tcp 192.168.0.99 80 1.0.0.1 80
```

Con questo comando viene configurato il port forwarding sul router permettendo di raggiungere il server web attraverso un inoltro dei pacchetti da parte del router arrivati sull'interfaccia outside con porta di destinazione 80 (standard protocollo http).

```
# access-list 111 deny ip 192.168.0.32 0.0.0.31 192.168.0.96 0.0.0.7
# access-list 111 permit ip 192.168.0.32 0.0.0.31 any
# access-list 110 deny ip 192.168.0.0 0.0.0.31 192.168.0.96 0.0.0.7
# access-list 110 permit ip 192.168.0.0 0.0.0.31 any
```

Con le sopracritte configurazioni è negato l'accesso alla sottorete Reparto IT da parte degli uffici di entrambi i piani che vengono applicate all'interfaccia che fa da Gateway per le sottoreti degli uffici, così da ottimizzare le prestazioni della rete. Si preferisce infatti applicare le regole di *deny* nel punto più vicino possibile alla sorgente mentre di *permit* più vicino alla destinazione.

5.4 Flusso comunicativo

Verde - Comunicazione *Permessa*; **Rosso** - Comunicazione *Negata*

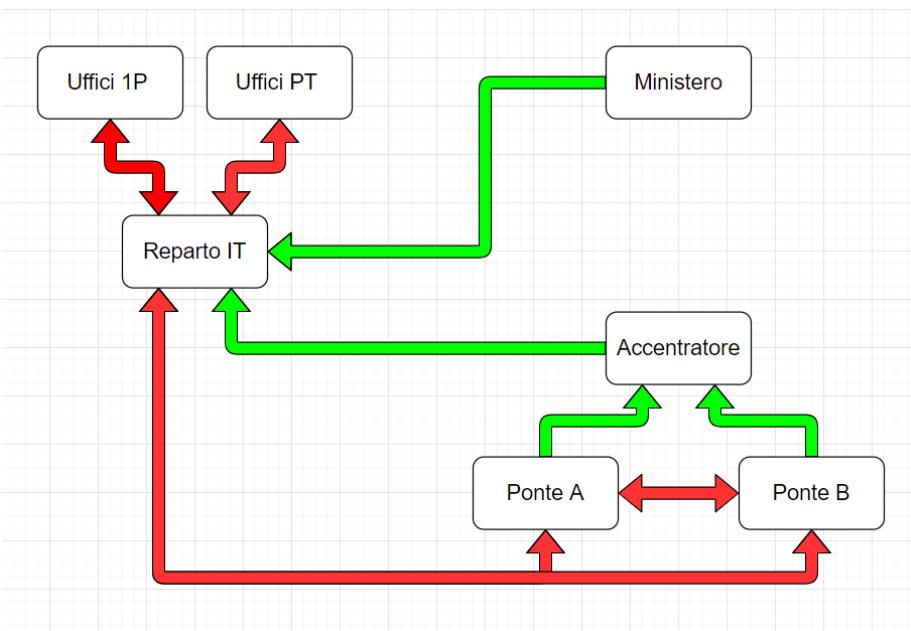


figura 5.6 - flusso comunicativo delle sottoreti

6. Simulazione Sensori

La simulazione dei sensori in Python ha come obiettivo quello di inviare una volta al giorno un nuovo valore al server simulando il campionamento di un vero sensore.

I valori dei sensori sono espressi con un numero che ne indica la bontà che varia da 0 a 100.

Come prima cosa viene contattato l'API per richiedere la lista di tutti i sensori presenti nel sistema. Per ognuno si ottengono gli ultimi N valori in ordine temporale.

E' stato sviluppato un algoritmo di 7 punti da seguire per la generazione del valore successivo.

Fase 1:

Vengono presi gli ultimi N valori presenti sul database, punti_momentum; se non ne sono presenti abbastanza il nuovo valore sarà di default 100, cioè il massimo possibile.

Altrimenti si procede con le fasi successive.

Fase 2:

Viene calcolata la derivata dei punti acquisiti a coppie di due punti. Si procede calcolandone la media per ottenere un andamento medio negli ultimi N giorni.

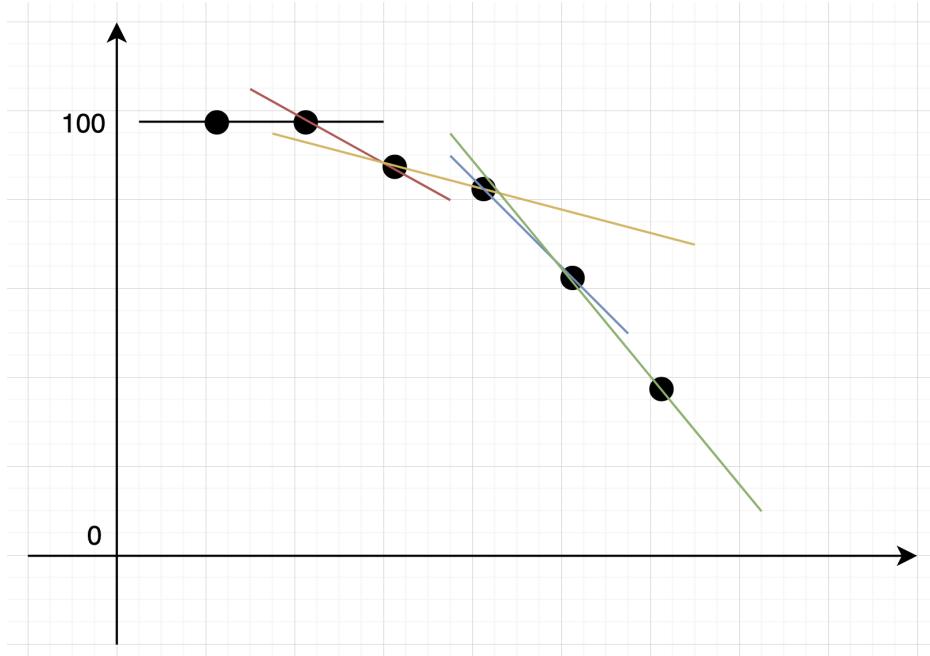


figura 6.1 - Derivata valori passati

Fase 3:

Se questo valore, definito come ‘Momentum’, risulta positivo, significa che c'è stato un intervento di manutenzione recentemente, perciò viene inviato il valore 100. L'idea alla base di questa scelta, è dettata dall'improbabilità che avvenga un ulteriore guasto o rottura in tempi brevi.

Altrimenti, se il momentum è minore o uguale a zero, c’è un trend negativo e si procede con le successive fasi.

Fase 4:

Viene calcolata la probabilità di stazionare, prob_base_stazionare, cioè che il nuovo valore sia uguale al precedente.

La probabilità minima è del 20% partendo da un 80% come valore massimo.

Il valore massimo può variare in funzione del momentum appena calcolato per un massimo del 40%.

Fase 5:

Basandosi sulla probabilità calcolata si determina se il nuovo valore deve diminuire o stazionare.

Se deve stazionare è ritornato l’ultimo valore altrimenti si prosegue con le prossime fasi.

Fase 6:

Si procede calcolando un offset dal quale il nuovo valore potrà partire.

Il momentum determina l’offset con la seguente formula:

$$\text{offset} = (\min(\text{momentum}, 4) * 2) / 100$$

figura 6.2 - Formula per calcolare l’offset

Nella formula il minimo viene calcolato per imporre un massimo a 4 per il momentum evitando che diventi troppo grande. Infatti nel caso peggiore l’offset sarà l’8% dell’ultimo valore.

Fase 7:

Viene infine scelto casualmente il nuovo valore appartenente al seguente intervallo la cui dimensione è prefissata, max_decaduta.

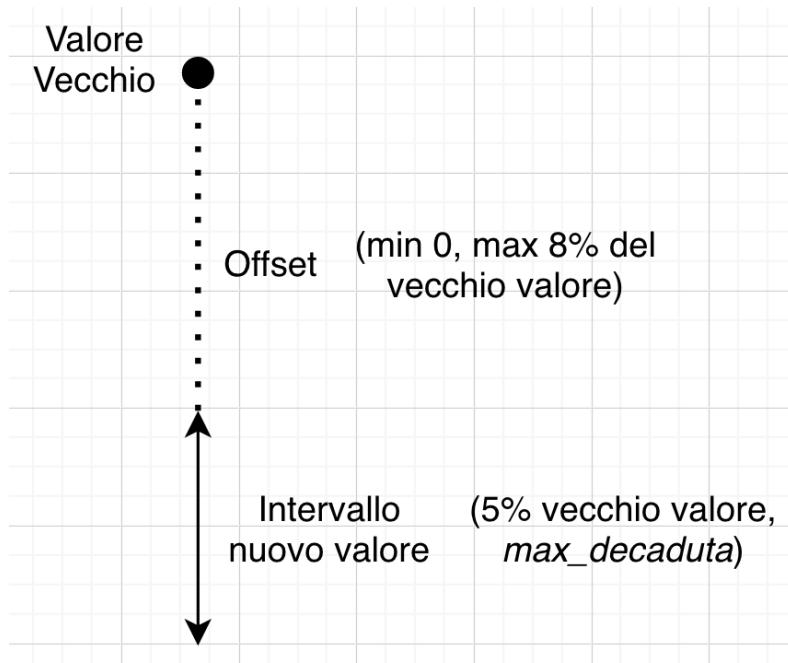


figura 6.3 - Visualizzazione intervallo nuovo valore

6.1 Analisi dei parametri della simulazione

prob_base_stazionare

- modificando questo parametro si rende l'infrastruttura più facilmente soggetta a decadimento

max_decaduta

- indica la gravità della ricaduta delle infrastrutture; un valore troppo alto rende facile scendere sotto la soglia limite di pericolo

punti_momentum (N)

- un valore basso rende estremamente instabile la simulazione allontanandosi dalla realtà osservabile
- un valore alto fa sì che ogni valore passato influenzi quello successivo con il risultato che la simulazione genererà una curva più docile avvicinandosi alla realtà

7. Sensori Infrastrutturali

Nel progetto sono stati simulati i sensori semplificandoli ad un valore tra 0 e 100.

Durante la fase di costruzione di un ponte vengono installati i seguenti sensori:

- Celle di carico 

 - Sensori che controllano il bilanciamento del carico della trave sui piloni

- Barrette estensimetriche 

 - sensori che misurano lo stato tensionale della struttura
 - vengono inseriti in vari punti del ponte in base alla tipologia di infrastruttura

- Piezometri elettrici 

 - sensori per il monitoraggio di dati ambientali come vento e precipitazioni atmosferiche

- Inclinometro fisso 

 - sensore in grado di misurare l'inclinatura e la rotazione

- Catena inclinometrica 

 - posizionata sulla spalla del ponte è in grado di misurarne il movimento

- Misuratore di giunti 

 - posizionato tra le giunture misura la grandezza della fessura presente

- Sensore di temperatura 
- Livellometro 

 - sensore capace di identificare l'inclinamento dell'intero ponte

Esistono quattro tipologie di ponti:

- ad arco
- strallati
- a travi reticolari
- viadotti

Per ognuno di questi tipi vengono scelti sensori diversi e posizionati diversamente per l'analisi di punti specifici.

7.1 Ponte ad arco

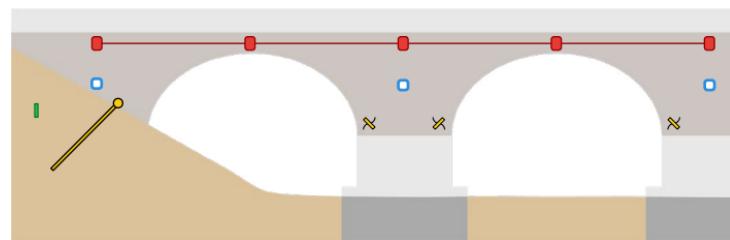


figura 7.1 - Ponte ad arco

7.2 Ponte strallato

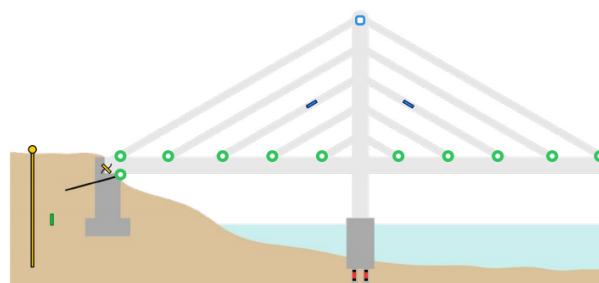


figura 7.2 - Ponte strallato

7.3 Ponte a travi reticolari

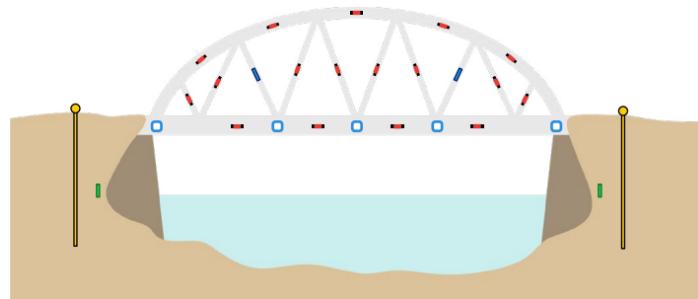


figura 7.3 - Ponte a travi reticolari

7.4 Viadotto

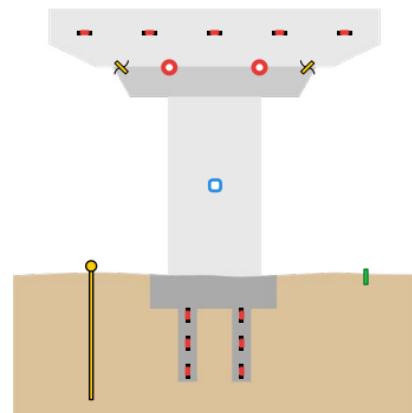


figura 7.4 - Viadotto

8. Bibliografia e Sitografia

- Corso di Informatica VOL 3
 - autori: FORMICHI LORENZO e MEINI GIORGIO
 - editore: ZANICHELLI
- Sistemi e Reti VOL 3
 - autori: LUIGI LO RUSSO e ELENA BIANCHI
 - editore: HOEPLI
- Monitoraggio Ponti, SIM STRUMENTI
 - https://simstrumenti.com/app_notes/Monitoraggio_ponti_SIM_STRUMENTI.pdf
- Lista Ponti e Viadotti italiani
 - http://www.autostrade.it/documents/10279/32570951/20190915_Dettaglio_Opere_Darte_Maggiori_Ponti_e_Viadotti_v1.1.pdf