

# Università degli Studi di Padova

---

INGEGNERIA INFORMATICA

*Progetto di Sistemi Informativi Territoriali*

## Sistema informativo per una rete idrica

PROFESSORI:

MASSIMO RUMOR  
SANDRO SAVINO

STUDENTI:

DAVIDE MARTINI  
SIMONE NIGRO



# Indice

<b>Elenco delle figure</b>	<b>v</b>
<b>Elenco delle tabelle</b>	<b>vii</b>
<b>1 Introduzione</b>	<b>1</b>
<b>2 Obiettivi dello studio</b>	<b>3</b>
2.1 Descrizione degli obiettivi . . . . .	3
2.2 Riferimenti al Piano di sviluppo del S.I. . . . .	4
<b>3 Analisi delle esigenze</b>	<b>5</b>
3.1 Descrizione delle esigenze funzionali . . . . .	5
3.2 Descrizione delle esigenze di dati . . . . .	6
3.2.1 Dati richiesti . . . . .	6
3.2.2 Esigenze sul formato dei dati . . . . .	6
3.2.3 Esigenze non funzionali . . . . .	7
<b>4 Situazione di partenza</b>	<b>9</b>
4.1 Contesto organizzativo . . . . .	9
4.2 Tecnologia utilizzata . . . . .	9
4.3 Dati esistenti . . . . .	10
4.4 Analisi del mercato . . . . .	10
4.5 Vincoli . . . . .	10
<b>5 Ipotesi di lavoro</b>	<b>13</b>
5.1 Considerazioni . . . . .	13
5.2 Ipotesi di soluzione . . . . .	13
5.3 Analisi del rischio e dei vincoli . . . . .	14
<b>6 Progetto</b>	<b>15</b>
6.1 Obiettivi . . . . .	15
6.1.1 Elenco dettagliato degli obiettivi e loro descrizione . . . . .	15
6.1.2 Identificazione degli obiettivi intermedi . . . . .	16
6.2 Funzioni del sistema . . . . .	16
6.3 Base di dati . . . . .	21
6.3.1 Schema ER . . . . .	21

6.3.2	Descrizione delle entità e dei dati . . . . .	22
6.3.2.1	Entità . . . . .	22
6.3.2.2	Associazioni . . . . .	23
6.3.2.3	Associazioni spaziali . . . . .	23
6.3.3	Schema logico . . . . .	24
6.3.4	Vincoli . . . . .	25
6.3.5	Altre considerazioni . . . . .	26
6.3.6	Volumi . . . . .	27
6.3.7	Modalità di costituzione . . . . .	27
6.3.8	Modalità di aggiornamento . . . . .	27
6.4	Componenti tecnologiche . . . . .	28
6.4.1	Componenti del software applicativo . . . . .	28
6.4.2	Componenti software di base e ambiente . . . . .	30
6.4.3	Componenti hardware . . . . .	32
6.5	Linee guida del progetto . . . . .	33
6.6	Piano di realizzazione . . . . .	34
6.6.1	Tempificazione di massima . . . . .	35
6.7	Aspetti organizzativi . . . . .	38
6.8	Gestione del rischio . . . . .	38
6.9	Analisi dei benefici . . . . .	38
6.10	Valutazione dei costi . . . . .	40
6.10.1	Stima dei costi . . . . .	42
<b>7</b>	<b>Conclusioni</b>	<b>45</b>
	<b>Riferimenti</b>	<b>47</b>

## Elenco delle figure

6.1	Accesso . . . . .	17
6.2	Registrazione . . . . .	17
6.3	Inserimento segnalazione . . . . .	17
6.4	Visualizzazione segnalazioni . . . . .	18
6.5	Rappresentazione su mappa . . . . .	19
6.6	Accessso . . . . .	20
6.7	Visualizzazione struttura rete idrica . . . . .	20
6.8	Lista delle valvole . . . . .	20
6.9	Lista cittadini . . . . .	21
6.10	Schema Entità - Relazione . . . . .	21
6.11	Schema Logico . . . . .	24
6.12	Schema delle tempistiche di progetto . . . . .	37



## Elenco delle tabelle

6.1	Volumi base di dati . . . . .	27
6.2	Costi progetto . . . . .	42
6.3	Costi gestione . . . . .	43





# 1

## Introduzione

In questo progetto viene realizzato un sistema informativo che possa permettere la gestione tecnica della rete idrica di un comune di 500.000 abitanti. Vengono riportate in questa relazione le varie fasi progettuali in cui si riportano gli obiettivi dello studio e le analisi delle esigenze. Viene poi esaminata la situazione di partenza dove vengono riportate le tecnologie utilizzate dall'azienda e i vincoli che essa stessa pone sulla realizzazione di tale progetto. Viene infine descritto il progetto di massima realizzato con una relativa analisi dei costi, benefici e tempi di realizzazione. In quest'ultima fase si descrive la base di dati, l'applicativo web e il plugin realizzato.



# 2

## Obiettivi dello studio

### 2.1 Descrizione degli obiettivi

Questa fase è di fondamentale importanza in quanto è necessario far chiarezza su quali siano gli obiettivi del progetto e quanto costino, se questo non venisse fatto si rischierebbe di lavorare senza avere la sostenibilità economica dell'azienda committente. Chiariamo quindi quali siano gli obiettivi dello studio di fattibilità:

- Verificare ed analizzare le esigenze dell'azienda per identificare eventuali soluzioni che ne permettano la realizzazione, nel caso in cui la soluzione ad una richiesta non sia fattibile è necessario segnalarlo;
- Verificare quali sistemi siano già presenti in azienda, in modo da valutare un riutilizzo o una realizzazione da zero del sistema;
- Analizzare i costi e i benefici che il progetto porterà all'azienda in modo tale che sia possibile valutare se il progetto sia effettivamente vantaggioso o meno. Sarà necessario evidenziare quali saranno i costi di realizzazione e quali quelli di manutenzione del sistema. Nella valutazione dei benefici invece potrebbe essere interessante una differenziazione tra i vantaggi che il sistema potrebbe dare nel breve o nel medio-lungo termine;
- Costruzione di uno schema temporale che possa permettere una valutazione dei tempi necessari per la realizzazione del progetto;

- Realizzazione di un prototipo che possa essere presentato all'azienda. In questo modo potrà essere verificato il consenso del committente. Nel caso in cui le aspettative siano rispettate è possibile ultimare il progetto con la realizzazione del vero e proprio progetto, nel caso in cui invece siano presenti eventuali nuove richieste sarà necessario verificare nuovamente la fattibilità e tutte le altre fasi descritte precedentemente.

## **2.2 Riferimenti al Piano di sviluppo del S.I.**

Le comunicazioni tra l'azienda committente e i responsabili di progetto avverranno principalmente tramite riunioni in cui tutti i responsabili aziendali e il personale addetto al sistema informativo potranno valutare le richieste e le soluzioni che porteranno alla realizzazione del progetto finale. Nel caso emergano eventuali dubbi, la comunicazione tra le due entità può avvenire tramite mail, chiamate telefoniche o videochiamate. Si dà grande importanza alla fase di comunicazione tra gli interessati in modo tale da evitare fraintendimenti e conseguenti realizzazioni errate che porterebbero costi non sostenibili dall'azienda.

# 3

## Analisi delle esigenze

### 3.1 Descrizione delle esigenze funzionali

L'azienda committente ha l'esigenza di realizzare un sistema informativo per la gestione della rete idrica. Per tale ragione è necessario realizzare una base di dati, un'applicazione web ed un applicativo GIS. La realizzazione di tali software permetterà le seguenti operazioni:

- Gestione della documentazione completa della rete;
- Conoscere gli effetti dello stato di alcuni componenti sul funzionamento della rete stessa;
- Ispezione e segnalazione in mobilità di guasti della rete;
- Visualizzazione su mappa delle tratte e dei pozzetti della rete con evidenza delle caratteristiche metriche (lunghezza della tratta e profondità rispetto al suolo del fondo del pozzetto);
- Conoscenza dei componenti presenti in un pozzetto con evidenza delle tratte su cui agiscono;
- Modifica dello stato delle valvole e delle pompe;
- Verifica degli effetti sugli edifici della modifica dello stato di una valvola, verificando così se l'edificio viene o meno privato dell'acqua;

- Aggiornamento della rete (aggiungere, eliminare, modificare tratte, pozzetti, dispositivi);
- Possibilità per gli utenti registrati di creare segnalazioni per comunicare all'azienda i guasti presenti sulla rete.

## 3.2 Descrizione delle esigenze di dati

### 3.2.1 Dati richiesti

Sono necessarie le informazioni che descrivono tutti gli elementi che costituiscono la rete idrica. Essa è strutturata ad albero e raggiunge tutti gli edifici partendo da un pozzetto iniziale. Gli elementi che la compongono sono:

- Tratte, costituite da tubature di caratteristiche costanti, di vario diametro e materiale;
- Elementi di giunzione, contenuti in pozzetti. Possono essere dei giunti a T, valvole a saracinesca o pompe;
- Pozzetti, elementi da dove iniziano e/o finiscono le tratte, ciascuno contenente almeno un elemento di giunzione;
- Raccordi utenze (RU), ovvero raccordi posizionati all'interno degli edifici che congiungono la rete in gestione con la rete di distribuzione interna del singolo edificio, che serve una o più utenze (ognuna con il proprio contatore).

Oltre ai dati relativi alla rete si vogliono memorizzare le segnalazioni relative ad eventuali guasti che si presentano. Queste vengono fatte da cittadini che dovranno effettuare una registrazione in cui inseriranno i loro dati personali entrando così in possesso di un username e password che permetterà una velocizzazione nella segnalazione di futuri problemi.

### 3.2.2 Esigenze sul formato dei dati

I dati topografici devono usare il sistema di riferimento ETRF2000 e devono rispettare la norma nazionale rispondente al livello NC1. I dati dei componenti della rete devono invece utilizzare il sistema di riferimento Gauss-Boaga fuso ovest.

### **3.2.3 Esigenze non funzionali**

- Si vuole basare il sistema informativo sul DBMS PostgreSQL [2];
- Si vogliono utilizzare componenti FOSS;
- Si vogliono rispettare gli standard applicabili;
- Si vogliono rispettare tutte le norme applicabili, nazionali ed internazionali.





# 4

## Situazione di partenza

### 4.1 Contesto organizzativo

L'azienda committente è dotata di un settore informatico incaricato del presidio del sistema informativo gestionale. Il settore è suddiviso in due aree. La prima si occupa del continuo aggiornamento dei dati relativi alla rete per far sì che siano il più coerenti possibili allo stato attuale. La seconda gestisce le segnalazioni inviate dagli utenti.

### 4.2 Tecnologia utilizzata

- Il sistema informativo gestionale è basato su software commerciale e DBMS;
- L'azienda non dispone di applicazioni GIS;
- Il Comune dispone di un database topografico che viene reso disponibile per la consultazione attraverso servizi OGC WMS e WFS non transazionale;
- Il Comune, che gestisce i contratti per la fornitura dei servizi acqua, luce e gas, mette a disposizione dell'azienda un servizio web che, interrogato fornendo un indirizzo e un tipo di servizio, restituisce in formato XML l'elenco degli utenti relativi residenti a quell'indirizzo;
- Esiste un servizio che, date le coordinate del punto raccordo utenza, fornisce l'indirizzo ad esso associato;

- L'azienda utilizza un servizio di hosting per i server che consentiranno l'utilizzo degli applicativi.

### 4.3 Dati esistenti

- Database topografico realizzato secondo la norma nazionale, rispondente al livello NC1, realizzato nel sistema di riferimento ETRF2000 e reso disponibile per la consultazione attraverso servizi OGC WMS e WFS non transazionale;
- Elenco degli utenti residenti ad un dato indirizzo;
- Servizi utilizzati da ogni utente (acqua, luce e gas);
- Indirizzo associato alle coordinate di un raccordo utenza;
- File shape nel sistema di riferimento Gauss-Boaga fuso ovest con le condotte rappresentate da una linestring (con attributi diametro e materiale), i pozzetti e i raccordi utenza (con attributo il numero di contatori serviti nell'edificio) indicati con un punto che ne identifica la posizione;
- File Excel con l'elenco dei dispositivi presenti nei pozzetti. Per ognuno di essi sono indicati gli attributi tipo, data di posa e identificativo del pozzetto.

### 4.4 Analisi del mercato

Non esistono soluzioni pacchettizzate che rispondano ai requisiti.

### 4.5 Vincoli

Non sono presenti vincoli significativi per risorse umane ed economiche riferite dall'azienda. Essa si mostra quindi disponibile ad eventuali investimenti economici che possano portare il progetto al suo completamento. L'azienda non ha dichiarato una data entro il quale concludere il progetto anche se il termine dell'anno solare garantirebbe una maggior soddisfazione. Si mette inoltre a disposizione un corso per la formazione del personale che

poi andrà ad utilizzare il sistema informativo in modo tale da poter sfruttare al massimo i benefici da esso prodotti. Si ricorda inoltre che verranno fatti rispettare gli standard applicabili e verranno utilizzati componenti FOSS.



# 5

## Ipotesi di lavoro

### 5.1 Considerazioni

Il progetto dovrà prevedere la progettazione, realizzazione e messa in esercizio dell'applicativo, compreso il popolamento della base di dati che permetterà di memorizzare le informazioni necessarie e avrà le funzionalità richieste dall'azienda. Si realizzerà poi un'applicazione web per permettere agli utenti di segnalare eventuali guasti presenti sulla rete idrica. Quest'ultima potrà essere utilizzata con browser Explorer, Chrome e Firefox anche in mobilità (quindi su tablet, cellulari e desktop).

### 5.2 Ipotesi di soluzione

Il progetto che verrà realizzato ha le seguenti ipotesi:

- I dati forniti dall'azienda devono essere completi, aggiornati e accessibili;
- La base di dati del sistema informativo in possesso dall'azienda deve essere riprogettato e le applicazioni per la gestione della rete devono essere create da zero in quanto non presenti nel vecchio sistema;
- Utilizzo di un servizio di hosting per i server necessari all'uso delle applicazioni;
- Nel caso fosse necessario, l'azienda è a disposizione per procurarsi software o hardware richiesti dal progetto;

- Il personale che utilizzerà il sistema dovrà essere istruito con le basi informatiche necessarie;
- Possono esistere dei pozzetti isolati che non compromettono la struttura ad albero della rete (si ipotizza che verranno presto collegati al resto della rete);
- L'applicazione permetterà ai cittadini di segnalare eventuali guasti presenti sulla rete;
- I dipendenti potranno visualizzare le segnalazioni, gestirle ed analizzarle.

### 5.3 Analisi del rischio e dei vincoli

Si possono presentare dei rischi per l'azienda, alcuni di questi sono:

- Una parte dei cittadini potrebbe non avere le capacità tecniche per effettuare una segnalazione sull'applicazione web;
- Potrebbero presentarsi delle segnalazioni con dati errati;
- Inconsistenza dei dati presenti nel sistema causati da mancati aggiornamenti;
- Inutilizzo del sistema da parte dei cittadini che potrebbero non capire quali benefici apporterebbe l'utilizzo dell'applicazione;
- Possibili malfunzionamenti dei server che potrebbero causare un momentaneo arresto del sistema con relativo rischio di perdita di dati;
- Mancata soddisfazione di standard e norme che potrebbero essere modificate negli anni.

# 6

## Progetto

### 6.1 Obiettivi

#### 6.1.1 Elenco dettagliato degli obiettivi e loro descrizione

- Gestione della documentazione completa della rete. Si vogliono conoscere i componenti della rete, le loro caratteristiche, la loro posizione e la relazione che vi è tra di essi;
- Si vuole poter conoscere gli effetti dello stato di alcuni componenti sul funzionamento della rete stessa. Si vuole quindi verificare gli effetti sugli edifici della modifica dello stato di una valvola verificando cioè se l'edificio viene o meno privato dell'acqua;
- Aggiornamento delle informazioni relative alla rete e ai suoi componenti, permettendo una rappresentazione aggiornata della situazione attuale;
- Permettere al cittadino di inviare una segnalazione relativa ad un guasto sulla rete;
- Permettere all'azienda di visualizzare le segnalazioni degli utenti in modo tale da poterle risolvere nel più breve tempo possibile.

### 6.1.2 Identificazione degli obiettivi intermedi

- Realizzazione di una base di dati che permetta la raccolta delle informazioni necessarie al funzionamento del sistema;
- Realizzazione di un'applicazione web che permetta ai cittadini di inviare una segnalazione di un malfunzionamento della rete idrica in maniera semplice e rapida così da permettere al personale dell'azienda di gestire il loro stato;
- Realizzazione di un plug-in che permetta la visualizzazione degli effetti derivanti dalla modifica di un componente della rete.

## 6.2 Funzioni del sistema

L'analisi delle funzioni del sistema viene divisa tra quelle comprensive dell'applicativo web e quelle gestite dal plug-in.

### Applicativo web:

- Il cittadino:
  - Può registrarsi per poter accedere al sistema tramite un portale dove inserire le proprie credenziali (Figura 6.1, 6.2);
  - Dopo aver effettuato l'accesso, può inviare una segnalazione, indicando la tipologia e il luogo dove questa è stata rilevata (tramite l'interazione con una mappa presente nella pagina). Inoltre, anche se non richiesto, l'utente può inserire una descrizione aggiuntiva per precisare il problema e può inserire una fotografia nel caso questo venga ritenuto opportuno per la descrizione del problema (Figura 6.3).



Login

Username:

Password:

Invia

Registrati

Figura 6.1: Accesso

Registrazione

Nome:

Nome

Cognome:

Cognome

Codice fiscale:

16 caratteri

Indirizzo e-mail:

Indirizzo e-mail

Username:

Almeno 8 caratteri

Password:

Almeno 8 caratteri

Ripeti password:

Almeno 8 caratteri

Invia

Figura 6.2: Registrazione

Invia segnalazione

Tipologia\*:

Guasto

Descrizione:

Fotografia:

Browse... No file selected.

Invia

\* Campo obbligatorio

Selezionare un punto sulla mappa

Figura 6.3: Inserimento segnalazione

17

- L'amministratore:

- Dopo aver effettuato l'accesso (Figura 6.1), è in grado di visualizzare tutte le segnalazioni inviate dai cittadini. È possibile effettuare una ricerca più specifica, aggiungendo dei filtri alla ricerca, i quali comprendono la tipologia del problema e l'anno in cui questa è stata inviata (Figura 6.4);
- Nella pagina è presente una mappa che indicherà il luogo delle segnalazioni, sia quelle da risolvere che già analizzate. Un filtro sulle segnalazioni può essere utilizzato per distinguere le due tipologie sopra riportate;
- Nella mappa presente nella parte amministrativa è possibile visualizzare le tratte, i pozzetti e i raccordi utenza, in modo da poter sviluppare un'analisi sulla tipologia e la posizione dei problemi rispetto alla configurazione della rete (Figura 6.5);
- Per ogni segnalazione viene riportata la data, la tipologia indicata dall'utente, la descrizione e la foto (se presenti), per permettere uno studio più approfondito del problema da parte dei gestori del sistema;
- È fornito inoltre un sistema che permetta la modifica dello stato delle segnalazioni (se queste sono state risolte) e visualizzazione dei componenti presenti nei pozzetti.

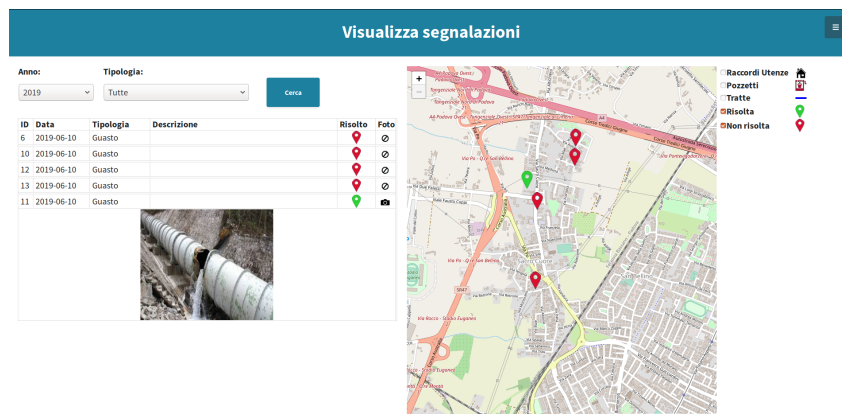


Figura 6.4: Visualizzazione segnalazioni

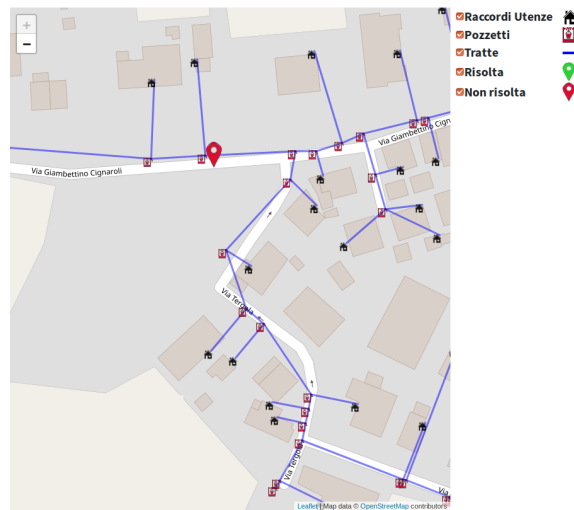


Figura 6.5: Rappresentazione su mappa

## Plug-in:

- L'amministratore:

- Deve effettuare l'accesso con le proprie credenziali per poter interagire con il plug-in (Figura 6.6);
- Può visualizzare lo stato e la conformazione della rete (tratte, pozzetti e raccordi utenza) (Figura 6.7);
- É presente una funzione che permette di selezionare una valvola presente in uno dei pozzetti della rete e visualizzare tutti i raccordi utenza interessati dal cambiamento dello stato di questa. Vengono successivamente riportati gli indirizzi interessati ed i cittadini coinvolti dalla modifica (Figura 6.8, 6.9);
- Viene implementata una funzione per permettere la modifica, visualizzazione e aggiornamento di tutti i componenti all'interno della rete e del loro stato.

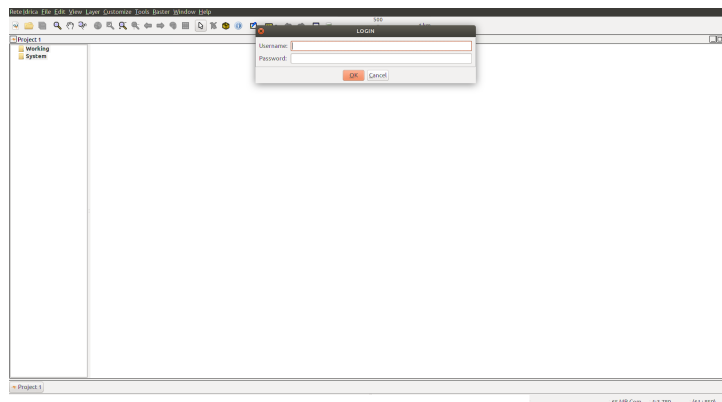


Figura 6.6: Accesso

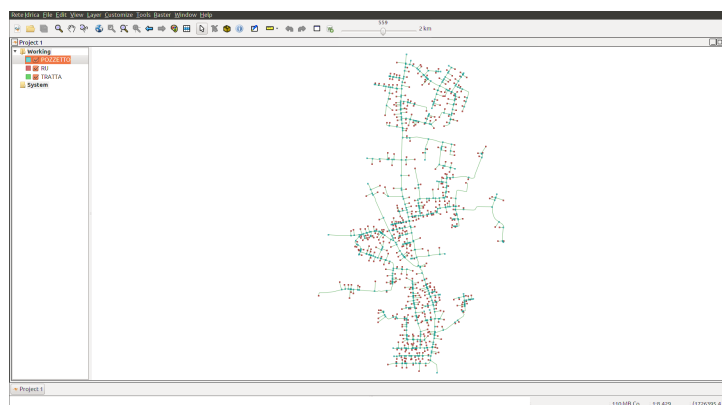


Figura 6.7: Visualizzazione struttura rete idrica

ID_valvola	ID_gonfiatore	Data_valvola
2	8	2002-02-22
4	9	1988-08-20
6	11	1988-08-20
8	13	1988-08-20
10	15	1988-08-20
12	17	1988-08-20
14	19	1988-08-20
16	21	1988-08-20
18	23	1988-08-20
20	25	1988-08-20
22	27	1988-08-20
24	29	1988-08-20
26	31	1988-08-20
28	33	1988-08-20
30	35	1988-08-20
32	37	1988-08-20
34	39	1988-08-20
36	41	1988-08-20
38	43	1988-08-20
40	45	1988-08-20
42	47	1988-08-20
44	49	1988-08-20
46	51	1988-08-20
48	53	1988-08-20
50	55	1988-08-20
52	57	1988-08-20
54	59	1988-08-20
56	61	1988-08-20
58	63	1988-08-20
60	65	1988-08-20
62	67	1988-08-20
64	69	1988-08-20
66	71	1988-08-20
68	73	1988-08-20
70	75	1988-08-20
72	77	1988-08-20
74	79	1988-08-20
76	81	1988-08-20
78	83	1988-08-20
80	85	1988-08-20
82	87	1988-08-20
84	89	1988-08-20
86	91	1988-08-20
88	93	1988-08-20
90	95	1988-08-20
92	97	1988-08-20
94	99	1988-08-20
96	101	1988-08-20
98	103	1988-08-20
100	105	1988-08-20
102	107	1988-08-20
104	109	1988-08-20
106	111	1988-08-20
108	113	1988-08-20
110	115	1988-08-20
112	117	1988-08-20
114	119	1988-08-20
116	121	1988-08-20
118	123	1988-08-20
120	125	1988-08-20

Figura 6.8: Lista delle valvole

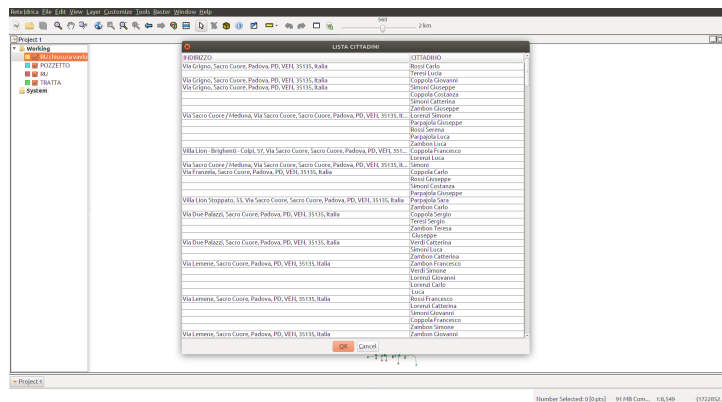


Figura 6.9: Lista cittadini

## 6.3 Base di dati

### 6.3.1 Schema ER

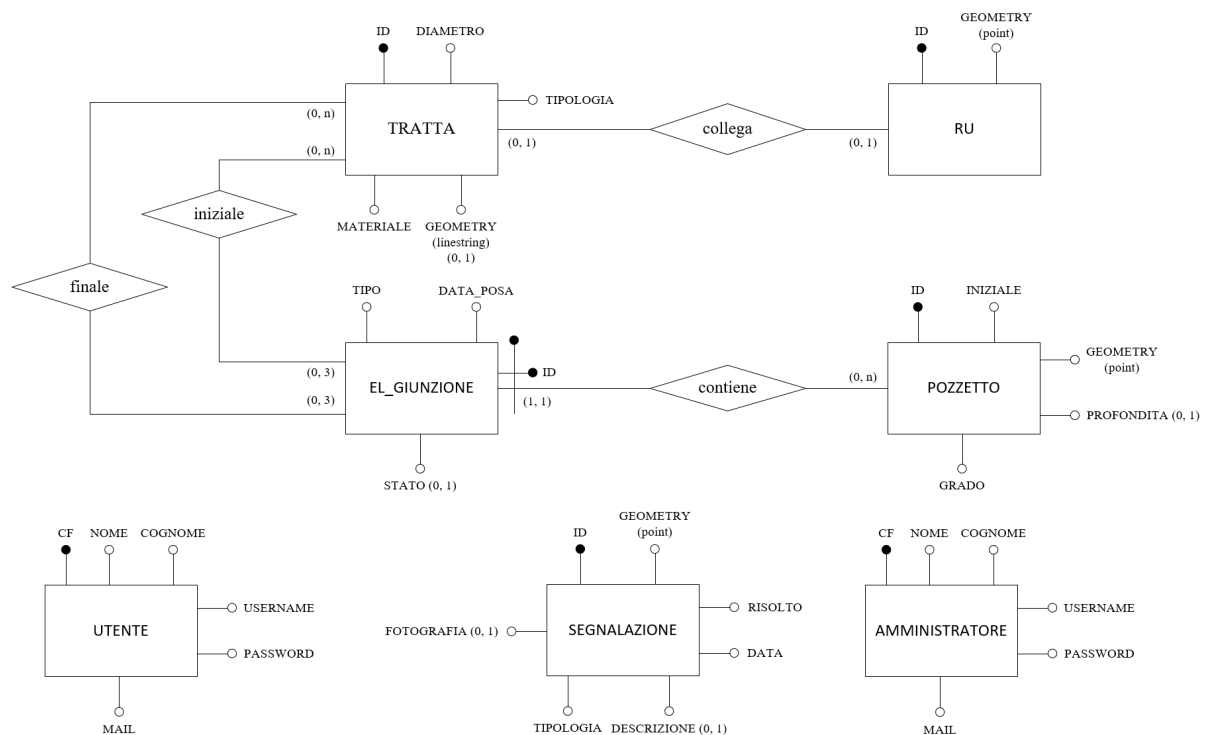


Figura 6.10: Schema Entità - Relazione

## 6.3.2 Descrizione delle entità e dei dati

### 6.3.2.1 Entità

- **Tratta:** costituita da tubature di caratteristiche costanti, di vario diametro, materiale. Viene rappresentata da una linestring, con gli attributi diametro, materiale e tipologia. Una tratta può collegare un pozzetto ad un raccordo utenza o due pozzetti tra di loro;
- **Elemento di giunzione:** è contenuto in un pozzetto e può essere di tre tipi:
  - Giunto a T;
  - Valvola a saracinesca: dotata di uno stato, aperto o chiuso (booleano);
  - Pompa: dotata di uno stato con due condizioni possibili, in funzione o spento (booleano).

Ciascun elemento ha un identificativo e una data di posa;

- **Pozzetto:** elementi da dove iniziano e/o finiscono le tratte, ciascuno contenente almeno un elemento di giunzione (tranne il pozzetto sorgente). Viene rappresentato da un punto, ha un identificativo, un attributo che ne indica la profondità e uno che indica se è il pozzetto sorgente;
- **Raccordo utenza (RU):** è posizionato all'interno dell'edificio congiungendolo alla rete di distribuzione interna del singolo edificio, che serve una o più utenze (ognuna con il proprio contatore). Ogni raccordo utenza viene rappresentato da un punto e ha un identificativo;
- **Utente:** indica il cittadino che si è registrato per effettuare una segnalazione. Per ognuno si ha un identificativo caratterizzato dal suo codice fiscale, e-mail, un username e una password per effettuare futuri accessi;
- **Amministratore:** indica il dipendente dell'azienda che deve gestire le segnalazioni degli utenti. Viene identificato dal suo codice fiscale, e-mail, ha un username e una password che gli permettono l'accesso al sistema;
- **Segnalazione:** contiene le informazioni che caratterizzano un malfunzionamento della rete. Ha un identificativo, la data che indica quando è avvenuto il problema, la tipologia (guasto, perdita d'acqua o segnalazione), una descrizione (facoltativa) e una fotografia (facoltativa). Viene rappresentato da un punto che ne indica la posizione. Un attributo booleano (risolto) indica se il problema è stato già gestito dall'azienda o se ancora è in fase di lavorazione.

### 6.3.2.2 Associazioni

- **Collega:** Mette in relazione le tratte con i raccordi utenza. Dato un raccordo è possibile che sia presente una o nessuna tratta in ingresso. Una tratta potrebbe collegare un pozzetto ad un'utenza o con un altro pozzetto, per tale ragione è possibile che una tratta non sia collegata con un raccordo utenza;
- **Contiene:** Un elemento di giunzione è contenuto in un pozzetto. Ogni pozzetto ne contiene almeno uno (tranne il pozzetto sorgente) ma ne potrebbe contenere un numero maggiore;
- **Iniziale:** Una tratta che collega due pozzetti ha sicuramente almeno un estremo in comunicazione con un elemento di giunzione. Nel caso in cui la tratta in considerazione colleghi un raccordo utenza e un pozzetto allora non sarà in ingresso a nessun componente di giunzione. Un elemento di giunzione a T potrebbe avere al massimo due tratte in ingresso, mentre le altre due tipologie di componenti possono avere al massimo una condotta in entrata. Un elemento di giunzione potrebbe essere utilizzato per una tratta in uscita al pozzetto e per tale ragione potrebbe non avere nessuna tratta collegata in ingresso ad esso;
- **Finale:** Una tratta ha sicuramente almeno un estremo in comunicazione con un elemento di giunzione presente in un pozzetto. Un elemento di giunzione a T potrebbe avere al massimo due tratte in uscita, mentre le altre due tipologie di componenti possono avere al massimo una condotta in uscita. Un elemento di giunzione potrebbe essere utilizzato per una tratta in ingresso al pozzetto e per tale ragione potrebbe non avere nessuna tratta collegata in uscita ad esso.

### 6.3.2.3 Associazioni spaziali

Potrebbero essere utilizzate due associazioni spaziali, ma per velocizzare la risoluzione di query frequenti si è preferito non usarle:

- **Associazione tra il pozzetto e la tratta:** Essendo rappresentato da una linestring, la tratta è facilmente collegabile al pozzetto andando a verificare l'intersezione tra l'estremo della linea che indica la prima e il punto che rappresenta il secondo;
- **Associazione tra la tratta e il raccordo utenza:** vale lo stesso discorso effettuato nel punto precedente con il pozzetto.

### 6.3.3 Schema logico

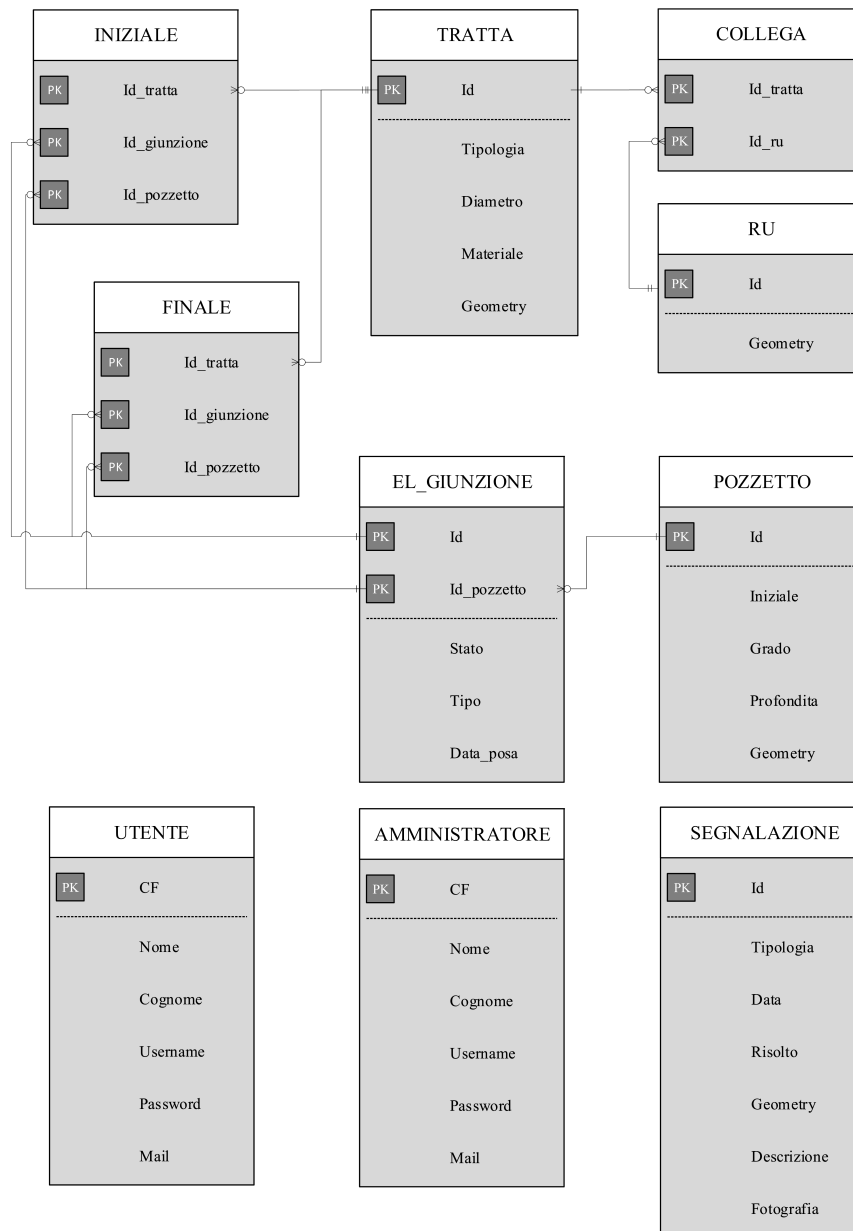


Figura 6.11: Schema Logico



### 6.3.4 Vincoli

- Le tratte possono intersecarsi con i pozzetti o con i raccordi utenza solo ai loro estremi;
- Le tratte devono costituire una rete ad albero che parte dal pozzetto sorgente e non forma quindi cicli;
- Non devono essere presenti più tratte sovrapposte o intersecanti;
- I due punti estremi di una condotta devono coincidere con due pozzetti o con un pozzetto e un raccordo utenza;
- Una tratta definita reale (tipologia = True) deve avere una geometry. Una tratta, invece, che collega due elementi di giunzione presenti nello stesso pozzetto (con attributo tipologia = False) non possiede una geometry;
- Il diametro di una tratta deve essere sempre un valore positivo, maggiore di 0;
- Ogni pozzetto (tranne quello sorgente e quelli isolati) ha almeno una tratta in ingresso e una in uscita;
- Tutti i pozzetti (tranne quello sorgente) deve contenere almeno un elemento di giunzione;
- La profondità del pozzetto deve assumere un valore positivo, maggiore o uguale a 0;
- Il grado di un pozzetto deve assumere un valore positivo, maggiore o uguale a 0;
- Non devono essere presenti più pozzetti o raccordi utenza nello stesso punto;
- Un raccordo utenza può avere al massimo una tratta in ingresso;
- Un elemento di giunzione può essere allocato solo in un pozzetto;
- Un elemento di giunzione può essere collegato al massimo con 3 tratte nel caso di giunto a T (due in ingresso e una in uscita o viceversa). Nel caso di una pompa o di una valvola avremo un'unica tratta in entrata ed una in uscita collegata al componente;
- L'utente deve possedere un username di lunghezza maggiore o uguale a 8 caratteri;
- La password dell'utente deve possedere almeno 8 caratteri;
- L'amministratore deve possedere un username di lunghezza maggiore o uguale a 8 caratteri;

- La password dell'amministratore deve possedere almeno 8 caratteri.

### 6.3.5 Altre considerazioni

Un pozzetto appena costruito o con dei lavori in corso, momentaneamente non collegato alla rete idrica, è definito isolato. Questa tipologia di pozzetti non presenta nessuna tratta in ingresso o in uscita da esso. Nel caso del pozzetto sorgente non saranno presenti tratte in ingresso ma solo in uscita.

Vengono riportate e giustificate le scelte di progettazione adottate nello sviluppo della base di dati:

- Sono state introdotte nella base di dati due tipologie di tratte, in modo da distinguere le tratte presenti all'interno di un pozzetto che collegano più elementi di giunzione in serie, rispetto a quelle che collegano elementi di giunzione presenti in pozzetti differenti. Questa scelta è stata effettuata per poter permettere l'individuazione e il mantenimento di una struttura ad albero per la rete di approvvigionamento;
- Non è stata inoltre richiesta una geometria per le tratte che congiungono componenti presenti nello stesso pozzetto, in quanto è possibile in ogni caso ricostruire la rete tramite le relazioni esistenti tra le tratte ed i componenti di giunzione;
- Sono state introdotte delle relazioni tra entità per poter evitare il costo computazionalmente oneroso in certi casi che avrebbero portato delle associazioni di tipo spaziale nel caso di interrogazioni complesse;
- Gli utilizzatori che possono inserire le segnalazioni, sono stati differenziati dagli amministratori del sistema che possono visualizzare e modificare i componenti e lo stato della rete. Questo per avere una distinzione chiara tra i ruoli degli interlocutori del sistema.

### 6.3.6 Volumi

L'azienda fornisce una stima dei volumi che ci permette di quantificare la grandezza della base di dati che verrà progettata e realizzata.

Concetto	Tipologia	Volume
Tratta	Entità	150000
Elemento di giunzione	Entità	105000
Pozzetto	Entità	35000
Raccordo utenza (RU)	Entità	30000
Utente	Entità	50000
Amministratore	Entità	5
Segnalazione	Entità	1000
Collega	Associazione	30000
Contiene	Associazione	35000
Iniziale	Associazione	105000
Finale	Associazione	105000

Tabella 6.1: Volumi base di dati

L'installazione di un database della capacità di 1 TB può essere considerato più che adeguato come stima massima iniziale per la mole di dati a disposizione.

### 6.3.7 Modalità di costituzione

Viene implementata una base di dati tramite l'utilizzo del DBMS PostgreSQL e l'estensione PostGIS [6] usando il linguaggio SQL. La base di dati verrà poi popolata con i dati forniti dall'azienda e quelli presenti nella base di dati usata in passato e ora sostituita.

### 6.3.8 Modalità di aggiornamento

La base di dati viene aggiornata dal personale addetto appositamente istruito alla gestione del sistema informativo. Questa fase è di particolare importanza in quanto un'eventuale inconsistenza di dati porterebbe ad una rappresentazione errata della situazione attuale. Per tale ragione ogni modifica della rete che porta ad un inserimento, modifica o cancellazione di alcuni componenti deve essere accuratamente documentata e salvata nella base di dati. In questo modo la coerenza e la rappresentazione della realtà potranno essere garantite.

## 6.4 Componenti tecnologiche

### 6.4.1 Componenti del software applicativo

Per lo sviluppo del progetto verranno realizzati due componenti:

- Plug-in per il software OpenJump [3]: questa parte permetterà di visualizzare la struttura della rete, modificare, aggiornare i suoi componenti ed il loro stato. Permette inoltre di vedere quali sono gli edifici ed i cittadini interessati dal cambiamento dello stato di un componente presente all'interno della rete. Viene utilizzato solamente dagli addetti che dovranno gestire la rete che devono essere in possesso delle credenziali per poter accedere al sistema. Le funzioni qui elencate sono composte da:
  1. Modulo per l'accesso: tramite una finestra di dialogo vengono chieste le credenziali di accesso. Queste vengono verificate con quelle contenute all'interno della base di dati tramite un'interrogazione. Per l'implementazione di questo modulo vengono utilizzate delle funzioni sviluppate nel linguaggio Java e le interrogazioni al database vengono effettuate tramite query SQL;
  2. Modulo per la visualizzazione della rete: viene interrogata la base di dati per ottenere le geometrie dei vari componenti della rete. Questi vengono successivamente rappresentati per permettere all'utente di interagire con il sistema in maniera più intuitiva. Per la rappresentazione grafica vengono utilizzate delle funzioni sviluppate in linguaggio Java e le interrogazioni alla base di dati avvengono tramite query in linguaggio SQL;
  3. Modulo per cambiare lo stato di un componente: tramite una finestra di dialogo, l'utente può selezionare un componente e vedere in che modo possa cambiare il comportamento della rete nel caso cambiasse il suo stato. Questo viene fatto tramite delle funzioni implementate in linguaggio Java e gli elementi vengono ottenuti tramite delle interrogazioni alla base di dati in linguaggio SQL;
  4. Modulo per ottenere i nomi dei cittadini: dato un componente, si vogliono ottenere i nomi dei cittadini coinvolti nella modifica del suo stato. Per fare questo viene inviata una richiesta tramite il protocollo HTTP al servizio offerto dal comune. Per fare questo occorre prima effettuare un'operazione di reverse geocoding, cioè l'ottenimento dell'indirizzo data la posizione degli edifici interessati (tramite il servizio offerto da OpenStreetMap [8]), e successivamente inviare una richiesta al servizio del Comune. Quest'ultimo restituirà un file contenente il nome e cognome dei cittadini interessati. Per effettuare questo, vengono implementate funzioni in linguaggio Java;

5. Modulo per la modifica e aggiornamento: per poter modificare ed aggiornare i componenti all'interno della rete è necessario permettere all'utente di poter inserire nuovi elementi o cambiare lo stato di quelli già presenti. Per fare questo viene proposta una finestra di dialogo con cui l'addetto dovrà interagire e questa permetterà di effettuare le operazioni precedentemente elencate. Per permettere queste operazioni vengono implementate delle funzioni in linguaggio Java;
  6. Modulo per il logout: viene implementato in linguaggio Java un modulo per gestire l'uscita dell'utente dal sistema, in modo da salvare la sessione così da non perdere dati ancora non salvati e per prevenire accessi non desiderati al sistema.
- Applicativo web: questa parte permetterà di visualizzare la struttura della rete, modificare lo stato delle segnalazioni da parte degli amministratori e l'inserimento di nuove segnalazioni da parte dei cittadini. Viene utilizzato sia dagli addetti che dai cittadini, ma le due parti sono distinte e la loro separazione deve essere costantemente controllata per evitare problemi di accessi in zone senza permesso. Le funzioni qui elencate sono composte da:
    1. Modulo per la registrazione: tramite una finestra di dialogo vengono chiesti i dati per ottenere le credenziali di accesso. Queste vengono verificate e poi create ed inserite all'interno della base di dati tramite un'interrogazione. Per l'implementazione di questo modulo vengono utilizzate delle funzioni sviluppate nel linguaggio PHP, CSS, JavaScript e le interrogazioni al database vengono effettuate tramite query SQL. Questa funzione è valida solamente per i cittadini;
    2. Modulo per l'accesso: tramite una finestra di dialogo vengono chieste le credenziali di accesso. Queste vengono verificate con quelle contenute all'interno della base di dati tramite un'interrogazione. Per l'implementazione di questo modulo vengono utilizzate delle funzioni sviluppate nel linguaggio PHP, CSS, JavaScript e le interrogazioni al database vengono effettuate tramite query SQL. Questa funzione è valida sia per i cittadini che per gli addetti;
    3. Modulo per l'inserimento delle segnalazioni: tramite una finestra di dialogo viene visualizzata una mappa in cui l'utente può inserire la posizione del problema, specificare la tipologia, inserire una descrizione ed eventualmente una fotografia. Per l'implementazione di questo modulo vengono utilizzate delle funzioni sviluppate nel linguaggio PHP, CSS, JavaScript e le interrogazioni al database vengono effettuate tramite query SQL. Questa funzione è valida solamente per i cittadini;

4. Modulo per la visualizzazione della rete: viene interrogata la base di dati per ottenere le geometrie dei vari componenti della rete. Questi vengono successivamente rappresentati per permettere all'utente di interagire con il sistema in maniera più intuitiva. Per la rappresentazione grafica vengono utilizzate delle funzioni sviluppate in linguaggio JavaScript tramite la libreria Leaflet [9] e le interrogazioni alla base di dati avvengono tramite query in linguaggio SQL. Questa funzione è disponibile solamente per gli amministratori della rete;
5. Modulo per visualizzare le segnalazioni: vengono visualizzate le segnalazioni a cui possono essere applicati dei filtri per permettere all'utente di visualizzare in maniera più rapida le informazioni di maggior interesse. Questo viene fatto tramite delle funzioni implementate in linguaggio PHP, CSS, JavaScript e gli elementi vengono ottenuti tramite delle interrogazioni alla base di dati in linguaggio SQL. Questa funzione è disponibile solamente per gli amministratori della rete;
6. Modulo per la modifica e aggiornamento: per poter modificare ed aggiornare lo stato delle segnalazioni è necessario permettere all'utente di poter interagire con il sistema. Viene proposta una finestra di dialogo tramite la quale l'utente può visualizzare, modificare ed aggiornare lo stato del problema. Per permettere queste operazioni vengono implementate delle funzioni in linguaggio PHP, CSS, JavaScript e le interrogazioni alla base di dati sono state effettuate in linguaggio SQL. Questa funzione è disponibile solamente per gli amministratori della rete;
7. Modulo per il logout: viene implementato in linguaggio PHP, CSS, JavaScript un modulo per gestire l'uscita dell'utente dal sistema, in modo da salvare la sessione così da non perdere dati ancora non salvati e per prevenire accessi non desiderati al sistema. Questa funzione è disponibile sia per i cittadini che per gli addetti della rete.

### 6.4.2 Componenti software di base e ambiente

Per il possibile utilizzo delle funzioni sviluppate, l'azienda deve essere in possesso di alcuni componenti software che vengono utilizzati come base o supplemento a quelle sviluppati e descritti.

Questi componenti sono (in ordine di importanza):

1. Sistema operativo:

- Gestisce le risorse del sistema e mette a disposizione i servizi base per l'utilizzo del software sviluppato;
- Potrebbe essere necessario un aggiornamento periodico, in modo da fornire un servizio più efficiente.

2. Piattaforma Java [1]:

- Comprende la Java Virtual Machine, una macchina virtuale che viene gestita dal sistema per eseguire programmi scritti e compilati in linguaggio Java;
- Potrebbe essere necessario un aggiornamento periodico della piattaforma, in modo da fornire un servizio più efficiente.

3. Browser:

- Applicazione utilizzata per la gestione, la visualizzazione, l'interazione e il reperimento delle risorse presenti nel web;
- Questo programma permette di interpretare i linguaggi HTML, CSS e JavaScript;
- Questo strumento può essere installato su qualsiasi sistema operativo, sia su dispositivi di tipo desktop che su dispositivi mobili.

4. PostgreSQL [2]:

- Database Management System, cioè un software che permette la creazione, gestione, archiviazione ed interrogazione efficiente di una base di dati;
- Viene rilasciato con una licenza di tipo Open Source ed è compatibile con tutti i sistemi operativi attualmente in commercio;
- In particolare, viene utilizzata l'estensione PostGIS [6] che permette di gestire e memorizzare ed eseguire operazioni su dati di tipo spaziale.

5. OpenJump [3]:

- Geographic Information System (GIS) sviluppato nel linguaggio di programmazione Java;
- Permette di gestire, visualizzare, creare ed elaborare dati geografici. In questo caso, viene utilizzato insieme alla libreria JTS [5] che permette di effettuare operazioni sui dati spaziali;
- Può essere esteso tramite lo sviluppo o il download di plug-in;
- Rilasciato con una licenza di tipo Open Source;
- Potrebbe essere necessario un aggiornamento periodico della piattaforma, in modo da fornire un servizio più efficiente.

6. Web Server Apache [4]:

- Applicativo software che permette l'esecuzione di codice PHP, deve essere installato su un server fisico;
- Permette di gestire e rispondere alle richieste effettuate da un client tramite vari protocolli. Il più usato è il protocollo HTTP;
- Viene reso disponibile con una licenza di tipo Open Source.

### 6.4.3 Componenti hardware

Per il possibile utilizzo e per fornitura alla cittadinanza del servizio richiesto dall'azienda, sono necessari alcuni componenti hardware. Vengono qui elencati e descritti (in ordine di importanza):

1. Server:

- Permette la distribuzione e l'utilizzo del software sviluppato ai cittadini o agli addetti della rete;
- Computer ad alte prestazioni, deve essere collegato alla rete Internet;
- Deve essere munito di sistemi per la protezione e il controllo dell'accesso per prevenire eventuali attacchi o perdite di informazioni non autorizzate;



- Deve avere dei componenti che permettano l'installazione e l'esecuzione dei componenti software elencati per il funzionamento dell'applicativo;

## 2. Personal Computer (PC):

- Permette di utilizzare gli applicativi realizzati;
- Deve essere connesso alla rete per poter accedere ai dati contenuti all'interno del server;
- Deve avere dei componenti che permettano l'installazione e l'esecuzione dei software elencati per il funzionamento dell'applicativo;
- Permette l'accesso (autorizzato) a tutti i servizi progettati per l'azienda.

## 3. Smartphone e tablet:

- Permettono di utilizzare una parte degli applicativi sviluppati, ai cittadini di inviare una segnalazione e agli amministratori di gestirle;
- Deve essere connesso alla rete per poter accedere ai dati contenuti all'interno del server;
- Devono avere dei componenti che permettano l'installazione e l'esecuzione dei software elencati per il funzionamento dell'applicativo.

## 6.5 Linee guida del progetto

- Il personale addetto alla gestione del sistema deve essere istruito per permettere un corretto utilizzo dell'applicativo;
- Solo il personale addetto ed addestrato è autorizzato ad accedere all'utilizzo del sistema;
- L'azienda deve possedere le adeguate caratteristiche tecnologiche per permettere il funzionamento del sistema, è necessaria quindi una continua manutenzione per evitare malfunzionamenti;

- La base di dati deve rappresentare nel migliore dei modi la situazione attuale della realtà, per tale ragione è importante un continuo aggiornamento;
- Sarebbe opportuno adottare un sistema di backup che permetta di limitare i danni in caso di improvviso malfunzionamento o rottura di componenti hardware;
- I dati forniti dal comune con le informazioni riguardanti i cittadini e gli edifici devono essere sempre accessibili per evitare malfunzionamenti del sistema.

## 6.6 Piano di realizzazione

Il progetto viene diviso in varie fasi, in modo da separare i compiti e le operazioni così da dividere responsabilità e competenze richieste. Dopo un primo contatto dell'azienda che vuole sviluppare il progetto le macro fasi sono le seguenti:

1. Confronto con l'azienda che richiede il progetto;
2. Analisi delle informazioni;
3. Sviluppo preliminare;
4. Confronto con il committente;
5. Implementazione e sviluppo del codice;
6. Preparazione degli utenti e consegna del prodotto.

Queste macro fasi vengono poi suddivise, in modo da poter temporizzare al meglio ogni passo del progetto e per poter vedere dei progressi durante il suo sviluppo.

**Confronto con l'azienda che richiede il progetto:** in questa fase si vogliono ottenere tutte le informazioni utili che verranno successivamente utilizzate per compiere delle scelte sulla struttura del progetto, per calcolare le tempistiche e per capire lo sforzo che viene richiesto anche nella fase di installazione. Questa fase è di grande importanza, in quanto se le informazioni raccolte sono errate o incomplete, saranno necessari altri incontri, conversazioni tramite posta elettronica o verranno prese delle scelte che dovranno essere riviste successivamente causando un'allungamento dei tempi ed un aumento dei costi.

**Analisi delle informazioni:** vengono elaborate le informazioni ottenute nella fase precedente, viene effettuato lo studio di fattibilità del progetto, vengono calcolati i tempi richiesti per la realizzazione del progetto. Viene inoltre effettuata un'analisi dei costi e benefici, in modo da avere una panoramica completa sul lavoro da effettuare, sui modi e sul tempo necessario.

**Sviluppo preliminare:** comincia la realizzazione parziale del progetto, concentrandosi inizialmente sull'ideazione, implementazione e popolazione della base di dati, indispensabile per le altre applicazioni contenute nel progetto. Successivamente si creano dei prototipi sia per la parte web che per il plug-in da poter presentare all'azienda.

**Confronto con il committente:** vengono presentati al cliente i prototipi creati, in modo da capire se ci siano delle modifiche finali da apportare al progetto, che avranno un aumento dei costi e tempi per la realizzazione. In base al giudizio del committente dopo questo confronto il progetto può essere portato a termine o abbandonato nel caso il lavoro non soddisfi il cliente.

**Implementazione e sviluppo del codice:** se l'azienda ha approvato i prototipi e ha deciso di continuare con lo sviluppo del progetto, il codice viene completato, il database verrà completamente popolato e il progetto sarà pronto per la fase finale di installazione. Questa fase sarà sviluppata da un numero massimo di 4 persone.

**Preparazione degli utenti e consegna del prodotto:** il sistema sviluppato viene presentato agli utilizzatori presenti all'interno dell'azienda, che verranno inoltre istruiti e formati per poterlo utilizzare in autonomia. Segue un periodo di test, nel quale si cerca di rilevare e risolvere eventuali errori che possano essere presenti nel codice. Viene poi consegnato definitivamente il progetto, che verrà seguito con un supporto post-vendita per eventuali problemi o guasti che possano presentarsi. In particolare, vengono formati 5 dipendenti con il ruolo di amministratore del sistema e altri 20 verranno formati con il ruolo di utilizzatore.

### 6.6.1 Tempificazione di massima

Per una più facile lettura delle tempistiche di progetto, i vari compiti verranno suddivisi in fasi, in modo da temporizzare le varie operazioni, così da capire come parallelizzare se possibile alcune parti.

Si analizzeranno le varie tempistiche delle seguenti fasi:

1. Confronto con l'azienda;
2. Progettazione base di dati;
3. Realizzazione base di dati;
4. Popolamento base di dati;
5. Progettazione applicativo web;
6. Realizzazione applicativo web;
7. Progettazione plug-in;
8. Realizzazione plug-in;
9. Configurazione server;
10. Avvio server;
11. Configurazione applicativo web;
12. Avvio applicativo web;
13. Configurazione plug-in;
14. Avvio plug-in;
15. Formazione personale;
16. Test del sistema;
17. Consegna.

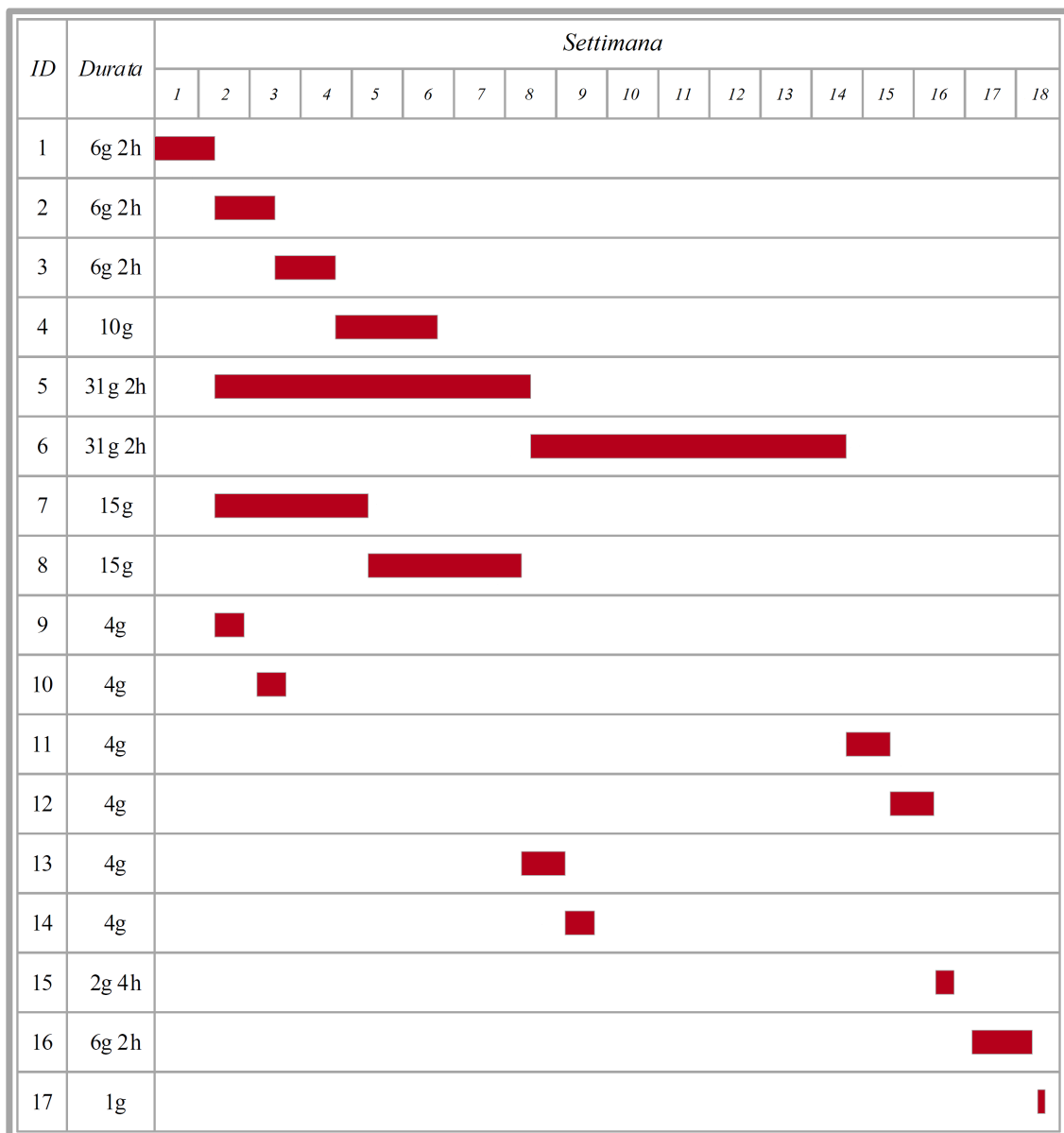


Figura 6.12: Schema delle tempistiche di progetto

La rappresentazione grafica della temporizzazione delle varie operazioni viene riportata in Figura 6.12. Si può notare che la durata complessiva per lo sviluppo del progetto è di 18 settimane lavorative (ipotizzando di lavorare 5 giorni a settimana per 8 ore giornaliere), dato questo valore occorre programmare l'inizio del progetto con ampio anticipo in modo che sia presentato entro la fine dell'anno solare.

## 6.7 Aspetti organizzativi

Dal punto di vista organizzativo interno dei processi aziendali non si presenteranno importanti modifiche. Sarà necessario istruire e formare il personale addetto all'utilizzo e alla gestione del sistema informativo e dell'applicazione. Questo permetterà all'azienda di avere un personale preparato e adatto alla risoluzione di eventuali problemi futuri.

## 6.8 Gestione del rischio

- Rischio di non utilizzo del sistema da parte del cittadino: sarà necessario pubblicizzare il servizio e mostrare ai cittadini come questo possa garantire dei benefici;
- Rischio di inconsistenza tra i dati e mancato aggiornamento periodico: l'azienda si prende la responsabilità di effettuare un periodico aggiornamento della base di dati con la consapevolezza che questa operazione sia di fondamentale importanza per il funzionamento del sistema;
- Rischio di incapacità di utilizzo dell'applicativo da parte dei cittadini: si progetterà un'applicazione che possa permettere all'utente di inviare una segnalazione nel modo più semplice possibile attraverso un'interfaccia semplice e immediata;
- Rischio che il sistema progettato diventi obsoleto in futuro: in tal caso sarà necessario riprogettare il sistema e trovare nuove soluzioni.

## 6.9 Analisi dei benefici

Dallo sviluppo di questo progetto possono essere individuati vari benefici che possono essere direttamente attribuiti all'azienda e altri che hanno delle conseguenze anche su altre entità.

Nel primo caso, l'azienda dalla messa in opera del progetto può ottenere molti benefici che verranno elencati di seguito per maggior chiarezza:

- Grazie alle segnalazioni online da parte degli utenti, l'azienda potrà intervenire rapidamente, riducendo così le possibili perdite d'acqua e/o eventuali altri danni provocati dalla non risoluzione del problema;

- Nel caso sia necessario prevedere e programmare degli interventi di manutenzione o modifiche della rete, viene ridotto il tempo necessario all'azienda per vedere le conseguenze sulla fornitura d'acqua agli edifici durante il periodo di intervento;
- Tramite l'uso dell'applicativo si possono simulare eventuali modifiche o nuovi allacciamenti, così da vedere su quali componenti attualmente presenti nella rete occorra intervenire, o come debba cambiare il loro stato;
- Ogni addetto operativo sul campo, può procedere in autonomia ad una riparazione o risoluzione di una segnalazione, consultando solamente le segnalazioni tramite l'applicativo mobile. In questo modo si riducono i tempi necessari per ottenere le informazioni sul luogo, sulla tipologia del problema e da quanto tempo è stato segnalato;
- Se le informazioni vengono gestite con un sistema che prevenga eventuali guasti del server, le informazioni sulla rete saranno sempre disponibili e accessibili. Queste informazioni inoltre, se saranno periodicamente aggiornate, saranno sempre affidabili e non obsolete;
- Viene ridotta la quantità di documenti cartacei che raccolgono le informazioni della rete, permettendo così una più veloce consultazione e un archivio dei dati più facilmente esportabile.

Per quanto riguarda i benefici che hanno delle conseguenze su altre entità possiamo evidenziare:

- I cittadini, potendo accedere al sistema per inviare una segnalazione, avranno un grado di soddisfazione maggiore, vedendo un sistema che riceve ed evidenzia i loro problemi;
- Vedendo una risposta ad eventuali guasti, calerà l'insoddisfazione del cittadino che vedrà un intervento tempestivo da parte dell'azienda per risolvere il problema;
- Se il progetto verrà apprezzato, l'azienda ne trarrà beneficio migliorando così la sua immagine nei confronti di eventuali clienti o competitor.

Alcuni di questi benefici possono portare a delle riduzioni dei costi stimabili. In particolare, data la migliore documentazione disponibile agli addetti dell'azienda, alla possibilità di consultazione digitale (e non più cartacea) e quella di avere informazioni sui guasti in tempo reale, si ha una riduzione delle ore lavorative per l'azienda.

Si può ipotizzare una riduzione del 5% delle ore lavorative per il primo anno di installazione del nuovo sistema, con un aumento al 10% per il secondo anno e un possibile

raggiungimento di una riduzione pari al 15% quando il sistema e gli addetti avranno un grado di esperienza adeguato. Queste percentuali possono essere stimate circa ad un monte ore annuo di 10000 per i tecnici e 25000 per gli addetti operativi.

Per quanto riguarda le riparazioni tempestive, possiamo stimare una riduzione sia sui costi dei materiali che sui costi di manutenzione. I costi dei materiali possono beneficiare di una riduzione pari al 5% stimati a 2 milioni di euro. Le perdite d'acqua causate dai guasti possono essere ridotte del 20% inizialmente, poi con una riduzione annua del 2% su un quantitativo di volume di litri annuo pari a 40 miliardi, ipotizzando un costo di 1 €/m<sup>3</sup>.

## 6.10 Valutazione dei costi

Per lo sviluppo del progetto possiamo dividere i costi in 3 macro categorie:

1. Costi per la creazione del progetto;
2. Costi di installazione;
3. Costi di gestione e manutenzione.

Valutando singolarmente queste categorie, possiamo evidenziare i costi delle singole operazioni.

### **Costi per la creazione del progetto**

Si suddividono in costi per:

- Progettazione della base di dati;
- Realizzazione della base di dati;
- Popolamento della base di dati;
- Progettazione dell'applicazione web;
- Realizzazione dell'applicazione web;
- Progettazione del plug-in;
- Realizzazione del plug-in;



### **Costi di installazione**

Si suddividono in costi per:

- Configurazione del server;
- Avvio del server;
- Configurazione dell'applicazione web;
- Avvio dell'applicazione web;
- Configurazione del plug-in;
- Avvio del plug-in;
- Formazione del personale;
- Eventuali modifiche dovute alla struttura particolare della rete aziendale;
- Fase di test.

### **Costi di gestione e manutenzione**

Si suddividono in costi per:

- Servizio di hosting del server;
- Servizio di consultazione messo a disposizione dal Comune;
- Dominio web;
- Aggiornamento e mantenimento dell'applicazione web;
- Aggiornamento e mantenimento del plug-in;
- Aggiornamento e mantenimento della base di dati;
- Eventuali interventi di supporto e assistenza.

Non è possibile sapere a priori la durata e quanti saranno gli interventi di supporto ed assistenza per cui si è provveduto ad effettuare una stima sugli interventi da effettuare.

### 6.10.1 Stima dei costi

Costo	Durata	Tariffa	Totale
Progettazione base di dati	50 h	50 €/h	2500 €
Realizzazione base di dati	50 h	50 €/h	2500 €
Popolamento base di dati	80 h	50 €/h	4000 €
Progettazione applicazione web	250 h	50 €/h	12500 €
Realizzazione applicazione web	250 h	50 €/h	12500 €
Progettazione plug-in	120 h	50 €/h	6000 €
Realizzazione plug-in	120 h	50 €/h	6000 €
Configurazione server	35 h	50 €/h	1750 €
Avvio server	35 h	50 €/h	1750 €
Configurazione applicazione web	35 h	50 €/h	1750 €
Avvio applicazione web	35 h	50 €/h	1750 €
Configurazione plug-in	35 h	50 €/h	1750 €
Avvio plug-in	35 h	50 €/h	1750 €
Formazione personale	50 h	50 €/h	2500 €
Fase di collaudo	20 h	50 €/h	1000 €
Totale costi di progetto			61200 €

Tabella 6.2: Costi progetto

Nell'analisi dei costi non viene però preso in considerazione il fatto che durante il periodo di formazione il personale che deve essere istruito all'utilizzo del sistema non potrà essere produttivo per il committente. Inoltre il livello di esperienza nell'uso del nuovo sistema crescerà con il tempo e quindi nel primo periodo d'uso, gli addetti non potranno fornire delle prestazioni al massimo della loro produttività.

Costo	Tariffa	Totale annuo
Hosting del server	100 €/mese	1200 €
Servizio del comune	10 €/mese	120 €
Dominio web	15 €/mese	180 €
Aggiornamento e manutenzione basi di dati	10% del costo di progetto	6120 €
Aggiornamento e manutenzione applicativo web	10% del costo di progetto	6120 €
Aggiornamento e manutenzione plug-in	10% del costo di progetto	6120 €
Supporto e assistenza	8 giorni lavorativi (primo anno)	3200 €
Supporto e assistenza	4 giorni lavorativi (anni successivi)	1600 €
Totale costi di gestione (primo anno)		24660 €
Totale costi di gestione (anni successivi)		23060 €

Tabella 6.3: Costi gestione



# 7

## Conclusioni

L'installazione di questo sistema da parte dell'azienda può portare a molti vantaggi. Oltre ai benefici individuati precedentemente, l'azienda può avere a disposizione un sistema per la gestione e il monitoraggio della rete che rispetta le normative ed è in grado di supportare varie funzioni, tra cui l'inserimento e la modifica, le quali precedentemente erano gestite manualmente con un periodico aggiornamento delle mappe alla situazione attuale.

Il vantaggio di avere in ogni momento delle informazioni attendibili ed aggiornate permette di evitare una fase di verifica che potrebbe richiedere un quantitativo di tempo considerevole.

É inoltre possibile ampliare o estendere l'applicazione nel tempo tramite l'inserimento di nuovi moduli e funzioni che permettano al sistema di rimanere costantemente aggiornato con le esigenze degli utenti e gli addetti della rete. La soluzione adottata inoltre può essere esportata facilmente su varie piattaforme grazie alla sua struttura e alla particolare implementazione. Questo vantaggio permetterà di estendere il sistema ad altre entità con delle modifiche, mantenendo però il core del progetto, ammortizzandone i costi futuri.

La soddisfazione dei cittadini è un fattore importante che deve essere preso in considerazione, in quanto, se si riuscirà a pubblicizzare il servizio offerto, l'azienda trarrà vantaggio dal comportamento attivo degli utenti che segnaleranno eventuali guasti o malfunzionamenti, in modo da avere un monitoraggio costante e puntuale della rete nel corso del tempo.

Il sistema permette inoltre agli addetti operativi di programmare i propri spostamenti in maniera autonoma, tramite la consultazione delle segnalazioni inviate dai cittadini. Questo permette un risparmio di tempo in quanto viene evitata la comunicazione tra l'addetto sul campo e i tecnici che coordinano le operazioni.

Si può quindi concludere che il sistema porterà all'azienda un miglioramento dei processi interni, sia in termini di efficienza che di efficacia e una conseguente soddisfazione del cittadino.

# Riferimenti

- [1] JAVA, data di consultazione: 21-05.2019.  
<https://www.java.com/it/>
- [2] POSTGRESQL, data di consultazione: 21-05.2019.  
<https://www.postgresql.org/>
- [3] OPENJUMP, data di consultazione: 21-05.2019.  
<http://www.openjump.org/>
- [4] WEB SERVER APACHE, data di consultazione: 21-05.2019.  
<https://httpd.apache.org/>
- [5] JTS, data di consultazione: 21-05.2019.  
<http://locationtech.github.io/jts/javadoc/index.html>
- [6] POSTGIS, data di consultazione: 21-05.2019.  
<https://postgis.net/>
- [7] OGC, data di consultazione: 21-05.2019.  
<http://www.opengeospatial.org/>
- [8] OPENSTREETMAP, data di consultazione: 11-06.2019.  
<https://www.openstreetmap.org/>
- [9] LEAFLET, data di consultazione: 11-06.2019.  
<https://leafletjs.com/>