

COMUNE DI GAGGIANO

PROVINCIA DI MILANO



Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo

Marzo 2009

Il presente documento è stato redatto da:



Centro Studi PIM

Via Manin, 2 – 20121 Milano
tel 02 6311901 – fax 02 653954



**Agenzia
di Ricerca e Comunicazione
per l'Ambiente**

ARCA s.a.s.

Via Statuto, 13 – 20121 Milano
tel 02 654851 – fax 02 654843



Studio Ambientale sas

Via Grasselli, 7 – 20137 Milano
tel 02 730981 – fax 02 92879746

INDICE

1	PREMESSA	4
2	ARTICOLAZIONE DEL PIANO.....	5
2.1	INDICAZIONI OPERATIVE.....	6
2.1.1	<i>Analisi metodologica.....</i>	<i>7</i>
2.1.2	<i>Elementi di piano</i>	<i>8</i>
2.1.3	<i>Modalità elaborative.....</i>	<i>9</i>
2.2	COMPATIBILITÀ AMBIENTALE	11
2.3	COSTI SOCIALI	13
2.4	RISCHI TERRITORIALI	15
2.5	INFRASTRUTTURE TECNOLOGICHE SOTTERRANEE	16
3	CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA TERRITORIALE	17
3.1	FINALITÀ E METODOLOGIA	18
3.2	LOCALIZZAZIONE GEOGRAFICA	21
3.2.1	<i>Caratteri geologici e morfologici.....</i>	<i>22</i>
3.2.2	<i>Elementi idrografici</i>	<i>22</i>
3.3	QUADRO URBANO.....	22
3.3.1	<i>Classi di superfici dell'edificato.....</i>	<i>23</i>
3.3.2	<i>Destinazione d'uso</i>	<i>23</i>
3.3.3	<i>Edifici residenziali.....</i>	<i>24</i>
3.3.4	<i>Edifici produttivi</i>	<i>26</i>
3.3.5	<i>Edifici pubblici</i>	<i>27</i>
3.4	VINCOLI STRUTTURALI E DI ATTENZIONE	28
3.4.1	<i>Vincoli territoriali e urbanistici</i>	<i>28</i>
3.4.2	<i>Vincoli sismici</i>	<i>29</i>
4	SISTEMA DELLA MOBILITÀ.....	30
4.1	GEOGRAFIA DELLA RETE STRADALE	30
4.2	MORFOLOGIA DELLA RETE STRADALE	31
5	CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA DELLE RETI.....	34
5.1	ANALISI CONOSCITIVA	34
5.1.1	<i>I gestori dei servizi</i>	<i>36</i>
5.1.2	<i>Sistema dei sottoservizi</i>	<i>38</i>

5.1.3	Verifica dati disponibili.....	61
5.1.4	Rilievi di campagna.....	62
5.1.5	Stato di efficienza delle reti.....	63
5.1.6	Computo metrico estimativo.....	64
5.2	QUALITÀ DI EROGAZIONE DEI SERVIZI	65
5.2.1	Utenze Servite.....	65
5.2.2	Utenze Connesse alla Capacità Insediativa	65
5.2.3	Flussi, portata e traffico.....	65
5.2.4	Censimento disservizi e criticità.....	65
5.3	PROGETTAZIONE DEI SISTEMI A RETE	66
5.3.1	Percorsi longitudinali e derivazione verso gli edifici.....	68
5.3.2	Infrastrutture ausiliarie (pozzetti, camerette)	68
5.3.3	Gerarchizzazione delle reti e strutture tecnologiche.....	69
5.3.4	Categorie standard di ubicazione	84
5.4	INTERVENTI OPERATIVI	85
5.4.1	Indagini dirette e indirette.....	86
5.4.2	Analisi rischio	87
5.4.3	Barriere architettoniche	87
5.4.4	Indirizzi costruttivi	88
5.4.5	Ubicazione degli impianti	89
5.4.6	Organizzazione dei cantieri.....	91
5.5	ESIGENZA DI ADEGUAMENTO DEI SISTEMI	92
6	PIANO DELL'INFRASTRUTTURAZIONE	93
6.1	INDIRIZZI GENERALI	93
6.2	ELEMENTI DI PRIORITÀ	95
6.3	CRITERI DI INFRASTRUTTURAZIONE.....	97
6.4	MODALITÀ DI PIANIFICAZIONE	97
6.5	FASE DI PIANIFICAZIONE.....	99
6.5.1	L'incrocio.....	99
6.5.2	Le strade.....	100
6.5.3	Aree e Classi di Fattibilità Territoriale.....	101
	Criteri di valutazione.....	101
	Classificazione per aree.....	102
	Priorità di intervento	103
6.6	INFRASTRUTTURAZIONE	105

7	CONCLUSIONI	109
8	BIBLIOGRAFIA.....	111

ALLEGATI CARTOGRAFICI IN RELAZIONE

- Inquadramento geoterritoriale (pag. 21)
- Analisi urbanistiche (pag. 22)
- Sistema della mobilità(pag. 31)
- Sistema dell'infrastrutturazione del sottosuolo stradale(pag. 105 - 106)

SOTTOSERVIZI

Tav. 1 – Rete dell'Acquedotto

Tav. 2 – Rete della Fognatura

Tav. 3 – Rete del Gas

1 PREMESSA

Il Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo (PUGSS) è lo strumento di pianificazione del sottosuolo previsto dalla Direttiva della Presidenza del Consiglio dei Ministri del 3/3/99, dalla Legge Regionale Lombarda n. 26, titolo IV, approvata il 12/12/2003 e dal Regolamento Regionale n. 3/05.

L'Amministrazione comunale, sulla base di queste disposizioni, ha predisposto il PUGSS come strumento di governo e di gestione del sottosuolo.

La Legge Urbanistica della Regione Lombardia n. 12/05, nell'indicare l'elaborazione del Piano di Governo del Territorio (PGT), prevede all'articolo 9 l'elaborazione del "Piano dei Servizi".

Il citato articolo al comma 8 stabilisce che il Piano dei Servizi è integrato, per quanto riguarda l'infrastrutturazione del sottosuolo, con le disposizioni del Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo (PUGSS), di cui all'articolo 38 della legge regionale 12 dicembre 2003, n. 26 (Disciplina dei servizi locali di interesse economico generale. Norme in materia di gestione dei rifiuti, di energia, di utilizzo del sottosuolo e di risorse idriche).

Seguendo queste disposizioni l'Amministrazione Comunale ha attivato un processo di pianificazione che ha portato ad elaborare la proposta di P.U.G.S.S.

Il lavoro a carattere interdisciplinare consta della relazione tecnica e della cartografia tematica secondo le disposizioni regionali ed allegato.

2 ARTICOLAZIONE DEL PIANO

Le disposizioni contenute nel Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo sono volte all'organizzazione, alla gestione razionale del sottosuolo stradale e dei servizi presenti nel sottosuolo.

La progressiva liberalizzazione dei servizi a rete, la crescita delle telecomunicazioni, le maggiori richieste di uso del sottosuolo e la diffusa presenza di reti impongono che l'Amministrazione Comunale attivi una fase di governo del sottosuolo stradale nell'ambito urbano, sia come area potenziale di sviluppo rispetto al soprassuolo sia per l'infrastrutturazione della città.

Il piano punta alla gestione del sottosuolo stradale come strumento speculare rispetto alla pianificazione di superficie.

Il Piano del Sottosuolo dovrà essere costantemente implementato da diverse attività conoscitive ed operative che permettano di farne uno strumento di governo al servizio e come supporto del soprassuolo.

Il Comune, non appena definito il piano generale di uso del sottosuolo, dovrà operare su diversi livelli per:

- Dotare nel tempo il territorio comunale di un sistema di infrastrutture in grado di collocare in modo ordinato i diversi servizi con facile accesso per la gestione e la manutenzione dei sottosistemi. Tale struttura dovrà permettere di realizzare economie di scala a medio e lungo termine, offrire un servizio efficiente, riducendo i disservizi, assicurare sistemi di prevenzione e di segnalazione automatica, nonché permettere la posa di nuovi sottosistemi.
- Conseguire un quadro conoscitivo dei sottosistemi presenti secondo gli standard fissati dalla Regione Lombardia. Tale quadro dovrà essere dotato di informazioni sulle caratteristiche tecniche delle reti, sulla tipologia dei servizi forniti e sull'ubicazione spaziale delle reti.
- Ridurre, in base ad una programmazione, le operazioni di scavo per interventi sulle reti con conseguente smantellamento e ripristino delle sedi stradali. In tal modo si punta a limitare i costi sociali ed economici, evitando la congestione del traffico veicolare e pedonale delle strade e dei marciapiedi.
- Promuovere le modalità di posa che favoriscano le tecniche senza scavo (No - Dig) e gli usi plurimi di allocazione dei sistemi.

Questo processo di gestione del territorio dovrà partire dai sottoservizi a rete ed estendersi nel tempo all'insieme delle funzioni presenti nel sottosuolo urbano.

Il piano del sottosuolo punta ad un miglioramento qualitativo e quantitativo dei servizi offerti alla città, un utilizzo più organico del sottosuolo stradale e minori costi sociali per la collettività.

2.1 Indicazioni operative

Il Comune, nel rispetto delle indicazioni della normativa vigente, ha deciso di procedere alla pianificazione ed alla riorganizzazione del sottosuolo urbano e alla conoscenza dei sottoservizi presenti.

Questa azione passa anche attraverso l'analisi della tipologia tecnologica e dell'ubicazione fisica dei vari servizi presenti nel sottosuolo stradale.

In quest'opera due azioni rappresentano gli elementi di base su cui costruire una nuova fase della gestione del sottosuolo pubblico urbano nell'ambito stradale:

- l'approvazione del regolamento per gestire gli interventi relativi al sottosuolo;
- l'attivazione dell'ufficio del sottosuolo.

Questi due elementi permetteranno al Comune di fornire ai soggetti interessati (enti e gestori), un quadro normativo di riferimento da seguire per la gestione e per l'uso del sottosuolo ed un coordinamento dei loro interventi nel breve e nel lungo periodo.

Questo processo permetterà di definire programmi di sviluppo del sottosuolo in sintonia con le scelte urbanistiche ed i piani industriali dei gestori.

La gestione ed il coordinamento degli interventi nel sottosuolo stradale prevedono, come condizione imprescindibile, che il comune abbia una reale conoscenza del sistema delle reti ubicate e delle caratteristiche idrogeologiche del sottosuolo.

La conoscenza delle caratteristiche del sottosuolo e del sistema delle reti dovrà portare ad una riorganizzazione dei sottosistemi a rete in infrastrutture tecnologiche sotterranee che ingloberanno parte o l'insieme dei sistemi a rete assicurandone un'elevata qualità tecnologica ed efficienza gestionale.

2.1.1 Analisi metodologica

Le considerazioni principali su cui è stato impostato il lavoro di analisi, finalizzato alla predisposizione del piano, sono le seguenti:

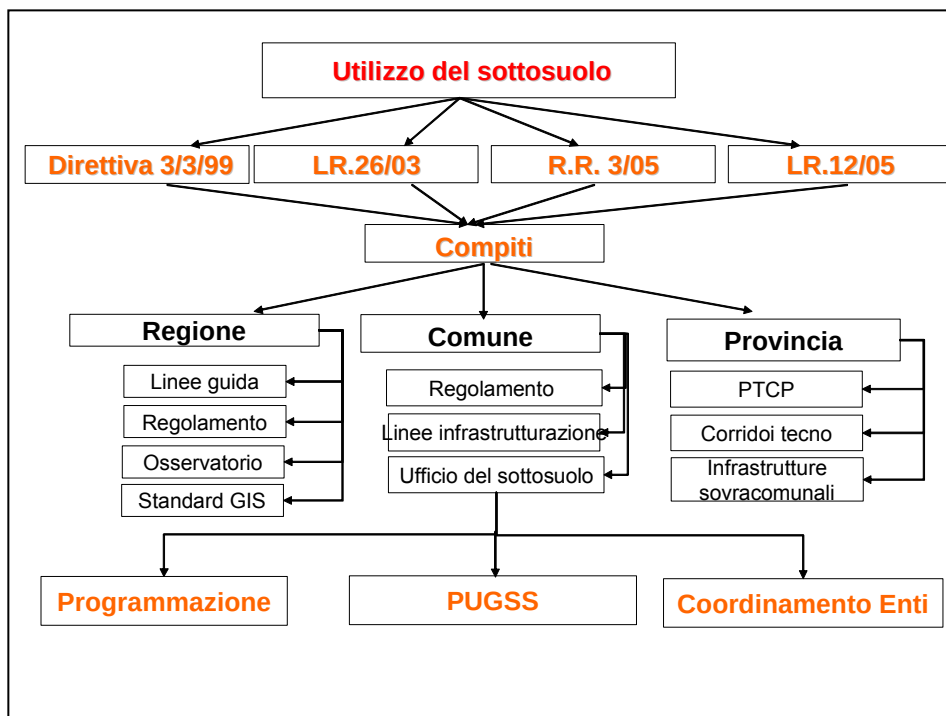
- 1) Il sottosuolo urbano stradale è considerato una dotazione pubblica ed un'opportunità al servizio delle necessità della collettività comunale.
Va utilizzato ed opportunamente gestito a favore dello sviluppo urbano e di un migliore uso dei servizi offerti alla vita economico – sociale della città.
Il sottosuolo stradale è un bene pubblico limitato arealmente ed è condizionato dagli aspetti idrogeologici e geotecnici dei suoli.
Le attività autorizzative nel territorio stradale superficiale e sotterraneo dovranno essere guidate dalle norme tecnico – amministrative presenti nel regolamento del sottosuolo.
- 2) La ricognizione degli aspetti territoriali ed urbanistici presenti e la conoscenza quantitativa dei sistemi a rete dovranno essere costantemente aggiornate con un lavoro di dettaglio e di georeferenziazione, seguendo gli standard preparati dalla Regione Lombardia.
I dati di gestione e di funzionamento delle reti nel territorio dovranno essere forniti al Comune ed aggiornati dai gestori in modo da poter implementare il SIT (Sistema Informativo Territoriale) comunale e la banca dati dei servizi alla città.
- 3) Il piano, nel guidare il processo di infrastrutturazione e di uso del sottosuolo, dovrà essere coordinato con le attività di trasformazione e di miglioramento urbano in stretto collegamento con il Piano dei Servizi che costituisce parte integrante del Piano di Governo del Territorio.

Il Piano è stato sviluppato con un ordine pianificatorio per soddisfare alle varie esigenze cittadine (abitativo, lavorativo e attività pubbliche) e rispondere alle caratteristiche territoriali presenti in una logica di uso sostenibile e di prevenzione dei rischi naturali.

La pianificazione del sottosuolo dovrà apportare elementi di valorizzazione infrastrutturale ed ambientale, affermando logiche di innovazione, di vivibilità e di qualità della vita urbana.

L'approccio verso il sottosuolo come risorsa pubblica dovrà determinare introiti economici per il Comune sia per estendere progressivamente le infrastrutture sia per tenere in efficienza il sistema a rete attualmente utilizzato dai gestori.

Lo schema metodologico delle attività svolte e da svolgere in base alle normative introdotte dal 1999 fino alla nuova Legge Regionale Urbanistica del 2005 è sintetizzato in Figura.



Schema metodologico delle attività svolte e da svolgere in base alle normative introdotte dal 1999 (Direttiva Micheli) fino alla nuova Legge Regionale Urbanistica del 2005.

2.1.2 Elementi di piano

Il piano è impostato seguendo lo schema strategico indicato nelle linee guida regionali (RR 03/05).

La prima fase, propedeutica a qualsiasi indirizzo, è la fase conoscitiva dei fattori strutturali presenti nel territorio urbano.

I fattori che sono stati considerati sono:

- gli elementi geo – territoriali;
- gli aspetti urbanistici con i vincoli;
- il sistema delle strade urbane ;
- la realtà dei sottoservizi a rete.

La loro conoscenza, in questa fase, si rifà alle elaborazioni di settore sviluppate a supporto del PGT e ai dati tecnico – informatici messi a disposizione dal Comune.

I documenti che sono stati utilizzati riguardano la componente geologica, l'individuazione del reticolo idrico, le analisi urbanistiche e gli studi territoriali e sulle reti tecnologiche.

Questi dati sono stati forniti dagli uffici comunali e dal Sistema Informativo Territoriale della Regione Lombardia.

La lettura e l'elaborazione di questi fattori ha permesso di evidenziare il quadro territoriale, il grado di infrastrutturazione e gli interventi effettuati nel sottosuolo.

Il piano dei sottoservizi nella sua attuazione dovrà rispondere alle esigenze di sviluppo sostenibile, alle indicazioni di legge e dovrà riuscire a migliorare il rapporto uso del sottosuolo ed attività sociali presenti in città e sulle strade.

Il piano indica il processo tecnico e temporale per dotare il territorio comunale di infrastrutture che:

- o garantiscano la regolarità, la continuità e la qualità nell'erogazione dei servizi, in condizioni di uguaglianza nella fruibilità di strutture pubbliche al servizio della città gestite da operatori di settore specializzati;
- o riducano i costi sociali (congestione del traffico, problemi per i pedoni, rumori ed intralci) che subiscono i cittadini per le continue manomissioni delle strade a causa del mancato coordinamento degli interventi;
- o salvaguardino l'ambiente, in termini di difesa del suolo, di inquinamento del sottosuolo e dei corpi idrici sotterranei, di tutela paesaggistica ed architettonica.

2.1.3 Modalità elaborative

Il piano del sottosuolo (PUGSS), in base alle disposizioni normative, è lo strumento generale di pianificazione e gestione del suolo e sottosuolo stradale e urbano in relazione agli indirizzi previsti dal Piano di Governo del Territorio (PGT) ed è parte integrante del Piano dei Servizi, come previsto dalla nuova Legge Regionale n. 12 del 2005.

Le previsioni di piano devono quindi essere commisurate alle esigenze di servizi di prima utilità richieste dall'utenza cittadina e rispondere ai criteri di sviluppo comunale e sovracomunale.

In relazione a quanto sopra accennato, il PUGSS si va a configurare come uno strumento speculare al PGT, ovvero uno strumento di organizzazione ed urbanizzazione del sottosuolo, che viene infrastrutturato per l'alloggiamento dei servizi a rete in connessione dove sarà possibile con strutture ed infrastrutture urbane che non trovano più spazio al di sopra delle strade (garage, punti di stoccaggio, metropolitane, ferrovie, punti di vendita o espositivi etc.).

In tale ottica va tenuto in grande considerazione il fatto che il sottosuolo stradale è fortemente condizionato dalla sua composizione geolitologica, dalla permeabilità del terreno, dalla presenza della falda idrica e dalla situazione idraulica.

La diffusa presenza di sottoservizi, che si dispiegano nelle maglie stradali, evidenzia la necessità di attivare una gestione razionale dei diversi sistemi in una infrastruttura innovativa e con sistemi gestionali tecnologicamente avanzati.

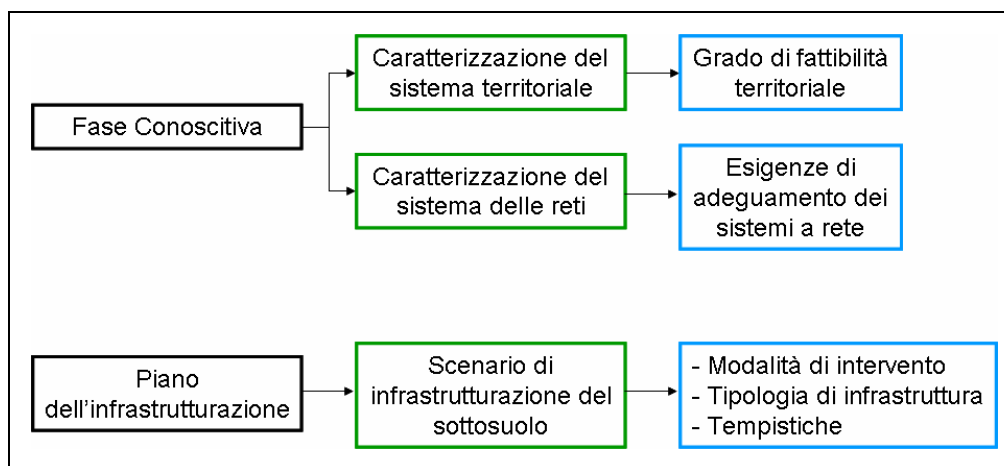
I disservizi diffusi, che richiedono interventi di vario tipo nell'arco dell'anno, sono un chiaro segnale di un sistema che va migliorato e profondamente rivisitato.

L'approccio, volto al miglioramento, comporta un impegno economico che la collettività urbana dovrà sostenere per raggiungere gli standard di innovazione, di sicurezza e di qualità previsti a livello europeo.

Il P.U.G.S.S. è stato elaborato seguendo la struttura proposta dalla nuova legge regionale per il Piano di Governo del Territorio, adattandola alle esigenze del sottosuolo come prescrivono la L.R. 26/2003 ed il Regolamento Regionale n. 3 del febbraio 2005.

Il Piano, come descritto dallo schema riportato in Figura, si compone di due elaborati principali:

- Il Documento di piano;
- Il Piano di Infrastrutturazione.



Elaborati principali del Piano Urbano Generale dei Servizi nel Sottosuolo (PUGSS).

2.2 Compatibilità ambientale

La pianificazione degli interventi sul suolo e sul sottosuolo stradale e urbano deve contemplare la salvaguardia dei sistemi territoriali, con particolare riferimento a:

- difesa del suolo;
- inquinamento del sottosuolo e dei corpi idrici sotterranei;
- emergenze ambientali, paesaggistiche ed architettoniche, in conformità agli indirizzi dei diversi livelli di pianificazione e di tutela del territorio.

La prevenzione, in tal senso, va perseguita sia in fase di alloggiamento dei sistemi sia nella gestione dei diversi servizi.

Per le nuove infrastrutturazioni è necessario adottare la procedura di VIA qualora vengano coinvolti in modo importante i sistemi urbani e territoriali presenti, in particolare per quanto concerne gli aspetti di compromissione delle falde idriche, di dissesto territoriale, di inquinamento atmosferico ed acustico.

La prevenzione e il contenimento dei processi di degrado deve essere seguita sempre, come prassi di base, per raggiungere standard di qualità sempre più alti nel rispetto delle normative vigenti.

Il sottosuolo urbano, nell'ambito della rete stradale, è diffusamente occupato da un sistema di sottoservizi che svolge un servizio indispensabile alla vita cittadina.

La posa dei diversi sistemi nel tempo ha seguito la crescita del comune ed è stata realizzata con logiche differenti, in base alle esigenze tecnologiche dei diversi gestori.

La diffusione e la diramazione delle reti hanno risposto alle esigenze degli insediamenti urbani o produttivi che nel tempo si sono espresse a livello comunale.

È mancata quindi un'azione di pianificazione generale sia del singolo servizio ed ancor meno dell'insieme dei servizi.

Questo processo ha portato a realizzare uno sviluppo delle reti con maglie che corrono nelle strade urbane con caratteristiche e funzioni differenti.

L'Amministrazione Comunale attualmente conosce in modo parziale l'ubicazione topografica, lo stato di qualità dei sistemi alloggiati nel sottosuolo, il loro grado di efficienza ed i piani di manutenzione e di sviluppo definiti dai gestori.

A tal proposito, le disposizioni di legge richiedono un'azione da parte del Comune affinché fornisca una conoscenza completa dei sistemi e assicuri il rispetto di tutte le misure di sicurezza e di affidabilità dei servizi per prevenire rischi, pericoli e collassi del sistema.

Un altro segnale, che spinge alla verifica dei sistemi ed in molti casi al loro significativo rinnovamento, è dato dai ripetuti interventi di manutenzione che devono essere effettuati

da ogni singolo gestore e che globalmente interessano l'intero suolo urbanizzato e che denotano una diffusa vecchiaia dei sistemi a rete presenti.

L'obiettivo del lavoro di riordino e di gestione del sottosuolo è quello di offrire in tempi brevi alla città un sistema efficiente, facilmente controllabile ed affidabile nel funzionamento.

Tutto ciò può essere attuato se il sistema di infrastrutturazione risponde ai criteri di efficienza, efficacia ed economicità rispetto ai servizi richiesti e alla qualità ambientale attesa.

- **Efficienza**

L'efficienza va intesa come la "capacità di garantire la razionale utilizzazione del sottosuolo e dei servizi presenti". L'obiettivo è il raggiungimento di una situazione di "ottimalità produttiva", da intendersi sia come massimizzazione del servizio fornito date le risorse disponibili, cioè "efficienza tecnologica", sia come scelta della combinazione produttiva tecnologicamente più efficiente, ossia "efficienza gestionale".

- **Efficacia**

L'efficacia è definita come la "capacità di garantire la qualità del servizio in accordo con la domanda delle aree urbane servite e le esigenze della tutela ambientale". Rappresenta una misura del soddisfacimento del bisogno ed è legata alla qualità del servizio reso alla collettività. Tra gli elementi di giudizio dell'efficacia ci sono la continuità del servizio, la rapidità d'intervento in caso di guasti, mentre in termini ambientali si deve considerare il contenimento di perdite con eventuale grado di contaminazione e di sprechi di risorse idriche o elettriche.

- **Economicità**

L'economicità indica una misura della redditività della gestione del servizio. Uno dei maggiori problemi da affrontare riguarda l'adeguamento delle tariffe alle caratteristiche operative del servizio, in particolare al suo costo effettivo di produzione. Data la forte correlazione tra la redditività della gestione aziendale (e quindi dell'economicità), la formazione della tariffa e gli investimenti in infrastrutture, si deve tendere a raggiungere l'obiettivo di massimizzare l'economicità dei servizi erogati, attraverso l'attivazione di significative economie di scala che tendono ad abbattere i disservizi e gli sprechi.

2.3 Costi sociali

Un obiettivo del piano è quello di ridurre i costi sociali per la cittadinanza e per le attività economiche presenti.

I costi sociali si evidenziano principalmente nella fase di cantierizzazione a livello di disagi diffusi alla città, negli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria ripetuti e skoordinati tra i gestori e negli allacciamenti degli utenti alle reti.

Il piano, sia come impostazione generale sia a livello attuativo, persegue l'obiettivo di

limitare i fastidi alla città e di prevenire le situazioni di pericolo offrendo servizi al massimo livello.

Lo sforzo di analisi nella fase di realizzazione deve tendere ad inserire, in modo fisiologico e sostenibile, il cantiere nel comune, nel quartiere e nella strada, contenendo al massimo i disturbi e le diseconomie.

I costi sociali e marginali sono:

- per la città: i disagi arrecati ai residenti ed agli operatori economici immediatamente influenzati dall'area dei lavori per:
 - l'inquinamento acustico ed atmosferico (fumi, polveri);
 - la presenza dei mezzi di cantiere;
 - la movimentazione e il parcheggio dei mezzi di supporto, che ingombrano ed affollano l'area.

In molti casi possono essere causati danni alle mura delle case e alle strutture urbane (porte, vetrate, inferriate). In altri casi il cantiere può creare danni al sistema del verde e nei casi peggiori determinare impatti sul paesaggio e sulla morfologia dei suoli attraverso scavi e ripristini non realizzati nel rispetto delle caratteristiche geomorfologiche, idrogeologiche e paesaggistiche.

- per la viabilità: i disturbi arrecati alla circolazione dei pedoni, del traffico veicolare e dei mezzi di trasporto pubblico che, a causa dei lavori, vengono rallentati con conseguenze sui consumi energetici, sull'aumento di emissioni degli scarichi veicolari e le perdite di tempo connesse alla congestione veicolare.

Questi fattori di disagio e di diseconomia non sono computati negli oneri economici relativi a queste opere e sono scaricati sulla città ed i suoi abitanti.



L'intervento nella strada sulle reti viene considerato alla stregua di un'azione di emergenza necessaria per il quartiere e per la città.

È un approccio vecchio ed oneroso che va rivisto, sviluppando studi sulle modalità di cantierizzazione, sui tempi di esecuzione delle opere e delle interruzioni e sui costi arrecati alla collettività. Questi fattori vanno valutati e studiati, ricercando soluzioni per limitare al massimo le diseconomie e soprattutto contabilizzati nei costi dell'opera.

I costi sociali a carico della collettività, che necessitano di una stima economica, non essendo monetizzati, sono:

- rallentamento del traffico veicolare;
- inquinamento atmosferico;
- inquinamento acustico;
- problemi alle attività di scarico-carico merci;
- problemi alla pedonalità;
- incremento dell'incidentalità;
- interruzione dei servizi soggetti ad intervento;
- usura dei mezzi di trasporto per dissesti stradali.

Inoltre sarebbe necessario uno specifico studio per calcolare i costi economici che l'Amministrazione Comunale sopporta per la riduzione delle entrate dalle attività che non possono coesistere con la presenza di cantieri stradali.

Tali costi sono dovuti a:

- mancata occupazione dei parcheggi pubblici a pagamento nelle strade e nelle piazze;
- mancate occupazioni permanenti di suolo pubblico per attività di vario genere (es.: bar, esposizione, ecc...);
- mancate occupazioni temporanee di suolo pubblico (mercati ed ambulanti in genere);
- impiego di maggiore personale della Vigilanza Pubblica nell'area interessata dai lavori;
- impiego di Tecnici Comunali per le attività di controllo e di supervisione;
- degrado del manto stradale, dei marciapiedi e del verde urbano e necessità di rifacimenti parziali o totali.

2.4 Rischi territoriali

Il piano del sottosuolo nella sua elaborazione ha valutato i diversi rischi cui l'infrastruttura e le reti dei servizi alloggiati nel sottosuolo stradale possono andare incontro. I rischi derivano dalle incidenze geologiche, idrogeologiche e sismiche che possono determinarsi nel territorio a causa della situazione strutturale presente. Il rischio sismico, dato un evento sismico di caratteristiche prefissate, è dipendente dall'estensione e dalla tipologia della zona interessata dall'evento, dal valore dei beni esposti e dalla pericolosità sismica (Pubblicazioni G.N.D. Terremoti del CNR).

Un terremoto sufficientemente forte produce tre tipi d'effetti principali:

- sul suolo;
- sugli edifici;
- sulle persone.

Per un sistema urbano il rischio (R) può essere descritto simbolicamente dalla relazione:

$$R = Pr (PI \times Eu \times Vs)$$

Pr – pericolosità di riferimento – definisce l'entità massima dei terremoti ipotizzabili per una determinata area in un determinato intervallo di tempo. Questo fattore è indipendente dalla presenza di manufatti o persone e non può essere in alcun modo modificato dall'intervento umano, essendo esclusivamente correlato alle caratteristiche sismogenetiche dell'area interessata. Costituisce l'input energetico in base al quale commisurare gli effetti generabili da un evento sismico.

PI - pericolosità locale – rappresenta la modificazione indotta da condizioni geologiche particolari e dalla morfologia del suolo all'intensità con cui le onde sismiche si manifestano in superficie.

Eu – esposizione urbana – descrive tutto quanto esiste ed insiste su di un determinato territorio: dalla consistenza della popolazione, al complesso del patrimonio edilizio - infrastrutturale e delle attività sociali ed economiche.

Vs – vulnerabilità del sistema urbano – è riferita alla capacità strutturale che l'intero sistema urbano o parte di esso ha nel resistere agli effetti di un terremoto di data intensità. Ci si può rendere conto immediatamente che si tratta di argomenti assai diversi, che implicano competenze disciplinari ben distinte: geologia e sismologia applicata per la pericolosità; ingegneria e urbanistica per la vulnerabilità e l'esposizione.

Il GNDR, a livello nazionale, pur nella visione unitaria riferita agli obiettivi preposti, ha affidato a distinte linee di ricerca il compito di studiare tali argomenti. Sono così state messe a punto metodologie che consentono di definire i parametri che concorrono a

determinare il rischio sismico. Il comune in base all'Ordinanza della Presidenza del Consiglio dei Ministri n. 3274 del 20/3/03, viene considerato tra i comuni che presentano rischio sismico basso (zona 4).

2.5 Infrastrutture tecnologiche sotterranee

Le infrastrutture tecnologiche sotterranee sono le gallerie ed i cunicoli tecnologici utilizzabili per il passaggio dei sistemi a rete previsti dalla normativa di settore.

La legge regionale 26/03 all'art. 34 definisce l'infrastruttura come il manufatto sotterraneo, conforme alle norme tecniche UNI-CEI, atto a raccogliere, al proprio interno, tutti i servizi a rete compatibili in condizioni di sicurezza e tali da assicurare il tempestivo libero accesso per gli interventi legati alla continuità del servizio.

Il cunicolo tecnologico permette la posa dell'insieme dei sottoservizi in una struttura facilmente accessibile, ampliabile con nuovi sistemi e controllabile con videoispezioni.

Tale sistema offre la possibilità di rinnovare le reti, di espanderle, di assicurare una manutenzione agile ed un pronto intervento tempestivo.

I cunicoli tecnologici possono essere realizzati con differenti tipologie di infrastrutture e differenti dimensioni.

Un esempio di strada infrastrutturata con cunicolo tecnologico è mostrata in Figura.



Esempio di strada infrastrutturata con cunicolo tecnologico.

3 CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA TERRITORIALE

Il documento di piano, costituisce la fase preliminare di conoscenza della realtà cittadina, momento in cui si vanno ad individuare i campi di indagine e di intervento che formano l'oggetto stesso del piano e permetteranno di delineare gli scenari di sviluppo dell'infrastrutturazione sotterranea con strutture sotterranee polifunzionali (gallerie e cunicoli tecnologici) ed i possibili utilizzi dell'area demaniale del sottosuolo stradale.

È quindi la base di lavoro necessaria per impostare la strategia di infrastrutturazione nella fase di Piano.

Il documento di piano si articola in due momenti distinti, che offrono la possibilità di valutare le potenzialità e le necessità del soprasuolo, del sottosuolo e le loro reciproche interazioni ed interferenze, ovvero:

- la caratterizzazione del sistema territoriale;
- la caratterizzazione del sistema dei servizi a rete.

Entrambi i momenti mirano a fornire una visione dello stato di fatto della realtà urbana complessiva, attraverso una ricognizione dello stato attuale, una valutazione dei fabbisogni della città in termini di offerta di servizi e del relativo soddisfacimento, della previsione di sviluppo urbanistico a carattere comunale e sovracomunale.

La caratterizzazione territoriale, in base a quanto previsto dalla tabella 1 del R.R. n. 3 del 2005, analizza i seguenti aspetti:

- situazione geoterritoriale che va a focalizzare i caratteri strutturali, i rischi e le prescrizioni tecniche nell'uso del sottosuolo;
- quadro urbano, che individua gli elementi che caratterizzano la città come composizione sociale, produttiva, commerciale ed a livello di dotazione di servizi, attrezzature pubbliche;
- classificazione di vincoli per effetto sul sottosuolo, che definisce le limitazioni ed i fattori di attenzione da considerare nella definizione dell'infrastrutturazione sotterranea;
- sistema stradale, relativamente al suo sviluppo, ai rapporti gerarchici con il territorio urbano ed extraurbano, all'utilizzo ed alle situazioni di criticità presenti.

La caratterizzazione territoriale ha come sintesi la definizione delle aree in cui l'infrastrutturazione del sottosuolo è possibile ed agevole dal punto di vista tecnico - realizzativo e necessaria dal punto di vista del carico insediativo residenziale, produttivo e lavorativo in genere e dal punto di vista sociale.

Questa analisi evidenzia la possibilità di operare interventi nel sottosuolo stradale e le limitazioni territoriali ed urbane da considerare in fase progettuale, per un corretto inserimento ambientale del sistema di infrastrutturazione.

La seconda fase del documento di piano è data dalla caratterizzazione dei sistemi a rete che, in base alla tabella 2 del R.R. n. 3 del 2005, affronta il tema della realtà dei servizi presenti nel territorio comunale ed i relativi gestori.

L'analisi congiunta delle componenti investigate e delle problematiche emerse definisce i livelli di fattibilità territoriale rispetto alle esigenze di adeguamento dei sistemi tecnologici nel sottosuolo a livello comunale e permette di definire le linee di piano.

3.1 Finalità e metodologia

La caratterizzazione territoriale valuta la realtà urbana strutturata ed infrastrutturata ed il contesto territoriale presente.

L'analisi punta ad ottenere una visione completa degli elementi costituenti il suolo ed il sottosuolo relativamente a:

- il territorio comunale nella conformazione geomorfologia, idrogeologica ed urbanistica, per poter delineare la situazione strutturale del sottosuolo stradale e le situazioni insediative presenti e future;
- la rete stradale analizzata nella sua gerarchia e nelle sue funzioni di collegamento comunale e sovracomunale con ricostruzione dello sviluppo nel tempo.

L'analisi dei diversi fattori permette di fornire un'informazione articolata di tutti gli elementi che vanno considerati nella progettazione dell'infrastruttura polifunzionale che potrà essere realizzata nel tempo.

L'elaborazione dei diversi elementi analizzati ha permesso di delineare i caratteri salienti del territorio.

I tematismi trattati nell'ambito della caratterizzazione territoriale sono:

- a) Situazione geoterritoriale;
- b) Quadro urbano;
- c) Vincoli strutturali e di attenzione per effetti sul sottosuolo;
- d) Sistema stradale urbano.

Situazione geoterritoriale

L'analisi degli elementi territoriali individua gli elementi geostrutturali che caratterizzano l'area di studio e agevolano o complicano la fattibilità realizzativa e la potenzialità per l'urbanizzazione del sottosuolo.

In fase di progetto è necessaria una conoscenza di dettaglio del sottosuolo a livello:

- idrogeologico, individuando le caratteristiche della permeabilità e della trasmissività nell'area comunale e la rete fluviale con la gerarchia del sistema.
- geotecnico, con descrizione delle caratteristiche di portanza del terreno
- sismico, con l'individuazione del rischio come definito dall'ordinanza n. 3274 del 20 Marzo 2003 sulla base degli studi effettuati a livello nazionale e regionale.

Quadro urbano

Il quadro urbano analizza le destinazioni d'uso delle aree insediate con la presenza di attività lavorative, di servizi di carattere pubblico e di nuclei insediativi. La lettura degli elementi insediativi e dei suoi processi evolutivi deve portare a determinare il grado di complessità e di necessità di ogni area del territorio urbano in modo da valutare, attraverso le informazioni dirette e le proiezioni, "quanto" e "come" sono vissute le strade di ogni area. Queste strutture nel loro sottosuolo sono alloggiati i sottoservizi a rete.

I parametri analizzati sono i seguenti:

- Destinazione d'uso;
- Quadro degli immobili e loro dimensioni;
- Presenza di attività lavorative;
- Allacci;
- Sistema dei principali servizi a carattere pubblico esistenti che si configurano come grossi attrattori di utenze e che necessitano servizi efficienti per il ruolo che svolgono nel contesto urbano e sociale.

Questa analisi fornisce il quadro dei bisogni di servizi a carattere abitativo e lavorativo che sono forniti o che nel futuro devono essere erogati e le richieste di nuovi servizi in base alle nuove tecnologie proposte dal mercato. L'analisi degli immobili permette di determinare una stima del numero di allacci presenti nel comune mentre la valutazione degli allacci a carattere generale e per area porta ad una stima della dimensione dei servizi che devono essere forniti.

Classificazione dei vincoli strutturali e di attenzione per effetti sul sottosuolo

I vincoli naturali o antropici rappresentano fattori di attenzione verso situazioni che possono determinare problemi o limitazione di diverso genere nell'utilizzo del sottosuolo.

L'analisi valuta i vincoli in funzione dell'effetto che hanno sul sottosuolo.

Essi sono classificabili in:

- vincoli territoriali;
- vincoli relativi ai beni ambientali, paesaggistici.

Sistema stradale urbano

Il sistema stradale rappresenta la rete strutturale urbana per le relazioni sociali, per la mobilità e per i rapporti economici della città.

Il sistema stradale è stato scelto, nel tempo, come sede per la posa dei servizi a rete che, dalle rispettive centrali, arriva alle utenze urbane.

Questa doppia funzione va attentamente valutata per le implicazioni operative e per le interferenze che possono determinarsi per la vita della città.

Questi molteplici aspetti vengono affrontati attraverso due momenti di analisi: il primo riguarda gli aspetti strutturali e funzionali, mentre il secondo interessa la presenza dei sistemi a reti e le necessità future.

L'analisi del sistema stradale mira ad individuare la gerarchia e la struttura della viabilità comunale e gli elementi funzionali che lo caratterizzano.

I parametri considerati sono i seguenti:

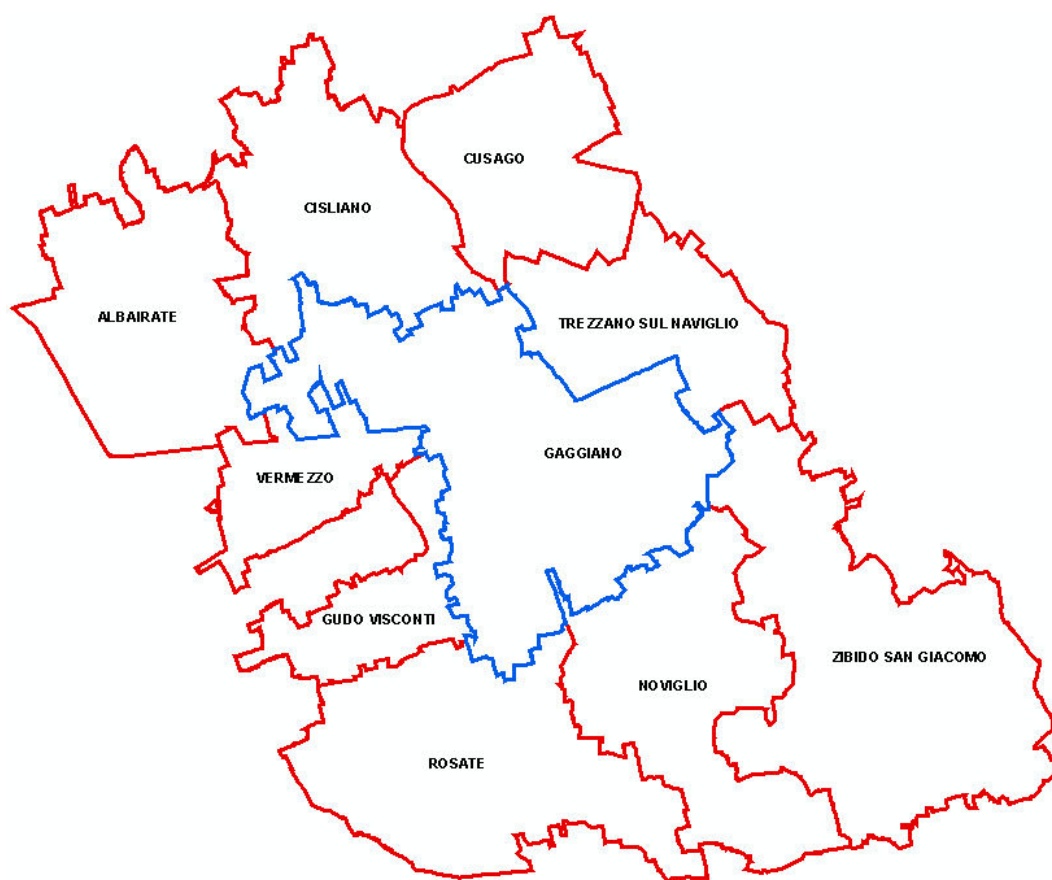
- Aspetti dimensionali del sistema stradale;
- Classificazione della rete viaria;
- Principali funzioni presenti.

3.2 Localizzazione Geografica

Il Comune è in Provincia di Milano e confina a partire da nord e procedendo in senso orario, con i seguenti comuni: Albairate, Cislano, Cusago, Trezzano sul Naviglio, Zibido San Giacomo, Noviglio, Rosate, Gudo Visconti e Vermezzo.

Le aree più urbanizzate sono concentrate nella parte centrale del territorio comunale.

Gli abitanti sono 8.650 (dato comunale del 30/6/2007).



Inquadramento territoriale

3.2.1 Caratteri geologici e morfologici

Dal punto di vista geomorfologico il territorio comunale appartiene alla Media Pianura Padana, caratterizzata da aree pianeggianti con numerosi paleovalvei ad andamento sinuoso. La litologia superficiale è rappresentata da depositi fluvioglaciali e fluviali Wurmiani del Pleistocene superiore, costituiti da sabbie e ghiaie.

3.2.2 Elementi idrografici

La superficie dell'area in esame è attraversata dal Naviglio Grande che si sviluppa per una lunghezza di circa 5.4 Km.

3.3 Quadro urbano

Per analisi dell'ambiente urbano si intende la lettura del contesto di riferimento della strada, ovvero le parti della città servite dalla strada stessa.

La porzione urbanizzata del territorio comunale occupa una superficie di 1,9 Km² circa, pari al 2,1% dell'intero territorio comunale.



3.3.1 Classi di superfici dell'edificato

L'analisi dell'aerofotogrammetrico ha permesso di rilevare tutti i poligoni classificati come edifici e su questi effettuare elaborazioni di tipo grafico e numerico.

Come primo passo gli edifici sono stati classificati in base alla loro superficie secondo quattro categorie al fine di fornire un quadro della porzione edificata dell'area urbana:

- Superficie minore o uguale di 50 m²
- Superficie compresa tra 50 e 200 m²
- Superficie compresa tra 200 e 500 m²
- Superficie maggiore di 500 m²

I risultati ottenuti sono riportati in tabella e mostrano che l'area occupata dall'edificato è pari a 560.224 m² che corrispondono al 29,5% circa dell'intera area urbanizzata ed allo 21 % del territorio comunale.

Classificazione degli edifici in base alla superficie

Classi di superficie	Numero di edifici	%	Superficie edifici (m ²)	Superficie (%)
Minore o uguale di 50 m ²	40	4	601	0,1
Compresa tra 50 e 200 m ²	414	41	54 921	9,8
Compresa tra 200 e 500 m ²	336	34	103 508	18,5
Maggiore di 500 m ²	211	21	401 194	71,6
Totale	1001	100	560 224	100

La maggior parte degli edifici (il 41% del totale) presenta un'estensione compresa tra 50 m² e 200 m², solo il 4% occupa un'area minore o uguale a 50 m².

3.3.2 Destinazione d'uso

Gli edifici identificati dall'aerofotogrammetrico sono classificati secondo le categorie mostrate in tabella, con la rispettiva area occupata e le percentuali rispetto al numero totale dell'edificato ed all'estensione totale.

Gli edifici individuati nel rilievo urbano sono stati suddivisi in tre macro-categorie identificate dal Piano Regolatore Generale attuale. In questa analisi sono stati trascurati gli edifici classificati come edifici agricoli, silos, edifici non classificati.

Le realtà analizzate sono:

- Residenziale;
- Industriale / terziario riportate come industriali;
- Interesse pubblico.

Ogni tipologia ha una richiesta qualitativa e quantitativa di servizi differente:

- Il settore residenziale, sia come mononucleo (le villette) sia come insieme di nuclei (condomini), interessa le famiglie. Le esigenze sono di carattere privato e la scelta di infrastrutturazione deve essere indirizzata a motivi di migliore servizio alla residenza, di funzionalità delle strutture;
- Il settore del lavoro comprende le attività produttivo e commerciale. È spinto da motivazioni per un miglioramento della qualità dei servizi e sostenere l'azione imprenditoriale rispondendo adeguatamente alle loro esigenze.
- Il settore pubblico sia come uffici, aree sportive e sociali sia come servizi per la collettività (illuminazione, depurazione, ecc) ha necessità di offrire innovazione, funzionalità ed efficienza erogativa con limitati costi economici.

Gli edifici residenziali rappresentano circa l'80%, le aree industriali e terziarie sono pari al 16%, le aree pubbliche coprono l'1% del totale, come sintetizzato in Tabella.

Edifici residenziali, industriali e pubblici

Tipologia	Numero	% Edifici	Superficie (m ²)	Superficie (%)
Residenziale	830	82,9	248 677	44
Industriale	160	16	306 756	55
Pubblico	11	1,1	4 790	1
Totale	1 172	100	871 771	100

3.3.3 Edifici residenziali

Gli edifici a destinazione d'uso residenziale sono 830 di diversa dimensione.

Essi sono stati suddivisi secondo le classi di superficie che sono mostrate in Tabella.

Gli edifici residenziali rappresentano la maggior parte (82,9%) delle strutture presenti.

Edifici a destinazione d'uso residenziale

Classi di superficie	Numero di edifici	%	Superficie (m ²)	Superficie (%)
Minore o uguale di 50 m ²	33	4	348	0,1
Compresa tra 50 e 200 m ²	388	47	52 174	21
Compresa tra 200 e 500 m ²	310	37	94 722	38,1
Maggiore di 500 m ²	99	12	101 433	40,8
Totale	830	100	560 224	100

Il primo elemento considerato per il calcolo del coefficiente di complessità dell'ambiente urbano è il numero di edifici abitativi in ogni via o piazza. Si è attribuito ogni edificio alla strada più vicina ad esso.

La tabella riporta le cinque vie con il maggior numero di edifici residenziali.

Strade con maggiore numero di edifici residenziali

Tipologia	Denominazione	N. Ed. Residenziali	Superficie (m ²)
Via	Einstein	54	14 335
Via	Cavour	48	13 333
Via	Malpensata	41	14 248
Via	Marchesa Medici	35	16 398
Via	J. Kennedy	35	11 911

Le cinque vie che presentano la superficie maggiore di edifici residenziali sono quelle riportate nella tabella seguente.

Strade con maggiore superficie di edifici residenziali

Tipologia	Denominazione	Superficie (m ²)	N. Ed. Residenziali
Via	Marchesa Medici	16 398	35
Via	Einstein	14 335	54
Via	Malpensata	14 248	41
Via	Cavour	13 333	48
Via	J. Kennedy	11 911	35

Si noti che Via Marchesa Medici rappresenta la strada con il maggior carico residenziale, in termini di superficie dell'edificato abitativo.

3.3.4 Edifici produttivi

Gli edifici classificati come “industriali” includono, oltre che edifici a destinazione d’uso prettamente industriale, anche gli edifici lavorativi con tipologia artigianale. Sono 160 e rappresentano circa il 16% del totale degli edifici presenti nel Comune.

Edifici a destinazione d’uso lavorativa

Classi di superficie	Numero di edifici	%	Superficie edifici (m ²)	Superficie (%)
Minore o uguale di 50 m ²	6	4	207	0,1
Compresa tra 50 e 200 m ²	23	14	2 393	0,8
Compresa tra 200 e 500 m ²	22	14	7 511	2,4
Maggiore di 500 m ²	109	68	296 646	96,7
Totale	160	100	306 756	100

La maggior parte (il 68%) degli edifici industriali si trova nella classe con superfici superiori ai 500 m². Gli edifici industriali comprendono, infatti, capannoni e magazzini di medie - grandi dimensioni. In tabella sono riportate le cinque strade con il maggior numero di edifici industriali e la relativa area occupata.

Strade con maggiore numero di edifici industriali

Tipologia	Denominazione	N. Ed. Industriali	Superficie (m ²)
Via	Del Lavoro	23	46 877
Via	Einstein	15	9 802
Via	De Gasperi	11	11 876
Via	Del Commercio	10	23 981
Via	Belgio	9	9 369

Nella tabella che segue sono mostrate le cinque strade che con la superficie maggiore di edificato industriale/artigianale.

Strade con maggiore superficie di edifici industriali

Tipologia	Denominazione	Superficie (m ²)	N. Ed. Industriali
Via	Del Lavoro	46 877	23
Via	Lombardina	32 432	8
Via	Francia	25 174	5
Via	Del Commercio	23 981	10
Via	Europa	21 859	6

3.3.5 Edifici pubblici

Gli edifici pubblici sono 11 e rappresentano circa l'1,1% del totale degli edifici presenti nel Comune. Si tratta di edifici occupati dal municipio, dalle scuole, dai luoghi di culto, centri sportivi, sedi centrali della posta, cinema e teatro.

Edifici a destinazione d'uso pubblica

Classi di superficie	Numero di edifici	%	Superficie edifici (m ²)	Superficie (%)
Minore o uguale di 50 m ²	1	9	45	1
Compresa tra 50 e 200 m ²	3	27	355	7
Compresa tra 200 e 500 m ²	4	36	1 275	27
Maggiore di 500 m ²	3	27	3 115	65
Totale	17	100	5 117	100

Le aree pubbliche sono le aree e le strutture che offrono un servizio al cittadino e alla comunità. Queste strutture rivestono una particolare importanza perché attraggono un gran numero di persone sia come addetti che come utenti. L'area tematica dei servizi di interesse comune comprende tre categorie distinte relative ai servizi di interesse generale (uffici comunali, postali), ai servizi ed attività di tipo culturale (cinema, centro sportivo) ed alle attività di tipo religioso (chiese, oratori).

I servizi di interesse generale presenti sono:

- Uffici Comunali ed uffici postali;
- Scuole;
- Luoghi di culto e Oratori;
- Centri sportivi;
- Centri ricreativi.

Gli edifici pubblici sono dislocati su vie diverse. Solo Via Certosa ha 2 edifici pubblici.

Nella tabella che segue sono mostrate le cinque strade con la superficie maggiore di edifici pubblici.

Strade con maggiore superficie edificata di interesse pubblico

Tipologia	Denominazione	Superficie (m ²)	N. Ed. Pubblici
Via	San Invenzio	1 430	1
Via	Della Marianna	1 056	1
Via	Marconi	627	1
Via	Veneto	493	1
Via	Certosa	295	2

3.4 Vincoli strutturali e di attenzione

L'analisi dei vincoli ha riguardato:

- Vincoli territoriali e urbanistici
- Vincoli sismici.

3.4.1 Vincoli territoriali e urbanistici

- Fasce di rispetto fluviale,
- Zona di tutela assoluta delle captazioni idropotabili,

Fascia di rispetto del reticolo idrico

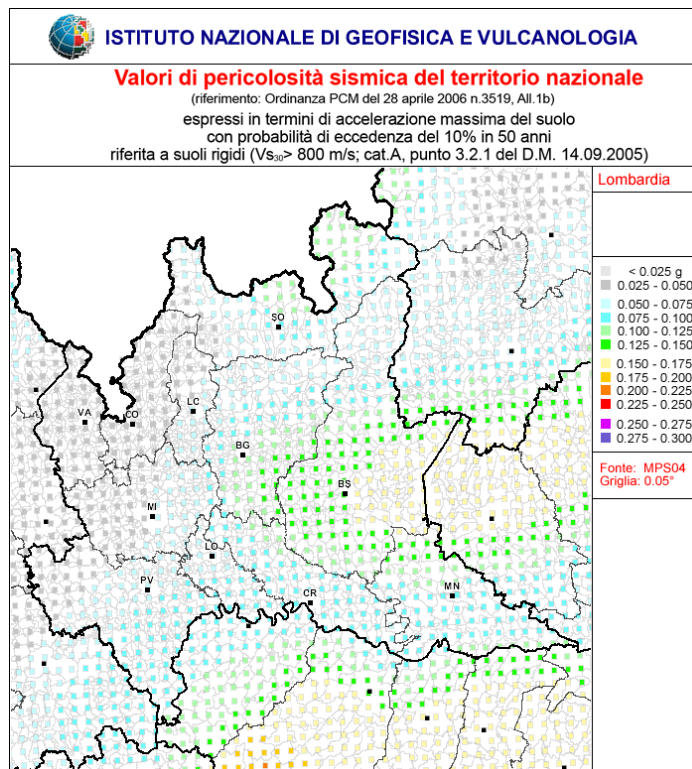
Le fasce di rispetto sono le aree attigue al corso d'acqua che consentono l'accessibilità al corso idrico ai fini della sua manutenzione, della sua fruizione e riqualificazione ambientale e per salvaguardare la sua integrità strutturale e morfologica.

Le fasce di rispetto fissate dal R.D.523/1904 per i corsi d'acqua principali e minori sono di 10 m e si contano a partire dalle sponde.

3.4.2 Vincoli sismici

La sismicità di questa zona è bassa.

Secondo la classificazione sismica dell'OPCM n°3274 del 20 Marzo 2003, il Comune ricade in Zona Sismica 4 come dai dati della componente geologica.



Stralcio della "Mappa di pericolosità sismica del territorio nazionale"

4 SISTEMA DELLA MOBILITÀ

La pianificazione del sottosuolo presenta una diretta correlazione con lo stato di fatto del sistema infrastrutturale della mobilità in ambito urbano, in termini di funzione e morfologia delle infrastrutture ad esso dedicate.

La strada è stata studiata in base alla sua morfologia ed alla geografia del sistema della mobilità. I dati relativi all'analisi del sistema infrastrutturale sono stati forniti dagli Uffici Comunali di competenza.

4.1 Geografia della rete stradale

L'analisi della geografia della rete stradale permette di individuare i principali assi di scorrimento e di attraversamento del territorio comunale. Tali assi rivestono particolare importanza perché svolgono la funzione di collegamento del Comune con le realtà limitrofe e sono quindi soggette a flussi di traffico maggiormente sostenuti rispetto al resto delle infrastrutture stradali.

La localizzazione e la contestualizzazione territoriale degli interventi di nuova realizzazione o di manutenzione straordinaria possono costituire, in funzione della loro localizzazione, delle valide opportunità di coordinare la realizzazione della struttura sotterranea polifunzionale con l'attuazione degli interventi sulle infrastrutture stradali.

La rete stradale ha le seguenti caratteristiche:

- È composta da 80 infrastrutture stradali;
- Si estende per 29 611 m;
- Occupa una superficie di 297 731 m²;
- Copre l'1.1% circa della superficie comunale totale.

Il rapporto tra la superficie e lo sviluppo lineare indica una larghezza media della sede stradale pari a circa 9 m.

Tabella riassuntiva dati della rete stradale

N° totale infrastrutture	Lunghezza	Superficie Totale	Larghezza media
80	29 611	297 731 m ²	9 m

La CT10 (carta tecnica vettorializzata della Regione Lombardia) ha permesso di individuare le strade statali o provinciali (MISP162, MISP203, MISP236, MI236D, MISP38, MISP43 e la SS494) non di competenza del Comune.



Rete stradale del comune

4.2 Morfologia della rete stradale

Al fine di valutare l'adeguatezza delle strade urbane ad accogliere un'eventuale infrastruttura sotterranea, galleria o cunicolo polifunzionale, è stata svolta un'analisi morfologica delle principali vie.

Per ciascuna delle vie identificate e censite è stata definita la dimensione geometrica della strada (lunghezza, larghezza e area).

Lunghezza

Le strade sono state classificate in base alla loro lunghezza e suddivise in 4 classi, mostrate in Tabella.

Dall'analisi della lunghezza sono state trascurate le piazze, per le quali questo parametro risulta poco significativo.

La maggior parte delle vie appartenenti al Comune di Gaggiano (63.8%) ha lunghezza minore di 300 m.

Il 17,5% è compreso tra i 300 e i 500 m, il 12,5% delle strade ha lunghezza fino ai 1000 m, solo il 6,3% ha lunghezza maggiore di 1000 m.

Classificazione delle strade in base alla loro lunghezza

Classe lunghezza strade	Numero	%
< 300 m	51	63.8
300 m – 500 m	14	17.5
500 m – 1000 m	10	12.5
> 1000 m	5	6.3
Totale	80	100.0

La strada più lunga del Comune è Via Leonardo da Vinci (2,8 Km), mentre la più corta è Via Don Berra (49 m).

Larghezza

Le strade sono inoltre state classificate in base alla loro larghezza e suddivise nelle classi, mostrate in Tabella.

La larghezza stradale è stata valutata attraverso il rilievo aerofotogrammetrico come media della larghezza di ogni tratto, pesata per la lunghezza del tratto stesso. Il valore ottenuto è quindi un dato approssimato, dal momento che non tutte le vie presentano larghezza uniforme lungo l'intero loro tracciato.

Una buona parte delle vie appartenenti al comune ha una larghezza compresa tra i valori medi di 5 m e 9 m; il 1,3% ha larghezza inferiore ai 5 m e il 42,5% presenta una larghezza superiore ai 9 m.

Questa elaborazione stabilisce per ogni strada la possibilità o meno di infrastrutturazione del sottosuolo, in quanto definisce lo spazio fisico a disposizione per un eventuale cantiere e posa di un cunicolo tecnologico.

Classificazione delle strade in base alla loro larghezza

Classe	Numero	%
< 5 m	1	1.3
5 m – 7 m	27	33.8
7 m – 9 m	18	22.5
> 9 m	34	42.5
Totale	80	100

Area

La superficie della carreggiata è stata calcolata come prodotto tra la lunghezza della strada e la sua larghezza media.

Le aree del suolo stradale sono un dato fondamentale per le elaborazioni che ne seguiranno.

Un riassunto dei dati areali delle strade è riportato in Tabella.

Classificazione delle strade in base all'area occupata dalla carreggiata

Classe	Numero	%
< 1 000 m ²	21	26.3
1 000 m ² – 3 000 m ²	28	35
3 000 m ² – 6 000 m ²	19	23.8
6 000 m ² – 10 000 m ²	7	8.8
> 10 000 m ²	5	6.3
Totale	80	100

La strada la cui carreggiata occupa un'area maggiore è Via Leonardo Da Vinci.

5 CARATTERIZZAZIONE DEL SISTEMA DELLE RETI

La caratterizzazione dei sistemi delle reti rappresenta la seconda fase in cui è articolato il documento di piano.

La fase di caratterizzazione dei sottosistemi affronta il tema della realtà dei sistemi, in termini di servizi presenti nel territorio comunale e relativi gestori, come definito in Tabella 2 del R.R. n. 3 del 2005.

In particolare, la caratterizzazione del sistema delle reti è stata realizzata considerando gli aspetti che seguono:

- Analisi conoscitiva
- Qualità di erogazione dei servizi
- Progettazione dei sistemi a rete
- Interventi operativi

5.1 Analisi conoscitiva

Il sottosuolo stradale va concepito come una risorsa naturale al servizio della città.

Considerare il sottosuolo stradale nella sua importanza urbanistica vuol dire scoprire nuove attitudini operative per la città. Il fatto che sia inglobato con l'urbanizzato lo rende strategico per le fasi di trasformazione e per le azioni di innovazione.

Il sottosuolo è un grande e diffuso spazio pubblico al servizio della città.

Questa sua funzione collettiva può essere recuperata se viene liberato da un uso disorganizzato e non adeguatamente pianificato che ne limita l'utilizzo ottimale.

Esso va pensato attraverso un piano pubblico per e al servizio della città, con un'area che si espande per 7 - 10 m nel sottosuolo, in funzione del livello di falda.

In questa logica si inserisce la disposizione di legge che impone ai comuni la creazione di infrastrutture per la collocazione multipla delle reti dei sottoservizi.

L'utilizzo non programmato, che ne è stato fatto finora, ha prodotto una sorta di "giungla" di cavi e di tubazioni, disposti spesso in maniera disordinata, a causa della mancanza di specifiche tecniche per la posa e di un'azione di coordinamento fra i vari gestori dei servizi a rete.



Esempio di posa tradizionale dei sistemi a rete del sottosuolo.

Nasce quindi la necessità di riportare ad un uso razionale il sottosuolo per liberare spazi e ridare al Comune l'uso della risorsa sottosuolo, che rappresenta un bene pubblico limitato di cui si dispone e che va perciò utilizzato in maniera più organica e razionale.

L'uso del sottosuolo stradale come “contenitore” di servizi collocati in modo non pianificato e senza un adeguato coordinamento fra i vari gestori, ha creato e crea tuttora notevoli disagi alla vita cittadina.

Le nuove norme impongono la conoscenza globale di ogni rete presente in modo tale da gestire adeguatamente i sottoservizi: vanno individuate le strutture dei servizi a rete presenti e ne deve essere fatta un'accurata mappatura con l'indicazione delle loro caratteristiche.

La mancanza di un'esatta conoscenza della collocazione topografica e della geometria delle reti presenti nel sottosuolo provoca spesso fenomeni di interferenza e di disturbo fra le varie infrastrutture e di inefficienza nell'uso dello spazio disponibile.

5.1.1 I gestori dei servizi

Le società che gestiscono i sottoservizi presenti nel Comune sono:

- A.S.GA. S.r.l. per l'acquedotto, fognatura e rete del gas;
- Telecom S.p.A. per la rete telefonica;
- Enel Distribuzione S.p.A. per la rete elettrica.

Viene di seguito riportata una panoramica riassuntiva dei servizi dei gestori delle reti del Comune, con particolare riferimento alla qualità dell'erogazione che essi forniscono.

A.S.GA S.r.l.

L'A.S.GA – Azienda Servizi Gaggiano S.r.l. è una società che opera dall'anno 2000 nel servizio idrico integrato e nel servizio gas metano sfruttando competenze e professionalità che nascono da lontano.

La rete distributiva dei servizi succitati si estende in tutto il territorio del Comune di Gaggiano servendo circa il 95% dei cittadini, i quali individuano in questa Azienda un'efficace soluzione ai problemi di gestione di servizi tecnologici conciliando un notevole risparmio in termini di costi e di risorse con un decisivo aumento della qualità dei servizi.

A.S.G.A possiede la carta dei servizi.

AZIENDA SERVIZI GAGGIANO S.r.l. Unipersonale

Sede Legale Via Roma,36 – 20083 Gaggiano (MI)

e-mail info@asga.it

Telecom

Il Gruppo Telecom Italia è presente nel settore delle telecomunicazioni con una forte integrazione fra le attività nella telefonia fissa e mobile ed internet, con l'obiettivo di sfruttare le opportunità della convergenza tecnologica per offrire servizi e prodotti innovativi, semplici e alla portata di tutti.

A completare la presenza del Gruppo in tutti i campi delle comunicazioni avanzate, accanto alla telefonia ed internet, le sue attività nei settori media e office & system solutions.

I servizi sono assicurati in maniera ininterrotta, salvo i necessari interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

La società verifica continuamente, anche grazie all'ausilio di sondaggi e test, il livello di qualità dei servizi offerti ai fini anche di una certificazione secondo i consolidati e moderni standard di qualità.

A tal proposito, a garanzia di qualità dei servizi offerti, la società propone alcuni parametri di riferimento, i cui valori vengono periodicamente rilevati ed aggiornati:

- tempi di fornitura del collegamento iniziale;
- tasso di malfunzionamento per linea di accesso;
- tempo di riparazione dei malfunzionamenti;
- percentuale di chiamate a vuoto;
- tempo di instaurazione della chiamata;
- tempi di risposta dei servizi tramite operatori;
- tempi di risposta dei servizi di consultazione elenchi;
- percentuale di telefoni pubblici a pagamento in servizio;
- fatture contestate.

Telecom Italia ha inoltre implementato un Sistema di Gestione Ambientale, progettato in conformità alle norme UNI EN ISO 14.000. Tale sistema è finalizzato al raggiungimento di una migliore gestione della variabile ambiente, attraverso l'adozione di opportuni strumenti, quali una politica ambientale, sistemi di controllo interni, audit incentrati su alcuni fattori ambientali, specifici interventi formativi.

Enel Distribuzione

Enel ha la missione di produttore e distributore di elettricità e gas, orientato al mercato e alla qualità del servizio.

L'energia elettrica viene prodotta da Enel in circa 600 centrali su tutto il territorio italiano, per una potenza installata pari a circa 42 000 MW.

La qualità del servizio è normata dalla Delibera n. 200/1999, concernente l'erogazione dei servizi di distribuzione e di vendita dell'energia elettrica e dalla Delibera n. 04/2004, Testo Integrato delle disposizioni dell'Autorità per l'Energia Elettrica e il Gas in materia di qualità dei servizi di distribuzione, misura e vendita dell'energia elettrica.

Enel è anche il secondo distributore di gas naturale in Italia, con oltre 2,3 milioni di clienti e una quota di mercato del 12% circa.

5.1.2 Sistema dei sottoservizi

I sistemi che, in base alla normativa regionale, sono stati considerati come sottoservizi che devono essere pianificati per assicurare un migliore uso qualitativo ed il contenimento dei costi sociali sono:

- Rete di acquedotto: è considerata nel suo complesso dalle opere di prelievo (pozzi) alla rete di distribuzione all'utenza;
- Rete fognaria per la raccolta delle acque meteoriche e reflue urbane: comprende la rete di raccolta dall'utenza ed il suo convogliamento al collettore che scarica le acque al depuratore intercomunale;
- Reti per le telecomunicazioni: le reti considerate sono quelle della telefonia;
- Illuminazione Pubblica: considera il sistema di fornitura dell'illuminazione nelle strade urbane;
- Reti di trasporto e di distribuzione elettriche: comprendono media e bassa tensione per l'utenza urbana e la rete di illuminazione pubblica;
- Rete del gas: considera il sistema di fornitura del metano con le diverse condutture per l'utenza privata e lavorativa.

Di seguito si riporta l'esempio di uno spaccato relativo ad una struttura stradale con i sottoservizi e le disposizioni di normative UNI-CEI.

La rete fognaria e quella del gas sono analizzate per completezza di informazione anche se non fanno parte degli obblighi previsti dalla normativa.

Acquedotto

L'acquedotto è un'opera civile costituita da più strutture, che assolvono a funzioni differenti.

Presenta:

1. componenti puntuali
 - impianti di captazione (da sorgenti, da acque superficiali, pozzi),
 - serbatoi degli impianti di acquedotto e serbatoi di rete,
 - stazioni di sollevamento,
 - punti di cessione acqua tra impianti ed impianti e tra impianti e reti,
 - impianti di trattamento
2. componenti lineari
 - condotte di impianti di acquedotto e di reti di distribuzione: impianti di trasporto, costituiti dal complesso delle opere occorrenti per convogliare le acque dai luoghi di prelievo agli impianti di trattamento (trasporto primario, relativo all'acqua grezza da assoggettare a trattamento) e dagli impianti di trattamento agli impianti di distribuzione (trasporto secondario, relativo comunque all'acqua pronta all'impiego; in assenza di impianto di trattamento, l'impianto di trasporto si definisce secondario).

Caratteri strutturali

Nell'opera di presa avviene la captazione dell'acqua dal ciclo naturale. Successivamente l'acqua viene convogliata al serbatoio per mezzo di opere di adduzione, in genere costituite da condotte in pressione.

Inoltre, nel passaggio dall'opera di presa al serbatoio avviene in genere un'operazione di potabilizzazione.

Torre piezometrica

Nei grandi sistemi acquedottistici occorre conciliare due opposte esigenze:

- a) l'esigenza di avere una portata di adduzione dell'acqua, dal pozzo alla rete di distribuzione, quanto più costante possibile per evitare problemi collegati al fenomeno del colpo d'ariete;
- b) quella di soddisfare l'utenza finale, mediante la rete di distribuzione, con una quantità d'acqua adeguata ad ogni richiesta (basti pensare al differente consumo di acqua durante il giorno e la notte).

Le condotte di adduzione debbono lavorare con portate quanto più costanti e con una rete di distribuzione che vede variare la richiesta di acqua durante la giornata. Per questa

esigenza e per altri motivi tecnici i grandi sistemi acquedottistici necessitano di strutture di regolazione denominate torri piezometriche.

L'utilizzo di una torre piezometrica avviene soltanto con condotte in pressione perché con condotte a pelo libero non avrebbe senso.



Esempio di torre piezometrica

Impianti di distribuzione

Gli impianti di distribuzione comprendono le strutture destinate all'accumulo ed alla distribuzione all'utenza, sino alle derivazioni ed ai contatori di utenza; si considerano appartenenti alla distribuzione anche le condotte di avvicinamento all'utenza a partire dall'ultimo serbatoio alimentato dagli impianti di trasporto.

Una volta giunta al serbatoio, l'acqua è pronta per essere utilizzata e fornita alle singole utenze per mezzo della rete di distribuzione.

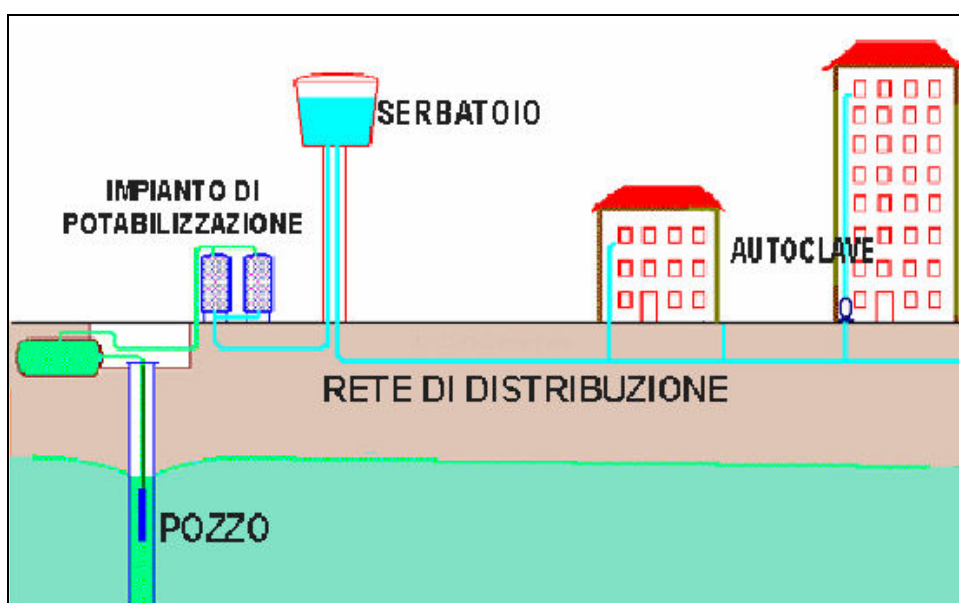
L'utilizzo di condotte in pressione permette agli acquedotti di fare percorsi in salita e in discesa.

Per ottenere una distribuzione idrica, il più possibile rispondente alle moderne necessità, le tubazioni sono mantenute in pressione, sia attraverso il carico piezometrico dovuto al dislivello naturale sia, ove necessario, ad un continuo pompaggio: l'acqua all'interno delle condotte dell'acquedotto viene mantenuta ad una pressione di 2 - 3 bar per raggiungere anche i piani alti degli edifici.

Per poter essere utilizzate per i diversi impieghi, le acque di approvvigionamento devono soddisfare certe caratteristiche, definite dalla legislazione in merito; se non presentano sufficienti requisiti di potabilizzazione dovranno essere sottoposte a trattamenti depurativi volti a correggerne i difetti fisici ed organolettici.

La parte più vulnerabile dell'acquedotto è costituita dalla rete di distribuzione composta dalla tubazione, dai tronchi e dagli allacciamenti.

Queste opere acquedottistiche sono progettate prevedendo una durata media di circa cinquanta anni in modo da poter ammortizzare i costi di investimento.



Rete dell'acquedotto.

La rete è interrata ad una profondità di scavo media di 1/1,5 m al fine di evitare problemi di:

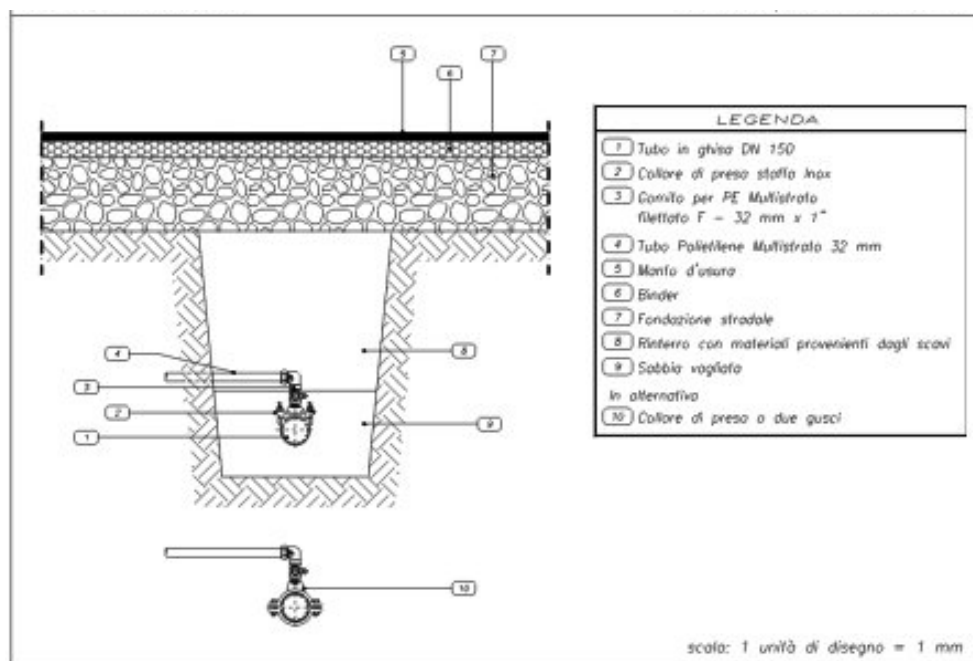
- congelamento in inverno;
- sollecitazioni meccaniche dei carichi stradali;
- manomissione;
- intralcio alla viabilità.

Le condotte dell'acquedotto sono posizionate al di sopra della rete di scarico al fine di evitare possibili contaminazioni dovute ad infiltrazione di elementi inquinanti nella rete di approvvigionamento idrico.



Esempio di tubo dell'acquedotto.

Allaccio all'acquedotto



Allaccio acquedotto.

Criticità

Modi di guasto dell'intera struttura	- rottura o usura di guarnizioni o dispositivi di tenuta; - allentamento di parti giuntate; - mancato intervento di valvole di intercettazione automatica; - inceppamento di valvole, chiusura non completa o irregolare; - scoppio della condotta o di una apparecchiatura; - sfilamento di un giunto.
Cause di guasto dell'intera struttura	- errori o deficienze di progettazione e/o di realizzazione; - corrosione delle parti metalliche costituenti la tubazione, le apparecchiature e gli elementi di ancoraggio; - rottura degli accessori di fissaggio per sollecitazioni meccaniche; - invecchiamento delle guarnizioni; - irregolare funzionamento delle apparecchiature con conseguente eccessivo aumento della pressione.
Effetti dei guasti dell'intera struttura	- allagamento per guasto di uno dei componenti dell'acquedotto, allentamento delle giunzioni, cedimento di supporti di ancoraggio, corrosione delle parti metalliche, ecc.; - inquinamento dell'acqua per ingresso di sostanze inquinanti dall'esterno a causa della ridotta tenuta del sistema provocata da guasti, innalzamento della temperatura oltre i limiti consentiti, ecc.

Servizio fornito

Il fabbisogno idrico dell'intero Comune di Gaggiano è pari a circa 1.626.156 m³/anno
(Dati ASGA srl 2007)

Fognatura

Gli impianti di fognatura possono essere a sistema separato con distinti impianti per le acque bianche (meteoriche) e nere (provenienti dalle attività umane in genere) o a sistema unitario e sono articolati nelle seguenti sezioni:

- rete di raccolta, costituita dalle opere necessarie per la raccolta ed il convogliamento delle acque nere e bianche nell'ambito delle aree servite;
- impianti di trasporto, per il convogliamento - con collettore od emissario - delle acque agli impianti di depurazione (trasporto primario) per il convogliamento al recapito finale o al riuso (trasporto secondario);
- impianti di depurazione, destinati ad ottenere caratteristiche dell'acqua compatibili con il ricettore.



La pubblica fognatura, in funzione del tipo di acque che vengono condotte, si distingue in:

- fognatura mista se il collettamento di entrambe le acque è previsto in un'unica rete;
- fognatura separata se le acque nere vengono raccolte in apposita rete, distinta da quella che raccoglie le acque bianche;
 - acque nere - che contengono anche elementi solidi organici;
 - acque bianche - costituite da acqua meteorica, ossia da pioggia, neve e grandine;
 - acque grigie - costituite da acque saponate, in genere provenienti da docce, vasche e scarichi di lavatrici, che devono andare a confluire nel degrassatore;
 - acque industriali - inquinate da numerosissimi prodotti e perciò necessitano di reti fognarie e depuratori dedicati

Caratteri strutturali

Reti fognarie (componenti lineari):

- condotte di sottoreti fognarie

Reti fognarie (componenti puntuali):

- recapiti delle sottoreti fognarie (in corso d'acqua superficiale, sul suolo, in sottorete, in impianto di depurazione);
- sfioratori;
- impianti di sollevamento.

La fognatura è composta da condotte, da vasche di compensazione, scaricatori di piena, sifoni, misuratori di portata, pozzetti di ispezione e impianti di sollevamento.

Differentemente dagli acquedotti, le condotte fognarie sono collegate tra loro solo nei punti di confluenza e raccolgono l'80-85% dell'acqua che viene erogata dai primi.

L'acqua entra nei sistemi attraverso i tombini presenti lungo le reti stradali, i bacini di raccolta e i condotti fognari.

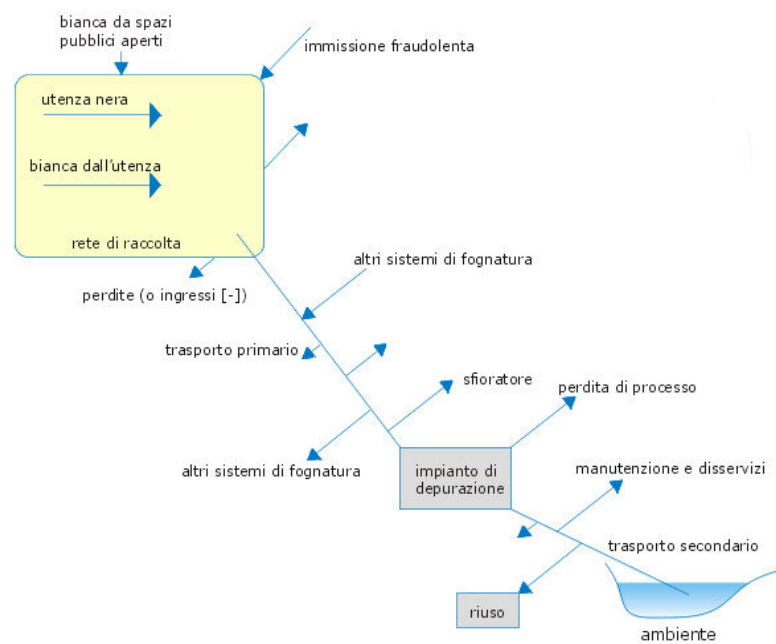
Nelle reti fognarie, al contrario delle reti dell'acquedotto che sono sempre in pressione, il moto del liquame avviene a pelo libero e per gravità salvo i casi eccezionali dei sifoni (opere speciali di attraversamento di manufatti esistenti) e delle condotte di mandata, nel caso vi siano dei sollevamenti da eseguirsi in rete. Per tale motivo, l'andamento della rete è strettamente collegato alla conformazione topografica del terreno e principalmente alla sua altimetria.

Risulta così importante il profilo stradale che dovrà assicurare il corretto dislivello e la direzione della fognatura da collocare.

La giacitura della tubazione deve essere determinata secondo le esigenze del traffico e concordata con il gestore del sottoservizio dell'acquedotto, in quanto la rete fognaria deve essere almeno 30 cm sotto il livello di posa di tale rete.

La posa della rete fognaria è messa in opera ad una profondità di 2/2.5 m dal piano stradale per far fronte all'esigenza di protezione dal gelo e ridurre al minimo l'eventualità di inquinamento dell'acqua potabile.

Per quanto riguarda i materiali con cui sono realizzate le tubazioni del sistema fognario, essi sono essenzialmente: grès, eternit, calcestruzzo prefabbricato gettato in opera.



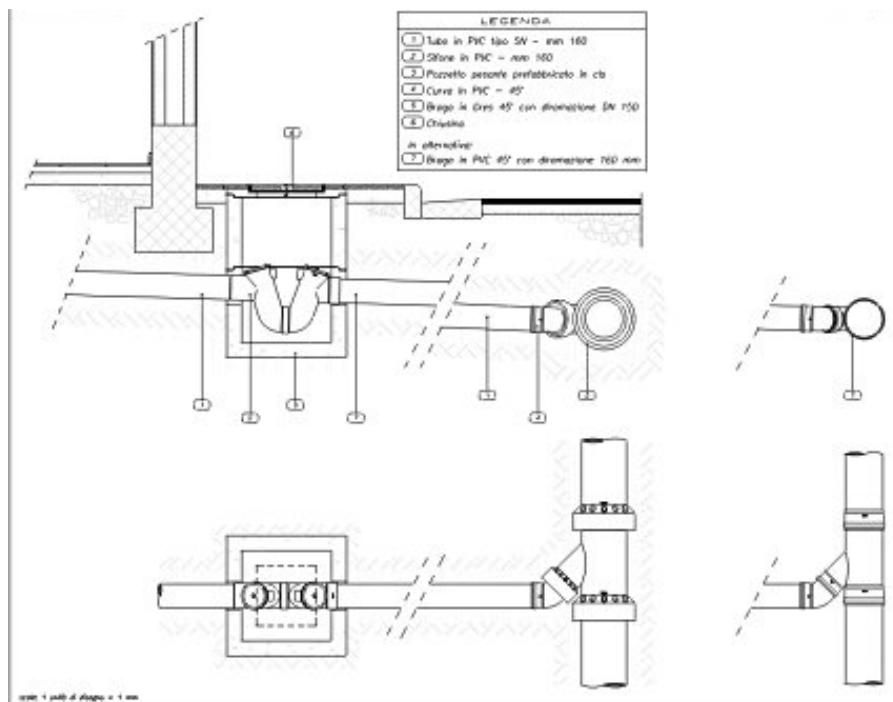
Schema della rete di fognatura.



Esempio di tubo per fognatura (da <http://www.greenpoolsrl.it>).

Allaccio della fognatura

Il punto di collegamento tra la rete fognaria e l'utenza è l'allacciamento.



Allaccio fognatura.

Criticità

I guasti più probabili di questa rete sono:

- rottura o usura di guarnizioni o dispositivi di tenuta;
- allentamento di parti giuntate;
- mancato intervento di valvole di intercettazione automatica;
- inceppamento di valvole, chiusura non completa o irregolare;
- scoppio della condotta o di apparecchiature;
- sfilamento di giunti.

Servizio fornito

Il volume smaltito dalla fognatura è pari a circa 1.697.000 m³/anno (Dato ASGA srl 2007).

Telecomunicazioni

La centrale telefonica è un organo di commutazione di una rete telefonica pubblica (centrale pubblica o 'autocommutatore') o privata (centralino o PABX), nel primo caso rappresenta il punto di concentrazione della rete telefonica pubblica (in Italia viene utilizzato l'acronimo RTG, per "Rete Telefonica Generale", oppure il sostanziale sinonimo inglese PSTN).

Tecnicamente una centrale telefonica può essere uno Stadio di Linea (SL), uno Stadio di Gruppo Urbano (SGU) oppure uno Stadio di Gruppo di Transito (SGT).

Lo Stadio di Linea è l'ultima struttura dove possono arrivare gli altri provider con i loro apparati, dopodiché inizia il famoso ultimo miglio.

I 10 500 Stadi di Linea sono collegati ad uno dei 628 Stadi di Gruppo Urbano, che a loro volta sono connessi ad uno dei 65 Stadi di Gruppo di Transito (le centrali interurbane).

Questi ultimi sono connessi tra di loro per poter smistare le chiamate interurbane.

Per completare l'architettura della rete, alcuni SGT sono connessi ad uno dei 3 gateway internazionali (Milano, Roma, Palermo), che a loro volta sono connessi con i gateway di altri stati.

Quando uno SGT cede la chiamata al gateway, la chiamata passa tramite la rete Internet e quindi si parla di VoIP.

Tutte e tre sono fisicamente lo stesso apparato, configurato per un numero di utenze servite diverso e dotato di collegamenti a banda larga con le altre centrali proporzionale al numero di linee voce e alla banda ADSL erogata moltiplicato il numero di linee servite con quella banda. Più sinteticamente, la banda del collegamento fra centrali telefoniche dipende dal numero e tipo di utenti allacciati.

Fra i tre tipi di centrale telefonica differisce il collegamento tra le centrali. I 10 500 Stadi di Linea (che coprono 8100 comuni) sono collegati con cavo interrato o ponte radio a 650 Stadi di Gruppo Urbano a capacità non inferiore a 155 Mbit/s, per scelta di Telecom Italia.

La numerizzazione degli Stadi di Linea si è conclusa a metà degli anni '90; attualmente la rete telefonica locale italiana è servita da centrali di tre diverse tecnologie: Italtel Linea-UT100 (66.6% degli stadi di linea), Alcatel A1000 S12 (17.3%) e Ericsson AXE10 (16.1%).

Ogni SGU è connesso, oltre ai suoi Stadi di Linea, agli altri SGU e al suo Stadio di Gruppo di Transito (SGT) tramite fibre ottiche. Ogni fibra può trasportare da 622 a 2500Mbit/s.

Per completezza, gli SGT sono connessi ai tre gateway internazionali (Milano, Roma, Palermo) che a loro volta, sono connessi a centri intercontinentali (per il traffico diretto verso gli USA il sito è in Olanda). Il traffico, oltre Atlantico è trasportato da fibre con capacità attuali di 40Gbit/s. (625 000 canali telefonici equivalenti)

Da ognuno dei 10 500 stadi di linea partono cavi (detti cavi primari) da 2 400 coppie (max potenzialità del cavo) che arrivano ad una armadio di linea.

Gli armadi sono ubicati nelle strade e da questa struttura partono i cavi secondari che vanno verso l'utente

Questo armadio (box grigio) contiene 10 collegamenti composti da due viti (una rossa ed una bianca), a cui viene collegato il cavo telefonico dell'utente e successivamente presso la sede dell'utente la presa tripolare / RJ-11.

Questa è in sintesi l'architettura dell'attuale rete Telecom.

Le velocità di collegamento fra centrali dipendono dalla densità del traffico della zona (legato al numero di utenze, ma in passato erano diverse le bande assegnate: 2 Mbit/s (30 canali telefonici), 8 Mbit/s (120 canali) fino ad arrivare a 139 Mbit/s (1800 canali telefonici), per ogni cavo o fascio radio a microonde utilizzato.

Il sistema di funzionamento può essere schematizzato come segue:

- trasmettitore/ricevitore;
- rete di collegamento, costituita dai mezzi trasmissivi per l'interconnessione dei nodi di commutazione (cavi in rame, fibra ottica, ponti radio...);
- impianti di centrale;
- ricevitore/trasmettitore.

Il contatto tra gli utenti avviene tramite le stazioni: il segnale di partenza viene convogliato in cavi (doppino) percorsi da corrente a bassa tensione e viene tradotto in segnali elettrici che vengono poi letti dal ricevitore in suono.

Ogni cavo sotterraneo ha un diametro medio di 7,5 cm e contiene in media 5 400 fili di diverso colore che ne facilita l'identificazione in caso di manutenzione della rete.

La rete di distribuzione (rete di accesso) è in generale costituita da un insieme di nodi e di archi che collegano a coppie i nodi stessi. I nodi sono gli apparati di commutazione del segnale, mentre gli archi sono realizzati tramite le apparecchiature di trasmissione.

Per quanto riguarda la posa in opera i cavi della rete telefonica hanno applicazioni simili ai cavi sotterranei della corrente elettrica: stessa profondità della corrente elettrica e stesso tipo di condutture.

Doppini telefonici

In telecomunicazioni, per doppino si intende la coppia di fili di rame che viene utilizzato per la trasmissione delle comunicazioni telefoniche. È un elemento essenziale della rete telefonica.

Migliore è la qualità del rame, migliore sarà la qualità del segnale.



Quattro doppini.

Tipicamente il doppino è costituito da una coppia di conduttori ritorti (twisted pair) mediante un processo di binatura. La binatura del doppino ha lo scopo di fare in modo che i campi elettromagnetici esterni agiscano mediamente in egual modo sui due conduttori. Impiegando poi una tecnica di trasmissione differenziale, sarà possibile eliminare ulteriori disturbi. Il doppino può essere singolo (una sola coppia) oppure in una treccia di una serie più o meno numerosa di coppie. In questo caso ogni coppia presenta una frequenza di twistatura diversa (binatura), per ridurre il più possibile il fenomeno di diafonia tra le varie coppie di doppino tra loro contigue. Una problematica tipica dei doppini ritorti è il delay skew (o distorsione di propagazione), ovvero una variazione nel ritardo di propagazione del segnale sulle singole coppie, dovuta al diverso passo di binatura delle coppie in un cavo multicoppia.

Fibra ottica

Negli ultimi anni si è diffusa la fibra ottica

La fibra ottica consiste di un core, di un cladding e di un rivestimento esterno, che guidano la luce lungo il core mediante riflessione totale. Il core ed il cladding (caratterizzato da un indice di rifrazione superiore) sono tipicamente costruiti utilizzando vetro di silice di alta qualità, anche se possono teoricamente essere costituiti anche di materiale plastico.

Una fibra ottica si può spezzare se piegata eccessivamente. A causa della precisione microscopica necessaria per allineare i core delle fibre, la connessione di due fibre richiede una tecnologia apposita, sia che sia effettuata mediante fusione che in modo meccanico.

Le due principali tipologie di fibre ottiche utilizzate nelle telecomunicazioni sono le fibre multimodo e le fibre singolomodo.

Le fibre multimodo hanno core più larghi ($\geq 50 \mu\text{m}$), che consentono di utilizzare trasmettitori, ricevitori oltre che connettori meno precisi e meno costosi.

Tuttavia le fibre multimodo introducono dispersione modale che spesso limita la banda e la lunghezza del collegamento.

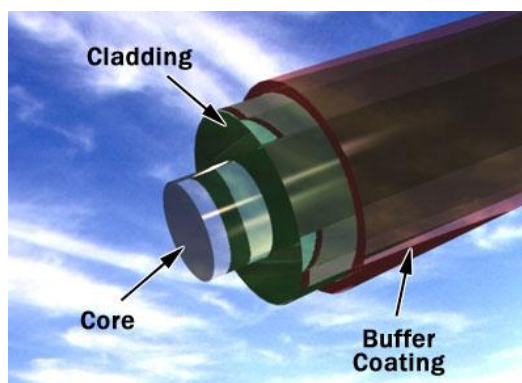
Inoltre, a causa del suo maggiore contenuto di drogante, la fibra multimodo è solitamente più costosa e presenta un'attenuazione maggiore.

Le fibre singolo modo hanno invece core più piccoli ($9 \mu\text{m}$) e necessitano di componenti e di connettori più costosi, ma consentono collegamenti più lunghi e performanti.

Allo scopo di ottenere prodotti commerciali, la fibra viene protetta mediante strati di polimeri acrilati (coating) e assemblata in cavi in fibra ottica.

Una volta pronte le fibre possono essere interrare, possono correre attraverso edifici o essere poste in aria, similmente a quanto accade per i doppi in rame.

Una volta depositate, le fibre richiedono una manutenzione inferiore rispetto ai cavi in rame.



Fibra ottica (da <http://www2.ing.unipi.it>).

Confronto tra rame e fibra ottica

Il rame costa 10 € nella tratta minima di vendita e 0,60 € per la posa di un metro, è un mezzo attraverso il quale può tranquillamente passare un segnale a banda larga.

È soggetto a rapida usura e richiede costi di manutenzione della rete.

La fibra ottica costa 7 €/m, ma ha un costo maggiore la posa, circa 3 € per la posa di un metro di fibra.

Le prestazioni in termini di banda sono migliori rispetto a quelle del doppino in rame.

Criticità

Modi di guasto dell'intera struttura	- interruzione del cavo; - rottura della guaina esterna del cavo.
Cause di guasto dell'intera struttura	- cedimento o degrado dell'isolamento; - sollecitazioni esterne (meccaniche, chimiche, erosioni da roditori); - utilizzo di componenti non idonee; - rottura degli accessori di fissaggio per sollecitazioni meccaniche; - errori di montaggio; - presenza di materiali o componenti propaganti l'incendio.
Effetti dei guasti dell'intera struttura	- emissione di fumi, gas tossici e/o corrosivi; - arco elettrico e/o scintille; - lenta combustione e/o propagazione dell'incendio; - shock elettrico.

Rete di illuminazione pubblica

L'illuminazione pubblica ha una funzione indispensabile nella vita sociale e rappresenta per la pubblica amministrazione un investimento dovuto, senza un ritorno economico diretto. Risulta pertanto necessario ottimizzare gli investimenti e la gestione per far sì che i relativi costi incidano il meno possibile sui bilanci pubblici, pur garantendo un servizio efficiente. La Legge Regionale del 27 marzo 2000 n.17 evidenzia la necessità di una razionalizzazione del settore dell'illuminazione ed ha per finalità la salvaguardia della volta celeste e la riduzione sul territorio regionale dell'inquinamento luminoso e dei consumi energetici da esso derivanti. La legge, inoltre, impone ai Comuni di dotarsi entro tre anni dalla sua entrata in vigore, di Piani Regolatori Comunali di illuminazione per disciplinare le nuove installazioni e di adeguare gli impianti esistenti ai requisiti prescritti dalla legge stessa.

Proprietà degli impianti

La presenza ENEL è massiccia nelle Regioni Nord Occidentali - compartimenti di Torino e Milano. In questi compartimenti la quota ENEL è rispettivamente del 32 % (escludendo dal conteggio percentuale le città di Genova e Torino) e di circa il 50 % (Milano esclusa). Sotto il profilo impiantistico e prestazionale, normalmente gli impianti sono decisamente datati, dove, per ammissione degli stessi funzionari della Società So.I.e., almeno il 50 % dei punti luce deve essere sostituito perché non più rispondente ai requisiti richiesti dalle normative vigenti in materia. Nel calcolo per la valutazione degli impianti occorre tenere nel debito conto il degrado che gli impianti hanno subito nel tempo, lo stato di obsolescenza degli apparecchi di illuminazione e la loro rispondenza alla l.r. 17/00, il rispetto delle attuali normative di sicurezza elettrica (NORME CEI) e prestazionali – illuminotecniche. Il riscatto degli impianti può risultare difficoltoso nel caso in cui l'impianto di illuminazione pubblica non sia autonomo, ma alcune sue parti siano connesse in tutto od in parte all'impianto di distribuzione dell'energia elettrica. Per superare il problema si potrebbe stipulare una convenzione per permettere la gestione provvisoria dell'impianto, in modo tale che il futuro gestore possa avere il consenso all'accesso degli stessi. Tale convenzione consente al Comune di predisporre e attuare o direttamente o tramite l'attuale gestore, tutte quelle operazioni necessarie per provvedere alla separazione degli impianti.

Rete elettrica

La linea elettrica è il complesso di componenti destinato al trasporto e alla distribuzione di energia elettrica.

Un impianto per l'erogazione di energia elettrica è costituito principalmente dalle linee elettriche, dagli impianti di trasformazione e smistamento dell'energia, dalle prese e dai gruppi di misura.

L'elettricità prodotta nelle grandi centrali viene trasferita attraverso elettrodotti ad alta tensione (AT) fino alle stazioni di trasformazione primaria, dislocate in diversi punti del territorio, generalmente nelle vicinanze di centri di grande consumo.

In queste stazioni la corrente ad alta tensione subisce una prima riduzione attraverso una trasformazione da AT a media tensione (AT/MT).

La cabina primaria (CP) o cabina di alta tensione (CAT) è un impianto elettrico che ha la funzione di trasformare l'energia in ingresso ad alta tensione (tensioni nominali superiori a 30 KV, solitamente 120kV o 132kV) in energia a media tensione (tensioni nominali comprese tra 1 KV e 30 KV in base alla zona geografica da alimentare). In realtà la tensione della rete MT è stata unificata da ENEL negli anni '70 in tutta Italia e, tranne rare eccezioni, è di 15 KV.

In Italia sono presenti circa 2000 cabine primarie.

Alta tensione

La linea ad alta tensione arriva nelle cabine primarie venendo derivata da un traliccio e incontra i cosiddetti TV, piccoli trasformatori voltmetrici.

Dopo i TV, la linea AT incontra i sezionatori, che possono aprire visivamente la linea per far notare il fuori servizio. Successivamente, ci sono i TA (trasformatori amperometrici), che hanno il compito di diminuire la corrente di linea per poterla misurare.

La linea quindi trova gli interruttori, la cui funzione è di interrompere il circuito più velocemente possibile, in caso di necessità, per evitare la formazione di archi elettrici.

La linea si trasferisce alle cosiddette sbarre di alta tensione, da cui poi vengono prese le tre fasi per l'entrata del trasformatore, passando prima per degli scaricatori (che impediscono l'ingresso alle sovratensioni causate da fulmini).

Il trasformatore quindi abbassa il valore della tensione.

Media tensione

In uscita dai trasformatori si trova la media tensione, che viene trasferita nella parte MT (media tensione) della cabina. Nelle cabine primarie più vecchie questa parte è esterna, mentre in quelle più recenti trasformatori di tensione, sezionatori, trasformatori di corrente, interruttori e sbarre di media tensione sono situati all'interno di una costruzione (sono quindi reparti blindati).

I trasformatori presenti nelle cabine alimentano ognuno una propria sbarra MT separata. Da ogni sbarra MT sono derivate diverse linee MT protette da sezionatori e interruttori di funzionamento analogo a quelli AT per il rilievo della corrente.

In ogni cabina è presente una particolare linea MT denominata "servizi ausiliari" che alimenta un trasformatore MT/BT posto all'interno della cabina stessa utilizzato per alimentare tutti quei componenti che funzionano in bassa tensione, ad esempio: quadro di bassa tensione (luci interne ed esterne, cancelli automatici, sistema di videosorveglianza, ecc), protezioni, caricabatterie, motori degli interruttori, modem per l'invio e ricezione dei dati di telecontrollo e telemanovra, ecc.

Bassa tensione

Attraverso una rete di elettrocondutture, l'energia elettrica viene poi condotta ad altre cabine secondarie dotate di trasformatori (MT/BT), in cui subisce un'ulteriore riduzione di tensione per poter erogare l'energia secondo le necessità delle utenze con una domanda di piccola e/o media potenza.

Tali cabine però possono anche trasferire direttamente l'energia elettrica in MT ad utenze con potenze impegnate medio - alte.

Se la rete di distribuzione in MT è formata da linee aeree, le cabine di potenza relativamente bassa e fuori dai centri abitati sono composte semplicemente da sezionatore,



trasformatore e interruttore e sono collocate direttamente su palo o traliccio; oppure, sempre nel caso di linee aeree, la cabina può essere realizzata mediante una struttura civile alta quanto la palificazione dell'elettrodotto per poter ancorare e connettere i conduttori che l'alimentano.

In caso di reti MT formate da cavi sotterranei le cabine possono essere alloggiate in una struttura fuori terra, oppure ospitate in locali sotterranei accessibili da botole.

La rete di distribuzione BT ha il valore delle tensione nominale, unificato con tutto il resto d'Europa, di 220/380 V.

Le linee di distribuzione di bassa tensione sono costituite da cavi elettrici posti in cavidotti, generalmente circolari di diversa natura (diametro di circa 10 cm), unipolari se costituiti da un solo conduttore, o tripolari se costituiti da un conduttore per fase.

La rete elettrica a bassa tensione costituisce una complessa maglia a raggiera che deve coprire l'intera superficie comunale urbanizzata.

La rete a media tensione forma invece una rete magliata in quanto le linee di alimentazione di tali cabine possono provenire da più stazioni primarie attraverso interconnessioni.

I conduttori AT e MT possono essere in alluminio-acciaio, in lega di alluminio o in rame e possono essere inseriti in protezioni meccaniche come profili copricavo in pvc o tubi in pvc aventi diametro interno non inferiore rispettivamente a 145 mm e 150 mm a seconda che il cavidotto sia per cavi di media tensione o di bassa tensione.

I cavi possono avere diversa modalità di posa, come documentato nelle Norme CEI 11 - 17, quali ad esempio in canaletta, in galleria o su supporti discontinui (mensole o staffe).

La rete è posata ad una profondità compresa tra 60 cm e 100 cm dalla superficie.



Esempio di rete elettrica aerea e di cavo per AT (da <http://www.directindustry.it>).

Criticità

Modi di guasto dell'intera struttura	- corto circuito; - dispersione di corrente verso terra
Cause di guasto dell'intera struttura	- cedimento o degrado dell'isolamento; - mancato intervento del/i dispositivo/i di protezione e di interruzione del circuito; - sollecitazioni esterne (meccaniche, chimiche, erosioni da roditori); - sovraccarico prolungato; - rottura degli accessori di fissaggio per sollecitazioni meccaniche; - utilizzo di componenti non idonee; errori di montaggio; - presenza di materiali o componenti propaganti l'incendio.
Effetti dei guasti dell'intera struttura	- emissione di fumi, gas tossici e/o corrosivi; - arco elettrico e/o scintille; - lenta combustione e/o propagazione dell'incendio; - shock elettrico.

Servizio fornito

Il comune ha un consumo generale (dati Terna 2006) di 56329.6 MWh/anno.

Questi consumi sono così suddivisi:

Settore	Consumi [MWh/anno]	%
Agricoltura	147.8	0.3
Industriale	21136.7	37.5
Terziario	22312.5	39.6
Pubblica Amministrazione	541.3	1
Illuminazione Pubblica	946.4	1.7
Residenziale	12732.6	22.6
Totale	56329.6	100.0

Per quanto riguarda la fornitura del servizio per consumi domestici l'erogazione di elettricità media è 1 569 KWh/ab/anno.

Rete gas

Il gas naturale, formandosi a centinaia di metri sotto terra, viene raggiunto tramite operazioni di trivellazione e quindi captato, raccolto immesso in grandi tubazioni d'acciaio (gasdotti e/o metanodotti), denominate linee di trasmissione, che hanno lo scopo di trasportare il gas, via terra o mare, fino ai luoghi di consumo.

Le tecnologie moderne hanno portato alla progettazione di condotte a bassa pressione prive di stoccaggi senza la necessità di sovradimensionamenti per l'esercizio di punta. A tale scopo è sufficiente progettare la giusta collocazione delle cabine di riduzione della pressione per avere l'alimentazione da più punti.

La rete di distribuzione è composta principalmente da: condotte, valvole, raccordi, limitatori di pressione, dispositivi di sicurezza, filtri, contatori, cabine, pozzetti, tubi di sfiato.

La rete è costituita da tubazioni principali e tubazioni di servizio.

Per quanto concerne la rete principale, il suo percorso deve essere il più diretto e sicuro possibile.

La rete secondaria, subordinata alla collocazione della rete portante, potrà raggiungere i tratti più difficili del contesto urbano tramite passaggi aerei, passaggi in servitù, etc.

Le condotte possono essere in acciaio, in ghisa sferoide o in polietilene ed il loro diametro varia dai 30 ai 600 mm.

Le tubazioni devono essere interrate ad una profondità minima di 90 cm, per non risentire delle interferenze, prodotte dai carichi stradali.

È importante ricordare che le tubazioni del gas, nelle reti urbane, non possono essere collocate in cunicoli insieme agli altri servizi a rete, in quanto soggette ad eventuali esplosioni prodotte da possibili perdite di gas, che, con un insufficiente o nullo ricambio d'aria, potrebbero formare miscele esplosive.

Nella rete impiantistica del gas le problematiche relative alla sicurezza sono di gran lunga più elevate rispetto agli altri impianti.

Bisogna prestare attenzione, sin dalla fase di progettazione, nell'adottare quegli accorgimenti tecnici, nel pieno rispetto della normativa vigente, al fine di evitare interferenze nel caso di vicinanza ad altre reti di servizi.

Il gas immesso nella rete cittadina è di 10.407.525 mc (Dati ASGA srl 2007).

Criticità

Modi di guasto dell'intera struttura	- rottura della tubazione; - perdita di efficienza dei sistemi di tenuta delle valvole (per esempio stelo, raccordi flangiati); - corrosione delle tubazioni di acciaio; - mancata tenuta delle giunzioni; - inceppamento valvola/e, chiusura non completa o irregolare
Cause di guasto dell'intera struttura	- danneggiamento diretto delle condotte, con mezzi meccanici o con attrezzi di vario tipo, nel corso di lavori eseguiti nel luogo in cui è ubicata la tubazione del gas (per esempio rottura, incisione delle tubazioni di polietilene, danneggiamento del rivestimento delle tubazioni di acciaio); - interferenze elettriche con strutture metalliche interrate e/o con sistemi di trazione elettrica in corrente continua; - sollecitazioni anomale agenti sulla tubazione per effetto dell'applicazione di carichi statici e/o dinamici (per esempio transito e/o stazionamento di mezzi meccanici pesanti, traffico veicolare, deposito di consistenti quantitativi di materiale sull'area che interessa la condotta); - sollecitazioni anomale agenti sulla tubazione per effetto dell'alterazione delle normali condizioni di esercizio, a seguito di interventi di altri utenti del sottosuolo (per esempio utilizzo di materiali di rinterro non idonei, compattazione inadeguata); - decadimento per invecchiamento delle proprietà fisico-chimiche dei dispositivi di tenuta delle valvole e/o usura degli stessi per ripetuti azionamenti; - accumulo di impurità presenti nella tubazione e trasportate dal gas, con conseguente rigatura dell'otturatore delle valvole e/o inceppamento di queste ultime in fase di manovra; - alterazioni delle condizioni di sostegno della tubazione conseguenti a cedimenti, movimenti franosi, dilavamenti del terreno, ecc.
Effetti dei guasti dell'intera struttura	- fuoriuscita di gas con possibile formazione di miscele gas-aria che possono provocare, a seguito di eventuale innesco ed in funzione della concentrazione del gas nell'aria, incendio o esplosione; - impossibilità di intercettare e mettere in sicurezza la tubazione rapidamente in caso di irregolare funzionamento delle valvole.



Rubinetti gas predisposti per allaccio contatori.



Tubi per il gas metano (da <http://www.distribuzionetubi.it>).

5.1.3 Verifica dati disponibili

L'amministrazione comunale non possiede un quadro tecnico e gestionale dei sottoservizi. I documenti presenti negli uffici comunali sono di carattere amministrativo che riporta alla fase di concessione del servizio e di carattere tecnico generale.

Analizzando questi ultimi documenti si possono avere mappe generali del sistema di ogni rete. Queste mappe sono di tipo cartaceo e sono datate.

La fase di raccolta dati è un momento fondamentale e tra i più complessi, dal momento che essa rappresenta un supporto importante per elaborare il progetto di piano. L'aspetto conoscitivo del sistema delle reti è stato avviato a partire dai dati in possesso degli uffici tecnici comunali.

Questa fase di acquisizione dei dati è molto complicata perché, anche a livello di gestione, non esiste un sistema di banca dati tecnici e cartografici sviluppata con criteri uniformi e confrontabili.

La costruzione delle reti, storicamente, è avvenuta in base ai progetti elaborati dai gestori indipendentemente l'una dall'altra e soprattutto per lotti o ad integrazione di strutture esistenti sulla base dei nuovi insediamenti.

La catalogazione dei dati progettuali e realizzativi non è stata fatta in modo uniforme.

I dati di ogni singola rete sono in possesso dei gestori.

Questo trasferimento di informazioni è previsto dalla legge regionale 26/05 per poter sviluppare il progetto di informatizzazione dell'insieme dei dati tecnici e cartografici con le relative modalità di funzionamento.

I gestori hanno un ruolo importante per la ricostruzione storica ed attuale delle reti e delle loro dotazioni essendo stati da sempre delegati a sviluppare e gestire il proprio sistema.

L'amministrazione comunale dovrà avviare la ricostruzione degli elementi conoscitivi delle reti sia attraverso le informazioni esistenti che andranno integrate con un'azione di rilievo diretto sul campo.

5.1.4 Rilievi di campagna

Tali rilievi potranno essere sviluppati con mirate campagne di indagini. Va subito detto che si tratta di un lavoro complesso che va realizzato in modo generale e per fasi. Il quadro generale comprende l'analisi delle dotazioni presenti in ogni singola strada sia a livello di chiusini, tombini, sistema, dimensione di rete, tipologia costruttiva ed allacci ad utenze sia la localizzazione delle reti tecnologiche. Quest'ultima essendo interrata non è direttamente rilevabile.



È possibile fare una localizzazione delle reti già esistenti attraverso ricognizioni con tecnologie molto complesse e costose come il sistema georadar o l'investigazione televisiva. Siccome questo tipo di investigazione non è realizzabile per gli alti costi economici necessari si consiglia una ricostruzione per fasi.

Il sistema elettronico delle reti potrà essere aggiornato per le parti che vengono interessate dai cantieri sui sottoservizi durante gli interventi di manutenzioni.

Il comune deve richiedere una mappa del “come costruito” ad ogni gestore che effettua la manutenzione.

In tale modo nel tempo si arriva ad avere una mappa più affidabile di ogni rete operante.

5.1.5 Stato di efficienza delle reti

Il quadro conoscitivo riguardante la qualità e la consistenza delle risorse erogate e le eventuali perdite non sono state fornite dai gestori quindi non è possibile esprimere un giudizio sulla loro funzionalità.

In linea generale i sistemi presenti a livello comunale hanno una vita media di esercizio che è comunque dell'ordine dei cinquant'anni e quindi in una fase vetustà.

Va considerato che i sistemi sono cresciuti seguendo l'andamento urbanistico della città.

Nelle zone di prima urbanizzazione sono datati e possono avere situazioni di funzionamento non conforme ai criteri di qualità previsti dalle leggi vigenti se negli ultimi anni non sono stati effettuati interventi di manutenzione straordinaria.

Ogni gestore ha predisposto una sua *Carta dei Servizi* per rispondere ai requisiti di efficienza, qualità e economicità stabiliti dalle rispettive autorità.

Per un approfondimento di questo argomento si rimanda alle carte dei servizi fornite dai gestori. Però sarebbe utile acquisire dai gestori una relazione tecnica su questo aspetto.

5.1.6 Computo metrico estimativo

Il sistema dei sottoservizi porta con sé una serie di costi che devono esser sostenuti dal cittadino, dai gestori e dal comune.

I costi sono dovuti alla realizzazione della rete per la posa delle tubazioni e dei cavi, agli allacciamenti per collegare la rete di distribuzione all'utente, alla fornitura del servizio ed alla manutenzione del sottoservizio.

Ogni rete ha un proprio costo di realizzazione, che dipende dalla tipologia del servizio.

Esso include il costo di scavo, il costo del manufatto, della posa e del reinterro, cui va aggiunto il ripristino stradale.

È possibile stimare questo valore sulla base dei dati forniti da ogni gestore.

Attribuendo la lunghezza di ognuna delle reti a quella del sistema viario urbano ritenendolo coperto dai sottosistemi è possibile stimare la consistenza di ogni singola rete e nel caso della valutazione globale delle reti la lunghezza stradale comunale di 18.800 m va moltiplicata per il numero dei sottoservizi presenti da rinnovare.

Attualmente la posa delle reti avviene indipendentemente l'una dall'altra, ovvero senza l'utilizzo di strutture sotterranee polifunzionali.

Per poter arrivare ad un computo estimativo di ogni rete è necessario richiedere ad ogni gestore una specifica relazione. Su questa base sarà possibile effettuare una stima tecnico economica generale sui servizi presenti a livello comunale e su questa base predisporre degli scenari di infrastrutturazione con le priorità d'intervento nel tempo.

5.2 Qualità di Erogazione dei servizi

5.2.1 Utenze Servite

Tutte le unità immobiliari a carattere residenziale e lavorativo con numero civico risultano allacciate a più sottoservizi a rete. Manca il dettaglio del servizio effettuato da ogni gestore che nel tempo andrà verificato con specifici incontri tematici. Siccome il sistema di distribuzione di tutte le reti menzionate avviene attraverso la disponibilità di elettricità, in questa prima fase, sono state equiparate come coperte tutte le utenze fornite di acqua. A livello comunale vi sono 1001 edifici.

5.2.2 Utenze Connesse alla Capacità Insediativa

Gli immobili civili (residenziali e pubblici) presenti nel comune risultano essere 841, mentre 160 gli industriali e terziari. Il sistema delle strade che collega gli immobili presenta una lunghezza pari a 29,6 km. Sulla base degli elenchi delle utenze servite dai gestori sarà possibile fornire un dato dettagliato rispetto alla singola strada partendo dai dati di allaccio.

5.2.3 Flussi, portata e traffico

Questi dati di esercizio sono stati richiesti ad ogni gestore e nel tempo sarà possibile effettuare un dettagliato bilancio di esercizio di ogni sottosistema arrivando a determinare un quadro dei fabbisogni di risorse a livello comunale.

5.2.4 Censimento disservizi e criticità

Nel tempo da parte del comune non è stato effettuato un censimento dei disservizi dei sistemi a rete. Da un'analisi statistica effettuata risulta un numero medio di cantieri per manutenzione delle reti pari a 2 cantieri per km all'anno che, rapportati ai 29.611 km del sistema stradale comunale, indicano 65 cantieri all'anno. Da un'analisi dettagliata di questi dati rapportati alla tipologia di sottosistema che presenta un disservizio si può arrivare a definire il grado di criticità dei servizi presenti e le strade con maggiore impatto cantieristico.



5.3 Progettazione dei sistemi a rete

La progettazione dei sistemi a rete in ambito urbano deve esser sviluppata considerando le caratteristiche presenti nelle aree di intervento, in modo che la nuova struttura si inserisca nel contesto esistente.

Le scelte progettuali che interessano le nuove costruzioni devono privilegiare i criteri di infrastrutturazione scelti nel piano e previste a livello legislativo e normativo.

Questo approccio è particolarmente importante in quanto le condizioni progettuali a secondo delle aree considerate si modificano sostanzialmente perché nel primo caso il nuovo intervento si deve integrare con l'esistente, nel secondo le condizioni progettuali sono innovative e seguono indirizzi autonomi.

Il progettista deve considerare in via prioritaria la struttura della strada esistente e la conformazione urbana per gli allacci. Su questa base va definito il tipo di posa che si vuole adottare.

Sistema urbano esistente

Le soluzioni per la posa degli impianti tecnologici sotterranei nel sottosuolo urbano esistente sono:

- la posa direttamente interrata o in tubazioni interrate;
- la posa in polifore o in strutture sotterranee polifunzionali (cunicoli, gallerie).

Generalmente, nel caso degli impianti tecnologici sotterranei oggetto della norma UNI CEI 70030/1998 è previsto l'utilizzo della posa direttamente interrata o in tubazioni interrate, con apertura di trincea o in alternativa con tecniche senza scavo (no-dig) a cielo aperto. Questa seconda soluzione è particolarmente innovativa in quanto evita di aprire un cantiere al livello stradale.

La posa della rete avviene attraverso una perforazione direzionata che collega due punti prestabiliti lungo il tracciato.

Posa direttamente interrata o in tubazione interrata



Marciapiede

Nel caso di posa direttamente interrata o in tubazione interrata gli impianti tecnologici sotterranei vengono posati generalmente sotto il marciapiede o comunque nelle fasce di pertinenza stradale (per esempio: sotto le banchine).

È raccomandata la posa sotto il marciapiede in modo da ridurre al minimo il disagio alla circolazione stradale e di permettere un più agevole ingresso delle infrastrutture negli edifici.

Carreggiata

Qualora deve essere adottata la posa sotto la carreggiata, gli impianti tecnologici sotterranei posati direttamente nel terreno o in tubazioni posate nel terreno devono essere disposti per quanto possibile in prossimità del bordo della carreggiata stessa, con profondità di interramento tale che risultino collocati all'interno del terreno di sottofondo (parte superficiale del terreno naturale compattato su cui poggia lo strato di fondazione della sovrastruttura stradale), curando di ripristinare al meglio le caratteristiche del sottofondo, soprattutto con riferimento al suo grado di costipamento, e della sovrastruttura stradale secondo le specifiche norme tecniche in materia o, in mancanza, secondo le prescrizioni dell'ente gestore della strada interessata.

Qualora siano previste derivazioni alle utenze o intersezioni tra reti diverse di servizi, la profondità di interramento minima richiesta o prevista deve essere valutata rispetto al cavo, tubo o condotto posizionato alla quota più elevata.

Posa in polifore o in strutture sotterranee polifunzionali (cunicoli, gallerie)



Cunicolo tecnologico

Nuova urbanizzazione

Nelle aree di nuova urbanizzazione edilizia con destinazioni d'uso tali da determinare un'elevata concentrazione delle reti di distribuzione con previsioni di interventi di potenziamento o di rifacimento degli impianti deve essere valutata anche sotto il profilo tecnico-economico l'opportunità di realizzare **polifore o strutture sotterranee** polifunzionali (cunicoli o gallerie, ecc.), tenendo conto che questi manufatti devono essere limitati ai casi di **concentrazioni particolarmente elevate di infrastrutture** e nei casi in cui sono prevedibili frequenti interventi successivi.

In particolare la scelta della realizzazione delle strutture sotterranee polifunzionali, può essere effettuata solo in presenza di una precisa e definitiva attribuzione delle responsabilità relative a finanziamento, realizzazione, manutenzione, controllo degli accessi, sicurezza degli impianti.

5.3.1 Percorsi longitudinali e derivazione verso gli edifici

La disposizione e lo spazio da riservare ai singoli impianti tecnologici sotterranei posati direttamente nel terreno o in tubazioni posate nel terreno sono definiti in funzione della larghezza dei marciapiedi e delle esigenze delle reti di distribuzione nel rispetto delle specifiche norme applicabili per le stesse, in modo da assicurare, in particolare, un'adequata protezione contro sollecitazioni provenienti dal terreno e in particolare da quelle indotte dal traffico veicolare.

Generalmente, in relazione alle specifiche esigenze e modalità di realizzazione (andamento altimetrico, profondità di posa), le fognature devono essere disposte sotto la carreggiata a meno che la larghezza dei marciapiedi e delle altre pertinenze stradali non consenta l'ubicazione sotto di essi.

Analoga indicazione si applica per le eventuali condotte dei sistemi di teleriscaldamento urbano.

5.3.2 Infrastrutture ausiliarie (pozzetti, camerette)

Le infrastrutture ausiliarie interrate, quali pozzetti, camerette e simili, destinati a contenere gli accessori occorrenti per realizzare le reti dei diversi impianti tecnologici sotterranei posati direttamente nel terreno o in tubazioni posate nel terreno presenti nel sottosuolo devono essere contenute, per quanto possibile, nelle fasce assegnate al servizio cui si riferiscono.

Per le opere per le quali tale prescrizione non risultasse attuabile, previ accordi tra gli esercenti interessati, devono essere predisposte infrastrutture idonee alla posa degli impianti tecnologici sotterranei posati direttamente nel terreno o in tubazioni posate nel terreno cui sono riservate le fasce interferite.

In casi particolari possono essere altresì concordate deviazioni o scambi degli spazi di pertinenza per i diversi impianti.

5.3.3 Gerarchizzazione delle reti e strutture tecnologiche

L'infrastrutturazione attraverso l'uso di strutture polifunzionali tecnologiche (galleria, cunicoli, canalette) è definita dalla LR 26/03 titolo IV, come manufatto sotterraneo, conforme alle Norme Tecniche UNI-CEI vigenti destinato ad accogliere tutti i servizi di rete compatibili in condizioni di sicurezza.

Essa dovrà assicurare il tempestivo libero accesso agli impianti per gli interventi legati alle esigenze di continuità di servizio. (art 34 c 3)

L'infrastruttura è considerata opera di pubblica utilità ed assimilata, ad ogni effetto, alle opere di urbanizzazione primaria (art. 34 c 4)

L'autorizzazione comporta automaticamente la dichiarazione di pubblica utilità, indifferibilità e urgenza dell'opera. (art 39 c. 2).



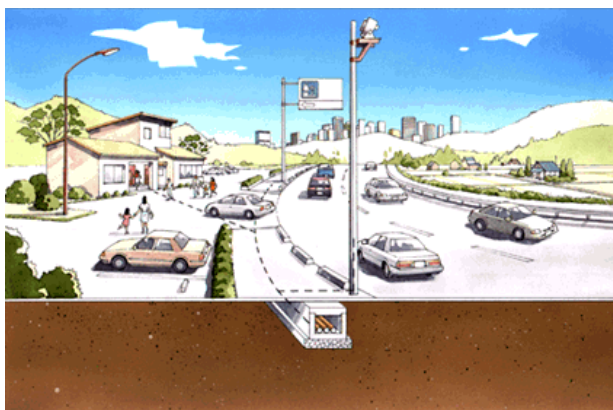
Cunicolo tecnologico in fase di approntamento

L'infrastrutturazione del sottosuolo si attua mediante un'organizzazione gerarchica dei manufatti, definita sulla base della importanza della infrastruttura rispetto alle funzioni che

svolge per la città (dorsale, distribuzione e servizio). Infatti, si possono distinguere i seguenti livelli:

- gli assi principali (dorsali di attraversamento e di collegamento) a cui si aggancia la maglia di distribuzione, da cui si dipartono i sistemi di allacciamento all'utenza. Gli assi principali effettuano i raccordi su grande distanza ed hanno funzione di collegamento sovracomunale;
- le maglie di distribuzione hanno la funzione di smistare i diversi servizi all'interno delle aree urbane. Le strutture possono essere praticabili o meno, in funzione delle aree urbanistiche interessate.
- le reti di allacciamento hanno la funzione di unire il sistema di distribuzione all'utenza civile e produttiva.

La struttura polivalente necessita di un unico scavo con tempi e modalità definite e salvo incidenti per un lungo lasso di tempo non sono necessari interventi di manutenzione. Si viene a costituire un vero e proprio tessuto urbano attraverso le strade cittadine che è capace di rispondere prontamente a nuove esigenze tecnologiche o richieste dell'utenza.



Esempio teorico di infrastrutturazione del sottosuolo di una strada extra-urbana (da Kindai-Sekkei Consultant. INC – Japan)

I servizi disposti su supporti, in un ambiente protetto dall'acqua, dagli schiacciamenti, isolati gli uni dagli altri, sono meno soggetti al danneggiamento e all'usura e l'azione di manutenzione è più facilitata.

L'attivazione di queste tipologie di strutture polivalenti prevede un monitoraggio in continuo dei parametri relativi alla sicurezza e un monitoraggio della funzionalità dei servizi.

Inoltre è possibile effettuare la programmazione degli interventi di manutenzione per prevenire danni e disservizi.

L'utilizzo delle suddette infrastrutture è finalizzato a:

- raccogliere al suo interno le reti di distribuzione dei servizi rispettando le logiche tecnologiche e i fattori di sicurezza. Questa scelta porta ad eliminare la caotica situazione oggi esistente nel sottosuolo e migliora l'organizzazione tecnico – spaziale dei servizi;
- trasformare le attuali reti di tipo "passivo", cioè prive di controlli inerenti la sicurezza, in reti "attive", cioè dotate di sensori elettronici e televisivi opportunamente dislocati in grado di fornire costantemente un quadro completo della situazione.

Tutto ciò facilita l'ispezione e permette di avere una visione d'insieme dell'intero sistema.



Ispezione di una galleria tecnologica

L'infrastruttura principale è generalmente rettangolare, esistono però soluzioni geometriche diverse. I servizi vengono collocati nelle due pareti mentre nel centro viene lasciato un corridoio per il transito degli operatori addetti alla posa e alla manutenzione. Gli spazi sono scelti in modo da rendere compatibile la presenza delle diverse reti. In fase di progettazione vanno analizzati tutti i possibili pericoli che si possono creare all'interno di un cunicolo tecnologico o di una galleria, tra cui problemi di incendi, cedimento della struttura, allagamento per perdite idriche interne oppure infiltrazioni esterne.

L'alloggiamento prevede le seguenti utenze: reti elettriche B.T. e M.T. (distribuzione di energia; illuminazione pubblica), telefoniche, idriche, telecontrollo, segnalazioni.

L'intera maglia di infrastrutture dovrà essere dotata di sistemi di protezione per tutte le utenze contenute, tra cui l'antintrusione, la rilevazione di gas esplosivi o l'allagamento.

L'opera di controllo dovrà essere progettata in modo che ogni segnale d'anomalia venga trasmesso via cavo ai diversi presidi dislocati nel territorio.

In tempo reale, si potrà rilevare il guasto e quindi intervenire o, quanto meno, prendere le precauzioni del caso per non interrompere il servizio.

Le molteplici operazioni comuni a tutti gli impianti sono disciplinate da singole normative tecniche in materia di messa in opera, di manutenzione e di sicurezza.

I sistemi dovranno essere dotati di una rete di sorveglianza e monitoraggio per le strutture.



La centrale di supervisione multifunzione dovrà effettuare un monitoraggio continuo 24 ore su 24 per i seguenti parametri:

- parametri relativi alla sicurezza quali l'accesso alla struttura sotterranea polifunzionale, la presenza di acqua, di gas pericolosi per le persone o le attrezzature, la presenza di fuoco e rilevamento di fenomeni sismici;
- parametri caratteristici dei servizi presenti, quindi rilevazione di tutti i dati relativi al funzionamento dei sottoservizi alloggiati;
- auto-diagnosi della struttura in termini di ventilazione, infiltrazioni, umidità, manomissioni dolose.

La gestione della struttura riceverà le diverse informazioni e, sulla base dell'elaborazione dei dati, potrà attivare automaticamente le procedure di informazione e di allarme, secondo piani predisposti potrà attivare l'intervento di personale idoneo.

Caratteristiche costruttive

La struttura deve permettere:

- la realizzazione degli interventi di manutenzione senza manomissione del corpo stradale o intralcio alla circolazione,
- la collocazione di più servizi in un unico attraversamento (le condotte a gas non possono esserci assieme ad altri impianti),
- l'accesso deve avvenire mediante pozzetti localizzati fuori della fascia di pertinenza stradale ed a mezzo di manufatti che non insistono sulla carreggiata,
- la profondità rispetto al piano stradale deve essere approvata dall'ente proprietario in base a:
 - O condizioni morfologiche dei terreni
 - O condizioni del traffico

Posa tradizionale

Apertura della trincea

La posa tradizionale di condotte comporta l'apertura della trincea con scavi a mano e scavi a macchina. A seconda del tipo di terreno incontrato nella posa e del materiale prescelto per le condotte, le modalità di scavo e di sistemazione possono variare. I lavori dovranno essere eseguiti a perfetta regola d'arte.

Esecuzione dell'intervento

Gli scavi devono avere sezione regolare con pareti di norma verticali e, ove necessario, dovranno essere muniti di sbadacchiature e puntellature; in vicinanza di condotte, cavi, fognature, altre installazioni e alberature, dovranno essere eseguiti a mano per non arrecare danni alle opere e alberature già esistenti. Dovranno essere altresì ripristinate tutte le attrezzature che verranno manomesse nel corso degli scavi e trasportare a rifiuto tutti i materiali non riutilizzabili provenienti dallo scavo medesimo;

Il riempimento degli scavi, effettuati sul suolo stradale, dovrà essere eseguito di norma con misto granulare stabilizzato con cemento tipo "325" dosato a Kg. 60 / 80 per ogni mc. d'impasto perfettamente lavorato e costipato con idonee macchine in modo da raggiungere il 95% della prova AASHO modificata; salvo solo casi eccezionali, da valutare di volta in volta dal responsabile tecnico del Comune, in cui potrà essere usato

misto granulometrico compattato a strati dello spessore non superiore a cm.15 tramite idonee macchine in modo da raggiungere il 95% della prova AASHO modificata;

Per le rimanenti modalità di esecuzione dei ripristini, si rimanda alle indicazioni allegate alla autorizzazione, precisando che in presenza di situazioni particolari, od in presenza di pavimentazioni di diverso tipo rispetto a quelle indicate nelle schede, verranno fornite specifiche indicazioni tecniche sulle modalità di esecuzione a modifica e/o integrazione di quelle riportate nelle schede medesime, allegando all'autorizzazione anche eventuali schemi tecnici di esecuzione all'uopo predisposti. Particolare cura dovrà essere adottata per il ripristino di scarpate le quali debbono essere opportunamente consolidate, inerbite e piantumate con idonei arbusti garantendone il completo attecchimento, comprese eventuali idonee opere d'arte, atte a garantire la tenuta della scarpata ed evitare lo scorrimento della medesima.

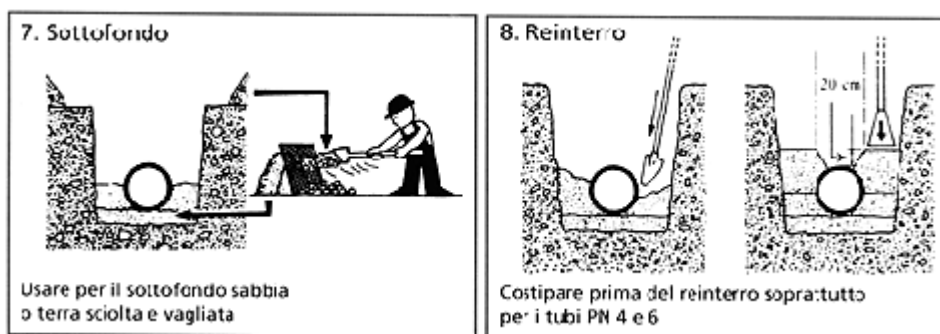
Pregi e difetti della posa tradizionale

PREGI	DIFETTI
- Tecnica consolidata da tempo - Costi contenuti per basse profondità di scavo - Operazioni in sequenza - Personale generico	- Incisione del manto bituminoso ed asportazione del materiale scavato in discarica - Prelievo di materiale di riempimento da cave - Alta movimentazione dei mezzi di cantiere - Riduzione di carreggiata o chiusura al traffico della strada e deformazioni che rimangono per lungo periodo - Intralcio alla circolazione automobilistica - Aumento dell'inquinamento e del rumore nella zona circostante l'area di lavoro - Disagio per i pedoni - Costi sociali elevati

La posa tradizionale di condotte comporta l'apertura con mezzi meccanici di una trincea. A secondo del tipo di terreno incontrato nella posa e del materiale prescelto per le condotte, le modalità di scavo e di sistemazione possono variare.

Riempimento della trincea

Il corretto riempimento della trincea è indispensabile per evitare le deformazioni della condotta. Seguendo le prescrizioni di posa date dal progettista, si deve far raggiungere al materiale di rinfiango il giusto grado di compattezza così da ottenere un modulo elastico E_t di cantiere più prossimo possibile a quello usato nei calcoli. Per ottenere buoni risultati il rinfiango verrà posato a strati successivi ognuno dei quali costipato meccanicamente avendo cura di non provocare l'innalzamento della condotta durante tale operazione .



Posa senza scavo

Da ormai 10 anni, in alternativa alla tecnica di installazione tradizionale, negli USA, Canada, Giappone e nei paesi continentali Europei si è diffusa la tecnologia "Trenchless": cioè la tecnologia che consente di installare nel sottosuolo le tubazioni dei servizi civili limitando le operazioni di scavo alla sola apertura di una buca di partenza e di una di arrivo. Le tecnologie Trenchless (la parola di origine angloamericana significa letteralmente senza trincea da trench = trincea e da less = senza; come cordless significa senza filo) si sono diffuse rapidamente, e non si limitano alla sola installazione di nuove tubazioni: oggi è possibile localizzare, eseguire manutenzione (ispezionare; riparare; pulire), risanare, rinnovare e sostituire tubazioni interrate senza dover scavare per tutto il tratto interessato dal lavoro da eseguire. Il continuo evolversi delle tecnologie trenchless ha fatto sì che il loro impiego si sia diffuso non solo nei casi dove la posa eseguita con lo scavo era praticamente possibile solo stanziando ingenti somme di denaro, intaccando l'ambiente circostante e creando notevoli disservizi: cioè gli attraversamenti di laghi, fiumi, canali, ferrovie, autostrade ma anche quando il loro impiego risulta più caro rispetto al costo eseguito tradizionalmente; a favore delle tecniche innovative giocano i **Social Costs (Costi Sociali)**. I Costi Sociali sono tutti quei costi che direttamente o indirettamente vengono sopportati da quella parte di popolazione la cui vita (dal punto di

vista della qualità e dal punto di vista economico) viene, loro malgrado, sconvolta dai lavori di scavo. Quando vengono programmati, progettati e stanziati i fondi per i lavori sui sottoservizi occorre considerare che buona parte di questi interventi possono essere eseguiti con le tecnologie trenchless. L'applicazione delle tecnologie trenchless deve essere una metodologia di lavoro presa in considerazione durante la progettazione del lavoro e non un ripiego forzoso. Purtroppo, in Italia, questi sistemi innovativi stentano a decollare per parecchi motivi: tra questi capeggia senz'altro la scarsa conoscenza delle tecniche e delle tecnologie trenchless.

Sistemi di alloggiamento

La galleria tecnologica

Il concetto progettuale della galleria è quello di una struttura percorribile da uomini ed eventualmente da mezzi per un alloggiamento multiplo che risponda ai criteri di affidabilità per i servizi presenti e di resistenza della struttura rispetto a problemi di assestamento dei suoli e ai fenomeni sismici.

Questa opera multifunzionale è una infrastruttura urbana in grado di fornire tutte le funzioni di trasporto e distribuzione di tutti i servizi a rete. Essa è multifunzionale in quanto è in grado di alloggiare e veicolare in un unico ambiente ispezionabile, cablaggi per il trasporto di energia elettrica e telecomunicazioni, acqua, gas e dati ed è intelligente in quanto attrezzato con un sistema automatizzato centralizzato per gli aspetti gestionali, manutentivi e di sicurezza.

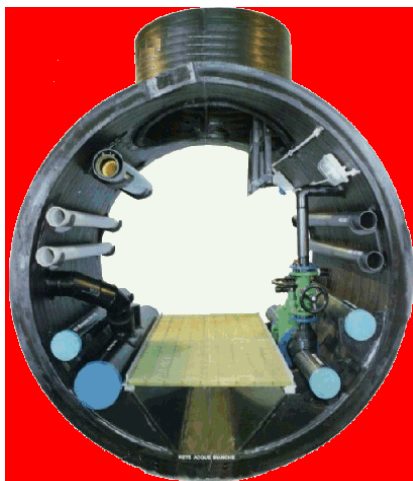


Galleria tecnologica predisposta per l'alloggiamento delle reti

La galleria polifunzionale può essere realizzata in calcestruzzo armato, o in materiali plastici come il PP (Polipropilene) e il PEAD (Polietilene alta densità).

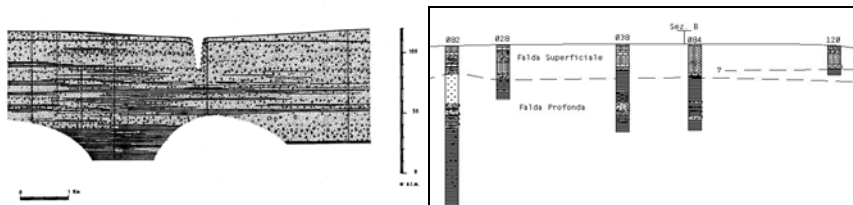
Nel caso di manufatti con struttura rettangolare le dimensioni sono di almeno 150 x 250 cm circa.

Nel caso di tubazioni circolari il diametro può variare tra 160 cm e 300 cm.



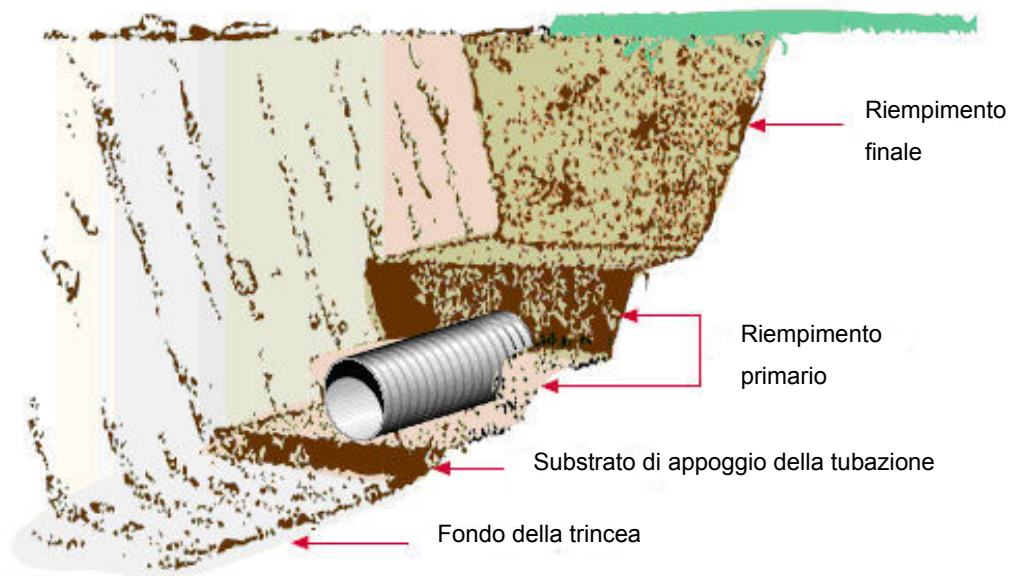
Esempi di canali (200 cm)

Le diverse tipologie presentano caratteristiche tecniche, di posa e di sicurezza differenti. In ogni caso, per decidere il tipo di infrastruttura da utilizzare è necessaria una conoscenza di dettaglio del sottosuolo a livello idrogeologico, geotecnico e sismico e delle opere preesistenti nel sottosuolo stradale.

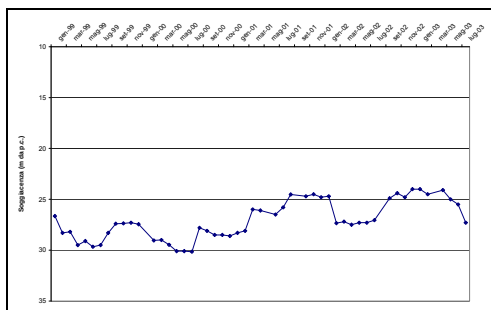


La scelta del tipo di infrastruttura è condizionata dalle caratteristiche litologiche e morfologiche del sottosuolo stradale in quanto la posa potrà avvenire all'interno di un opportuno scavo che dovrà essere preparato sia come sottofondo che come pareti di rinterro laterale.

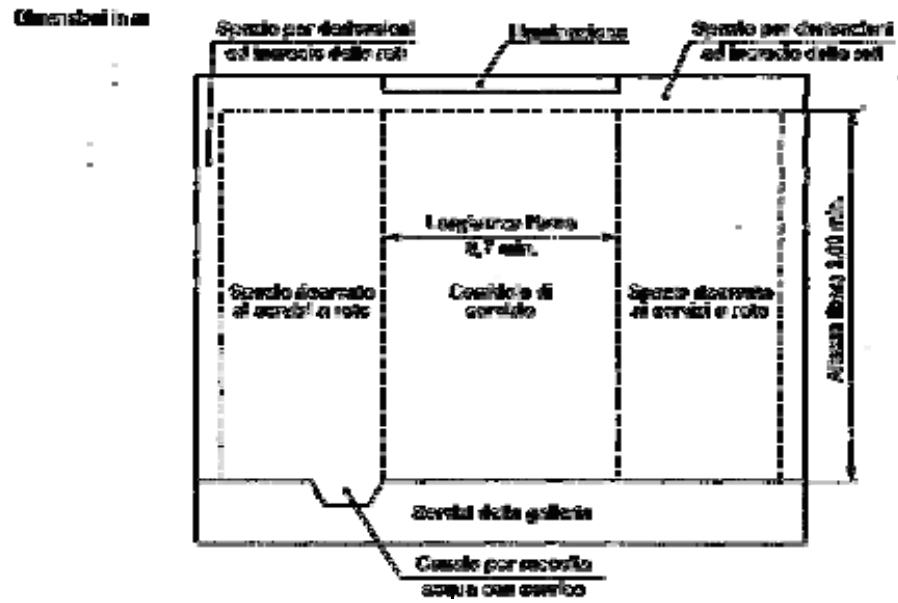
La formazione e le dimensioni di questa "guaina" di protezione artificiale sarà scelta sulla base delle prove geotecniche che saranno fatte lungo il percorso di posa.



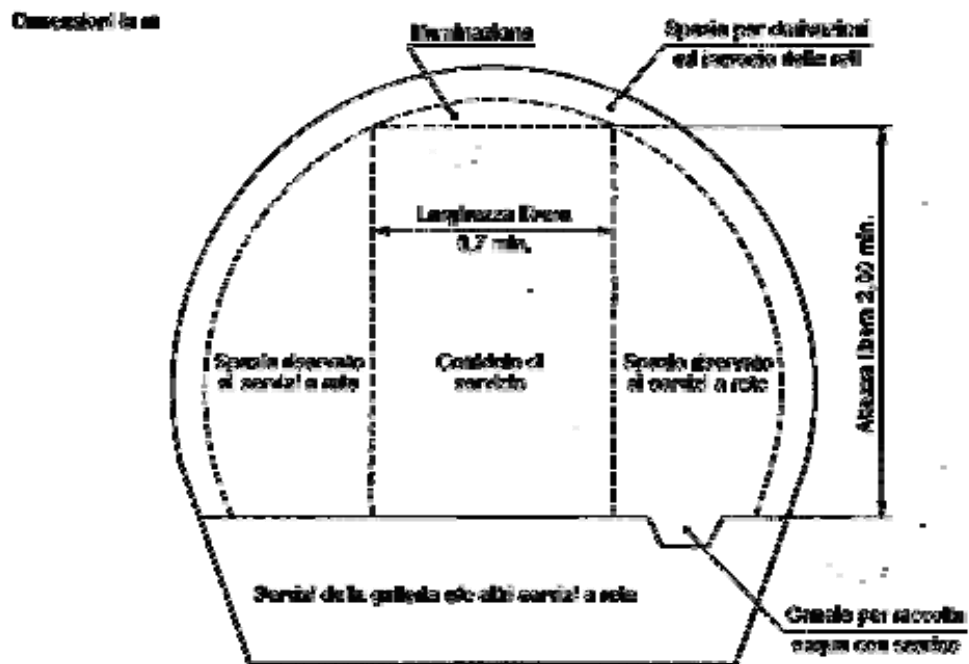
La vicinanza o l'assenza della falda freatica è un ulteriore elemento per la definizione della tipologia di opera da realizzare.



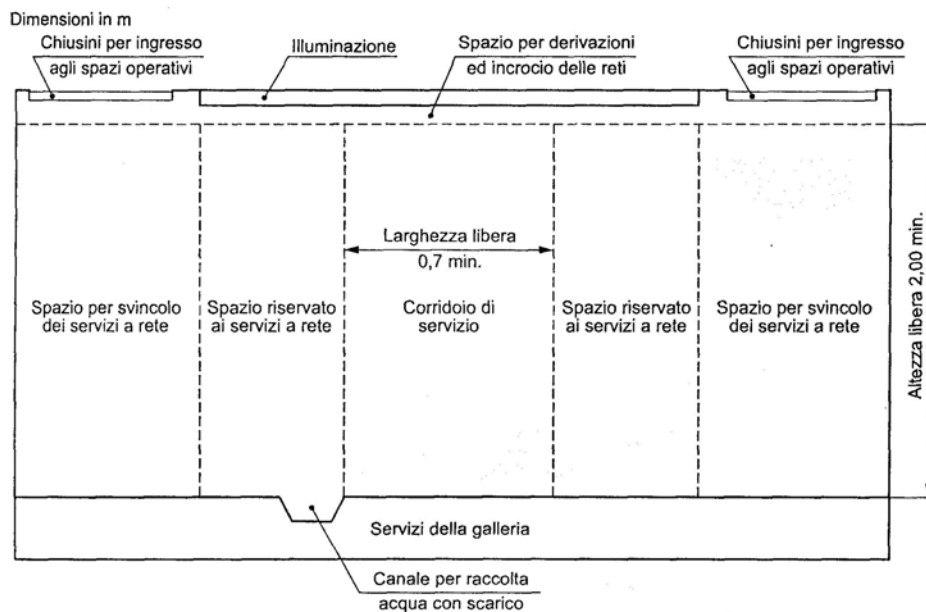
La fase progettuale, nello scegliere il percorso, deve tenere in considerazione la presenza di alberature per evitare interferenze con l'apparato radicale e quindi scegliere possibilità di coesistenza tra il sistema arboreo ed il manufatto.



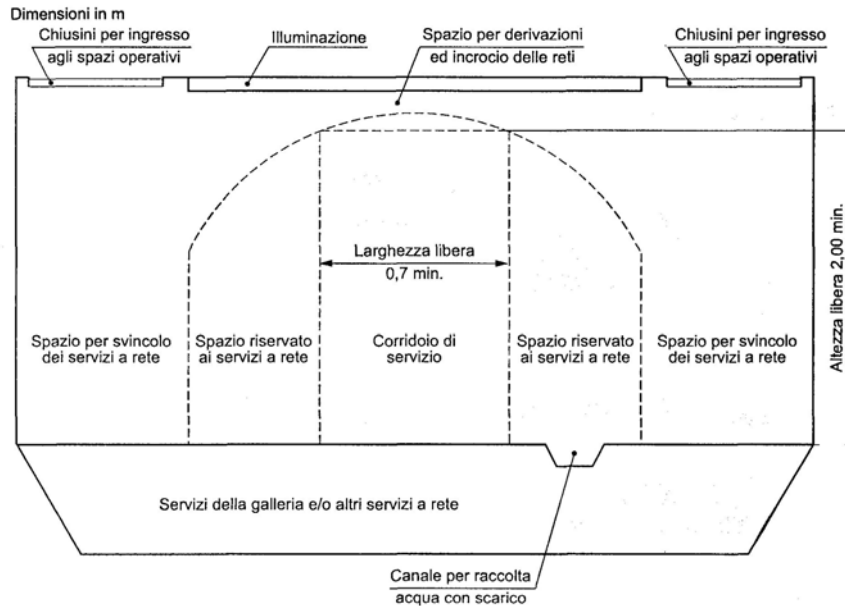
Galleria a sezione rettangolare



Galleria a sezione circolare



Galleria rettangolare con cameretta per gli svincoli dei servizi a rete



Galleria circolare con cameretta per gli svincoli dei servizi a rete

Il cunicolo tecnologico

Il cunicolo tecnologico è un'infrastruttura atta a contenere più servizi tecnologici simile alla galleria con una dimensione minore.

E' una struttura con chiusura mobile, facilmente ispezionabile ma non percorribile dalle persone.

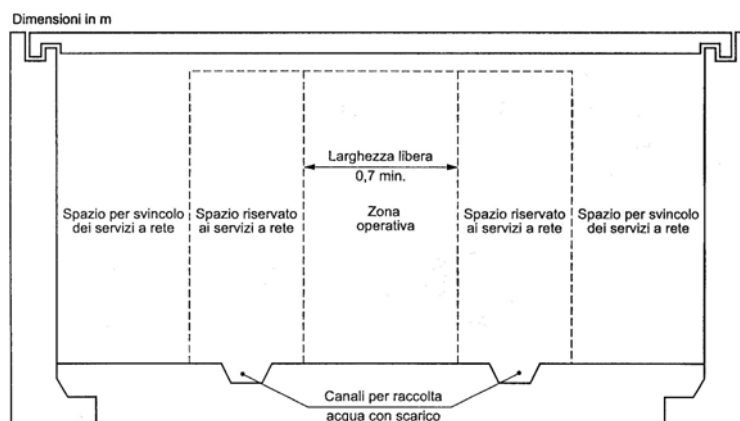
Può essere realizzato con i medesimi materiali della galleria.

Le dimensioni, nel caso di struttura rettangolare, sono di 100 x 150 cm circa.

La fase di realizzazione deve seguire le medesime specifiche descritte per la galleria.



Sezione tipo di cunicolo



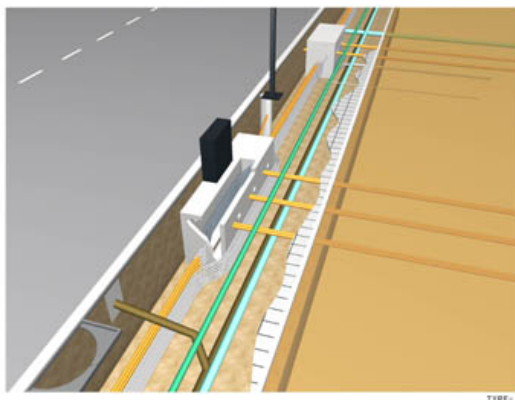
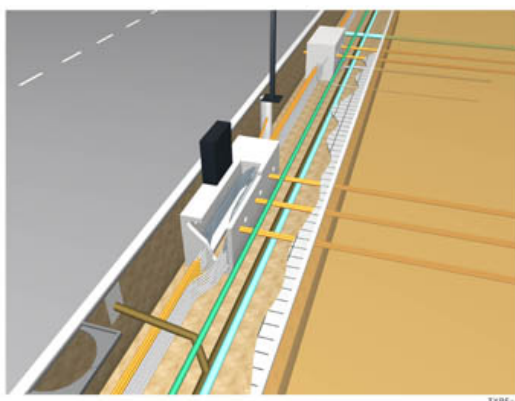
Sezione tipo di cunicolo con cameretta per derivazioni

Canalette

Sono le infrastrutture di allacciamento dei servizi all'utenza e rappresenta il livello di infrastrutturazione inferiore.

Essi sono di dimensione limitata e si sviluppano per brevi tratti.

Le dimensioni e le modalità di posa e di allacciamento sono scelte in base alle caratteristiche urbane e di uso delle strutture civili e lavorative presenti.



Polifora

La polifora è un manufatto costituito da cavidotti multipli, ovvero da più tubi affiancati destinati generalmente alla posa di cavi di energia o di telecomunicazioni.



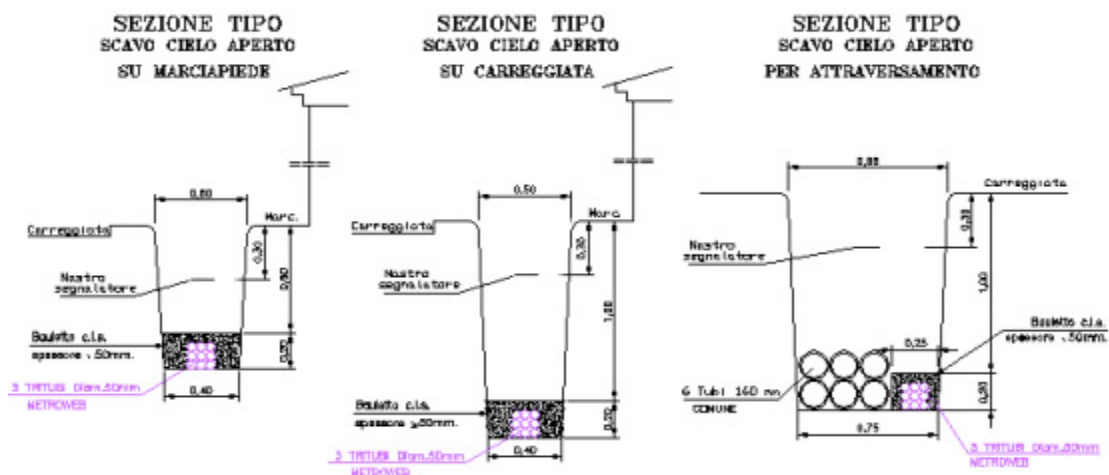
Date le sue caratteristiche e le ridotte dimensioni dei tubi che accolgono le reti energetiche e di telecomunicazioni, la polifora si presenta come struttura non percorribile dal personale.

Tuttavia, le canalizzazioni multiple, agendo da camerette intermedie interrato, facilitano gli interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria.

Manufatto costituito da più fori atto destinato a contenere cavi dell'energia elettrica e/o telecomunicazioni.



Esempio di polifora posata



5.3.4 Categorie standard di ubicazione

Le tipologie e le modalità di esecuzione degli attraversamenti sono **sottoposte** all'approvazione dell'ente proprietario della strada in sede di rilascio di **concessione**.

Attività	Disposizioni tecniche da considerare
Localizzazione degli impianti tecnologici	-In caso di dubbi relativi alla localizzazione degli impianti deve essere valutato l'impiego di sistemi tecnici di intervento senza l'effrazione della superficie -In questi sistemi devono essere utilizzati: -l'indagine geognostica -la perforazione orizzontale controllata per la posa dei cavi
Posa direttamente interrata sotto il marciapiede	- In aree urbanizzate deve essere: -ridotto al minimo il disagio alla circolazione -permesso un agevole ingresso delle infrastrutture negli edifici -rispettate le "Norme sulle caratteristiche geometriche e di traffico delle strade urbane" (CNR). - In particolare, deve essere considerata una larghezza minima di 4 m per: -strade di quartiere -strade di scorrimento - In aree commerciali ed industriali devono essere: -fissati i tempi massimi di esecuzione delle opere -rispettate le norme tecniche di riferimento (art. 8)
Attraversamenti ed occupazioni trasversali e longitudinali della sede stradale	-rispetto delle norme UNI e CEI -la profondità degli impianti viene definita con l'Ente proprietario -nella carreggiata la profondità minima di interrimento è 1 metro (art. 66 DPR 495/92). Essa può essere ridotta in condizioni eccezionali in accordo con l'Ente proprietario -La profondità minima (1 metro) non si applica al di fuori della carreggiata
Nuovi allacciamenti	-rispetto delle norme UNI e CEI -minimizzazione dell'impatto ambientale: la posa degli impianti deve avvenire: -contemporaneamente alle altre infrastrutture -seguendo i progetti e le modalità approvate dal comune -predisposizione di interventi di recupero ambientale: -destinazione di aree a verde utilizzabili per la sistemazione dei sottoservizi -utilizzo di sistemi non effrattivi ove esistano essenze da salvaguardare

5.4 Interventi operativi

Gli interventi operativi rientrano nella fase di attività dell'infrastrutturazione.

Il progettista deve dotarsi di un quadro conoscitivo territoriale e realizzativo ampio e completo che permetta di definire un'azione progettuale che rispetti gli elementi territoriali, gli elementi di rischio e gli indirizzi costruttivi fino all'organizzazione dei cantieri nel rispetto delle leggi vigenti.



Aprichiusini in azione a Roma

Indagini sul campo sono attivate attraverso un'investigazione diretta sulle strade che inizia con l'ubicazione topografica dei tombini e con la loro apertura al fine di poter effettuare un'ispezione dei manufatti presenti e valutare il loro stato di funzionalità.

I chiusini devono essere aperti dai tecnici appartenenti al gestore di riferimento del sottosistema ed utilizzando strumentazioni tecniche adeguate(vedi immagine)

Superata la fase di investigazione diretta, per un approfondimento ulteriore dei dati sui sistemi interrati è possibile attivare una campagna di indagine diretta ed indiretta.

5.4.1 Indagini dirette e indirette

La predisposizione di interventi operativi deve esser supportata da un programma di indagini per stabilire le caratteristiche del sottosuolo.

Le indagini sono di due tipi: dirette ed indirette.

Le indagini geognostiche dirette comprendono le perforazioni a carotaggio continuo o a distruzione di nucleo con o senza prelievo di campioni indisturbati e le adeguate prove in situ o di laboratorio.

Le **prove in situ** realizzate più frequentemente sono:

- penetrometriche statiche e dinamiche,
- standard penetration test (SPT),
- vane test in foro.

I lavori di indagine diretta consentono di conoscere le caratteristiche fisico-meccaniche del suolo e di raccogliere tutti i dati qualitativi e quantitativi occorrenti, nonché di individuare le acque sotterranee a pelo o in pressione.

Il sondaggio può avvenire con procedure differenti:

- con aste elicoidali, senza rivestimento del foro,
- a carotaggio continuo con rivestimento,
- sonda inclinometrica,
- diagrafia.

Le **prove di laboratorio** sono:

- limiti di Atterberg,
- prove udometriche,
- prove di taglio,
- analisi granulometrica.

5.4.2 Analisi rischio

Il progettista deve operare in modo da:

- individuare gli eventi non voluti,
- valutare i rischi per la sicurezza e la salute degli operatori e della popolazione limitrofa all'area di intervento,
- considerare la sicurezza e la continuità dei servizi,
- identificare le soluzioni per limitare o eliminare i rischi stessi,
- fornire informazioni sull'uso e sulle caratteristiche dell'opera,
- individuare possibili cause ed effetti dei guasti verificando che essi rientrino nei limiti accettabili,
- definire le misure di salvaguardia, le attrezzature di protezione e le procedure operative,
- trovare soluzioni per isolare le avarie e consentire gli interventi di ripristino delle condizioni operative.

5.4.3 Barriere architettoniche

Nella predisposizione del PUGSS devono essere definite le barriere architettoniche da considerare nella pianificazione delle opere da parte delle aziende. Queste prescrizioni possono formare oggetto di appositi protocolli effettuati dal comune di intesa con le aziende interessate. I comuni, in sede di autorizzazione, dovranno accertare che nel piano delle opere siano stati previsti gli adempimenti riguardanti le barriere architettoniche, gli spazi pedonali ed i marciapiedi (art.4, art.5 DPR 503/96).

Spazi Pedonali

I progetti che interessino gli spazi pubblici devono prevedere:

- almeno un percorso accessibile che permetta:
 - o l'utilizzo di eventuali impianti di sollevamento,
 - o l'uso dei servizi,
 - o le relazioni sociali,
 - o la fruizione ambientale
- la fruibilità deve essere anche garantita a persone di ridotta o impedita capacità motoria,
- i percorsi e gli impianti di sollevamento devono essere conformi alle specifiche dettate dal D.M. 236/89,
- marciapiedi.

5.4.4 Indirizzi costruttivi

Il progetto deve considerare tutte le caratteristiche costruttive e dimensionali della rete di infrastrutturazione in funzione del loro specifico uso (acqua, elettricità, telecomunicazioni, teleriscaldamento) e delle sue gerarchie.

Vanno calcolate le sollecitazioni che possono danneggiare le strutture a causa del traffico veicolare, degli assestamenti naturale dei suoli, di movimenti sismici, dell'azione degli apparati radicali della vegetazione, in modo da prevenire disservizi, rotture o crepe.

Nella progettazione vanno previsti gli alloggiamenti dei componenti particolari, i sistemi di derivazione a rete, le strutture di confinamento dei servizi e di drenaggio dei percolati naturali o artificiali, per prevenire interferenze e disservizi.

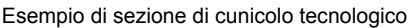
Tutte le opere di competenza della stessa amministrazione devono essere quanto più possibile uniformi tra di loro.

Per la fase di esercizio vanno definite ed applicate le procedure per le ispezioni, a vista o strumentali, per la manutenzione periodica e occasionale, per il confinamento delle zone in avaria e per la comunicazione delle anomalie rilevate dai gestori o proprietari dei singoli servizi.

Nel caso di posa direttamente interrata o in tubazione interrata gli impianti tecnologici sotterranei vengono posti generalmente sotto il marciapiede o comunque nelle fasce di pertinenza stradale. Nel caso non siano possibili altre soluzioni tali impianti possono essere posati longitudinalmente sotto la carreggiata stradale.

È raccomandata la posa sotto il marciapiede in modo da ridurre al minimo il disagio alla circolazione stradale.

La disposizione e la gerarchia delle infrastrutture sono definiti anche in funzione della larghezza dei marciapiedi e soprattutto delle esigenze delle reti di distribuzione nel rispetto delle relative norme, in modo da assicurare un'adeguata protezione contro sollecitazioni provenienti dal terreno e in particolare da quelle indotte dal traffico veicolare.



Gli impianti tecnologici sotterranei sono ubicati sotto i marciapiedi e devono essere disposti nella sequenza indicata a seguire (partendo dal confine con gli edifici o dai confini delle proprietà private e procedendo verso la carreggiata stradale):

- La larghezza utile minima consigliata per i marciapiedi è di 4 m, in quanto consente di evitare interferenze tra i vari impianti tecnologici sotterranei.
- La larghezza utile minima di 3 m può essere accettata eccezionalmente e deve essere considerata come limite inderogabile.
- La profondità di interramento delle tubazioni e degli scavi deve rispettare le norme tecniche vigenti per ciascun tipo di impianto.

Normative e obblighi di cantiere

La società che attiva un cantiere stradale deve osservare le condizioni e prescrizioni imposte dal comune per la conservazione delle strade e per la sicurezza della circolazione, svolgendo le proprie attività con la massima professionalità ed organizzazione. Durante gli interventi di posa la società è obbligata ad apporre tutte le segnalazioni e a prendere tutti i provvedimenti necessari stabiliti dalle normative vigenti sulla sicurezza nei cantieri e nei luoghi di lavoro. La sicurezza del lavoro risponde ad esigenze sociali d'ordine assoluto, che hanno avuto espresso e specifico riconoscimento dalla legge. L'obbligo non si esaurisce nell'adozione delle misure ordinate dalle specifiche norme per la prevenzione contro gli infortuni e per l'igiene del lavoro, ma richiede anche l'adozione di quelle ulteriori misure che l'esperienza e la tecnica propongono. Inoltre, l'obbligo richiede il costante adeguamento delle misure di sicurezza alla particolarità del lavoro, cioè alla realtà organizzativa e funzionale di ciascuna azienda. Infatti un regime di sicurezza può essere ottenuto soltanto ordinando oltre ad impianti e macchine, anche l'organizzazione e le procedure di lavoro e allo stesso tempo vigilando sul comportamento di tutto il personale. La società ha il dovere di ottemperare a tutte le disposizioni relative allo svolgimento dei lavori, che in qualsiasi tempo e fino alla scadenza della concessione, vengono impartite dall'Amministrazione Comunale in relazione alle modalità di esecuzione degli interventi a tutela della pubblica circolazione.

5.4.6 Organizzazione dei cantieri

I lavori di scavo e ripristino devono essere effettuati a regola d'arte a prescindere dallo stato manutentivo preesistente, secondo quanto stabilito dalle prescrizioni tecniche ed in modo da non intralciare il traffico veicolare e pedonale con sgombero sollecito e completo del materiale di scavo. I depositi su strada ed i relativi cantieri devono essere segnalati secondo i disposti di cui all'art. 21 del D.Lgs. 30.04.1992 n. 285 ed art. dal 30 al 43 del regolamento di esecuzione e attuazione del codice della strada D.P.R. 16.12.1992 n.495. Per contenere al minimo i disagi della cittadinanza, lo svolgimento dei lavori prevede l'apertura di singoli tratti di scavo, da rendere agibili prima di ulteriori scavi, secondo le indicazioni impartite dagli uffici tecnici comunali competenti.

Prescrizioni Tecniche

Tutti i lavori occorrenti per la realizzazione del servizio dovranno essere eseguiti secondo le modalità previste dal Disciplinare di scavo a totale cura e spese della società esecutrice dei lavori e con l'adozione di tutti gli accorgimenti necessari per garantire l'incolumità delle persone, in conformità alla legislazione vigente.

Le squadre operanti sui cantieri adotteranno tutti gli accorgimenti necessari per limitare il disagio alla cittadinanza e per contenere l'impatto ambientale.

La società esecutrice dei lavori si dovrà impegnare ad osservare le eventuali prescrizioni particolari impartite dai competenti uffici comunali in relazione alle oggettive esigenze specifiche create dal contesto in cui l'opera si realizza. In ogni caso l'azienda deve rispettare le prescrizioni tecniche contenute nella normativa in vigore.

Ripristini delle pavimentazioni stradali

Per gli interventi di ripristino delle pavimentazioni stradali la società esecutrice dei lavori si atterrà al Disciplinare per l'esecuzione di lavori di scavo e ripristino.

Organizzazione

L'azienda nell'organizzare il cantiere deve mettere in atto una serie di interventi di delimitazione e messa in sicurezza dell'area.

A tal fine deve collocare un cartello identificativo all'inizio dell'area di cantiere, e cartelli stradali che evidenziano restringimenti o deviazioni e limiti di velocità causati dai lavori in corso.

La segnaletica deve essere posizionata con modalità e distanze diverse in base al tipo di lavoro e all'ubicazione del cantiere.

5.5 Esigenza di adeguamento dei sistemi

L'esigenza di adeguamento dei sistemi a rete va sviluppata attraverso un tavolo comune formato dall'amministrazione comunale e i suoi tecnici e le strutture dei gestori.

Insieme vanno fissati gli elementi di intervento, le priorità di intervento e concordare le azioni per avviare l'infrastrutturazione.

Questo sistema semplifica i processi gestionali e il potenziamento di dotazione di nuove reti.

Bisogna mettere in conto una fase di resistenza all'innovazione da parte dei gestori perché andrà a modificare sostanzialmente i criteri di governo delle reti.

L'amministrazione comunale diventerà proprietaria dell'infrastruttura liberando le strade da strutture vecchie e non sempre efficienti.



Il processo è sicuramente complesso però va avviato per realizzare un rinnovamento radicale dei sistemi per puntare ad una sostenibilità urbana, una rivalutazione della città, un miglioramento della qualità della vita e una qualificazione del territorio.

6 PIANO DELL'INFRASTRUTTURAZIONE

6.1 Indirizzi generali

Il sottosuolo è stato analizzato come un elemento tridimensionale molto vincolato, ma che apre prospettive di riordino e di espansione per la città, andando ad integrare e supportare il Piano di Gestione del Territorio come una "realtà speculare" a quella di superficie.

È una dimensione altrettanto importante, sebbene resti "nascosta" e non immediatamente visibile.

Il sottosuolo è concepito come un "contenitore" in grado di ospitare al suo interno numerose strutture e infrastrutture al servizio delle esigenze di carattere civile, sociale e lavorativo salvaguardando gli aspetti geologico/idrogeologico ed architettonico presenti.

La città vive e prospera se è dotata di sistemi a rete efficienti, con scarsi disservizi e sprechi.

L'acqua, l'energia e la comunicazione sono i tre fattori che, a secondo della loro disponibilità, determinano l'eccellenza o la normalità di un centro abitato.

Riuscire ad assicurare in modo equo a tutti i cittadini ed alla città questi servizi vuol dire dare un supporto al lavoro, alla vita urbana e agli scambi sociali.

Se poi tali risorse sono offerte in modo eccellente si favorisce la crescita e si migliora la competitività.

Questo processo è possibile dotando la città di una infrastrutturazione che alloggi la maggioranza dei sottoservizi in una realtà facilmente accessibile, come prevede la legge, sfruttando al meglio ed al massimo gli spazi presenti nel sottosuolo stradale.

Tale sistema offre la possibilità di rinnovare radicalmente le reti, di espanderle, di assicurare una manutenzione agile ed un pronto intervento tempestivo.

Il PUGSS indica le linee guida per infrastrutturare il sottosuolo stradale con tipologie differenti sulla base delle esigenze presenti. Il sistema che si andrà a realizzare diventa un "contenitore ordinato ed intelligente" dei sottoservizi.

Le linee delineano un processo graduale di realizzazione all'interno di una strategia generale di innovazione e di trasformazione delle modalità di servire la città.

Questa azione di pianificazione permette nel tempo al comune di riappropriarsi del ruolo di governo del sottosuolo come area pubblica (demaniale) e di definire le sue destinazioni d'uso sia per l'azione di infrastrutturazione che per le altre funzioni urbane.

Il sottosuolo stradale diventa una risorsa territoriale e finanziaria per l'amministrazione comunale superando una fase di differenziazione nella gestione tra suolo e sottosuolo stradale.

Il processo di urbanizzazione determinatosi negli ultimi cinquant'anni ha teso a rispondere all'elevata richiesta di aree residenziali, lavorative o di interesse pubblico tralasciando di pianificare le strade con i suoi elementi strutturali e sistemi a rete. I sistemi sono maglie che collegano e connettono le varie parti del territorio e le strutture offrendo energia ed acqua necessaria per la vita civile e produttiva.

Il piano del sottosuolo dovrà diventare attraverso i piani attuativi in un tempo di dieci anni, previsto dalla normativa, il piano regolatore del sottosuolo urbano determinando modalità e volumetrie per infrastrutturare il sottosuolo stradale a sostegno della realtà cittadina.

Le linee di infrastrutturazione puntano a migliorare le attuali funzioni, ad indicare i processi di innovazione ed a formulare proposte di riqualificazione e di sviluppo per la città.

La realtà urbana è strettamente legata ai servizi a rete in una connessione ormai inscindibile di cui l'energia elettrica è l'elemento centrale di tutte le funzioni.

La qualità ed efficienza dei sistemi a rete che arrivano negli immobili determina il livello di qualità offerte al singolo residente o all'operatore e sono fattori di attrazione per nuove opportunità di lavoro e per la vivibilità urbana.

La legislazione richiede che l'ente locale “ governi “ il suolo demaniale a partire dalle strade urbane e sia possessore dei sistemi a rete presenti nel suo territorio per poter assegnare i servizi alle strutture di gestione che offrano migliore qualità ed efficienza nell'erogazione delle risorse.

Le linee di piano sono state elaborate seguendo la logica di funzionalità delle reti, di innovazione delle modalità di erogazione e di qualità dei servizi offerti.

Il sistema di infrastrutturazione dovrà avviarsi con una logica di sostituzione dell'esistente a partire dalla realtà puntuale rappresentato dall'incrocio più significativo ed estendersi lungo gli assi di connessione con il resto del territorio extra urbano.

Nell'ambito urbano il sistema si andrà a consolidare con interventi legati a nuove costruzioni o manutenzioni straordinarie e progetti specifici messi in atto dalla pubblica amministrazione.

Questa nuova visione del sottosuolo dotato di una infrastruttura che riesce ad allocare i principali servizi controllati e gestiti in modo unitario rende la città un complesso organizzato con un sistema di servizio programmabile e gestibile seguendo una logica di efficienza e di economicità.

Il riordino e la valorizzazione del sottosuolo stradale può diventare parte del miglioramento della qualità urbana, se le nuove strutture sotterranee polifunzionali

(gallerie e cunicoli tecnologici) saranno realizzate in modo da interagire con le altre funzioni urbane allocabili nel sottosuolo in una logica di complementarità nell'ambito di un piano dei servizi del sottosuolo e del suolo.

La strategia di definizione delle linee di qualificazione e di riqualificazione dei servizi a rete e della città stessa è stata elaborata, valutando le priorità in relazione:

- alle aree urbanizzate con maggiore richiesta di risorse idriche ed elettriche;
- alle caratteristiche geoterritoriali ed urbanistiche;
- alle risorse economiche necessarie;
- ai benefici sociali e di vivibilità urbana.

Il processo di infrastrutturazione delineato va sviluppato in forma progressiva attraverso piani attuativi che siano in sintonia con i processi urbanistici.

Quest'azione presuppone un processo di rinnovamento della città e delle sue dotazione strettamente interconnesse rispetto ai fabbisogni sociali e ai servizi offerti in una logica di sviluppo e di qualità della vita urbana.

6.2 Elementi di priorità

La caratterizzazione del sistema territoriale ha analizzato la fattibilità territoriale, mentre l'analisi dei sistemi dei sottoservizi ha individuato le caratteristiche di allaccio e le aree con diversa criticità indicando il grado e la priorità di infrastrutturazione sia a livello di sottosuolo (materiale alluvionale e falda superficiale) sia come sistema stradale e sua struttura.

Queste analisi rappresentano il primo momento di valutazione dei dati e delle informazioni presenti nel comune con differenti gradi di precisione e di approfondimento.

L'integrazione e l'approfondimento delle informazioni tecnico operative permetterà un affinamento delle conoscenze a supporto degli indirizzi progettuali con una sequenza temporale.

Il piano segue una linea di azione volta al riordino ed un governo del sottosuolo urbano e fornisce alcune indicazioni anche di tipo progettuale e finanziario che andranno definite nell'ambito del piano triennale delle opere pubbliche.

Questo processo dovrà essere strettamente legato agli indirizzi del piano dei servizi e al quadro urbanistico definito dal PGT.

La sua realizzazione dovrà creare il minimo impatto nella vita urbana ed assicurare maggiori servizi con migliore funzionalità, minori disservizi ed una economicità sui costi di esercizio.

Il processo di infrastrutturazione dovrà essere collegato con altri interventi di trasformazione della città specialmente nel campo dei servizi a rete (teleriscaldamento, cablaggio e telecontrollo) per determinare le opportune sinergie economiche, urbanistiche ed ambientali.

Un impegno attivo può essere svolto dai gestori dei servizi a rete esistenti e di gestori di nuovi servizi, come previsto dalle leggi vigenti.

La direttiva Micheli e la legge regionale n 26 stabiliscono il principio dell'intervento coordinato per:

- creare nuovi sistemi di infrastrutturazione;
- ridurre i costi sociali e gli interventi di manutenzione operati sulla sede stradale;
- facilitare l'accesso alle reti per gli interventi di manutenzione;
- introdurre controlli automatici della funzionalità delle reti;
- creare un ufficio del sottosuolo;
- definire un regolamento per l'uso integrato del suolo e sottosuolo stradale.

Disporre di reti tecnologiche innovative significa avere strumenti a supporto dell'insediamento di nuove attività lavorative, sostenere l'innovazione delle attività esistenti e richiamare nuove realtà sociali e produttive.

L'insieme di questi processi urbanistici e di gestione dei servizi determina le linee di priorità che dovranno permettere una profonda trasformazione e innovazione della realtà urbana. La visione qualitativa e di efficienza si dovrà affermare superando una vecchia azione di tipo quantitativo che ha caratterizzato la crescita urbanistica della città.

6.3 Criteri di infrastrutturazione

Il processo di analisi ha riguardato le caratteristiche geoterritoriali, urbanistiche, la rete stradale ed i servizi a rete in una elaborazione diretta con valutazione della loro presenza per ogni singola strada.

La sovrapposizione degli strati informativi ottenuti ha permesso di pesare gli elementi di attenzione territoriale e del sistema delle reti.

I criteri di scelta delle infrastrutture sono stati individuati valutando i rapporti tra le funzioni urbane, il sistema stradale e le necessità di adeguamento dei sistemi.

Si è cercato di individuare l'ordine di priorità per aree urbane che trarrebbero un notevole vantaggio dall'infrastrutturazione sotterranea in termini di miglioramento dei servizi alla città, di riduzione della cantierizzazione e dei costi sociali collegati.

I fattori che hanno definito la priorità per aree sono:

- caratteristiche dimensionali delle strade;
- presenza di servizi a rete;
- elevata domanda di risorse a rete.

6.4 Modalità di pianificazione

La procedura di pianificazione per definire l'infrastrutturazione è sviluppata attraverso un sistema progressivo basato su tre elementi:

1. Analisi puntuale: l'incrocio;
2. Analisi lineare: la strada;
3. Analisi areale: la zona.

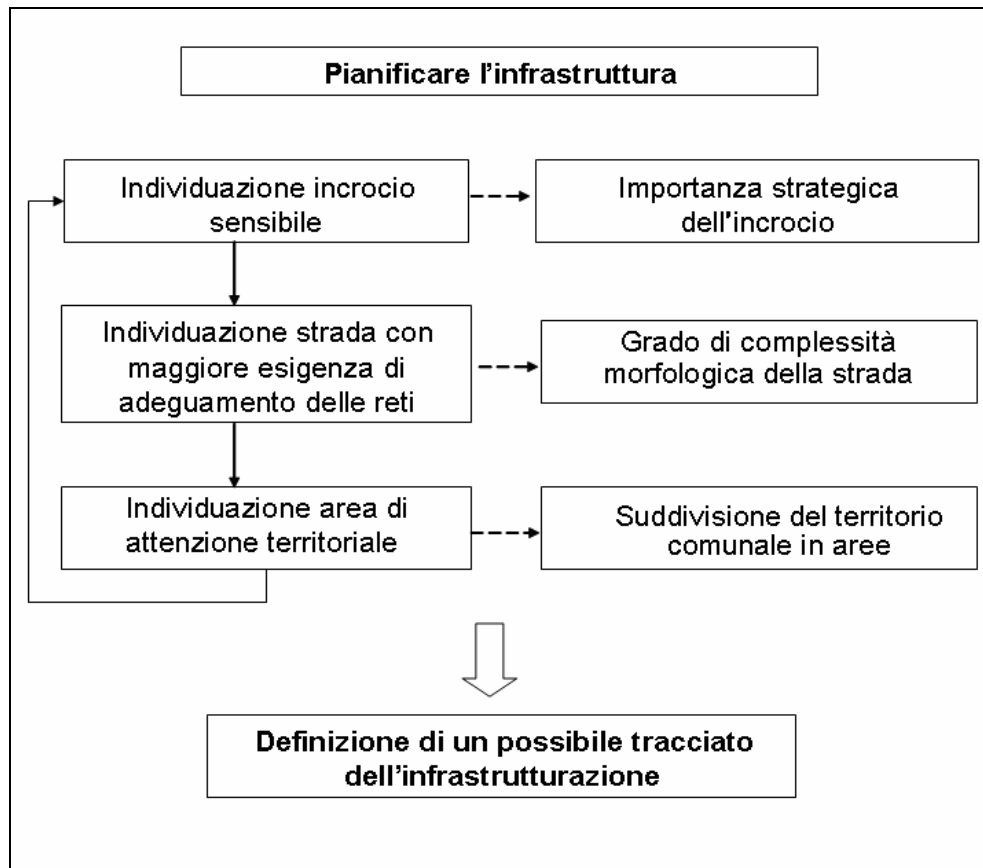
L'analisi puntuale permette di individuare tra gli incroci a più lati quello che intercetta due vie che sono elementi di collegamento con l'intero territorio comunale e i comuni limitrofi.

Questo punto forma lo snodo dello sviluppo del processo su cui si muove l'azione di valutazione dell'analisi lineare. Le due strade suddivise in tratti (incrocio – confine comunale) vengono analizzate nelle loro caratteristiche urbanistiche, strutturali e di rapporto sovracomunale.

Il sistema di analisi prosegue attraverso la valutazione delle aree che sono delimitate dai tratti stradali e dal confine comunale con una logica di area chiusa.

I parametri conoscitivi precedentemente analizzati, attraverso un processo di normalizzazione permettono di definire un peso per area e quindi un grado di importanza ad ognuna di esse.

L'area più significativa viene indicata come quella in cui bisogna attivare un primo studio di fattibilità nel momento in cui il comune decide di avviare la fase di infrastrutturazione del suo territorio.



Algoritmo per la pianificazione dell'infrastruttura.

Valutazione delle sinergie

L'infrastrutturazione del sottosuolo va coordinata ed unificata alla manutenzione straordinaria delle strade o in occasione di nuove realizzazioni, al fine di non creare ulteriori disagi ai cittadini.

La legislazione vigente prevede all'art. 6 che nelle aree di nuovo insediamento le strutture sotterranee polifunzionali (SSP) siano considerate opere di urbanizzazione primaria e che debbano essere realizzate contemporaneamente a cura e spesa del lottizzatore secondo progetti concordati con le società di gestione dei sottoservizi e approvati dal Comune.

La Direttiva prevede inoltre che nelle aree urbanizzate nelle quali un intervento straordinario comporti l'interruzione dell'intera sede stradale, per una lunghezza di almeno 50 m, le opere di ripristino siano l'occasione per realizzare un cunicolo tecnologico o una galleria, in relazione alla tipologia degli impianti allocabili e alle esigenze future.

Risulta quindi fondamentale integrare la pianificazione del sottosuolo all'interno del piano triennale delle opere pubbliche.

Con questo metodo, si abbattano in modo sostanziale i costi di organizzazione dei cantieri, quelli relativi al ripristino delle pavimentazioni della strada e di realizzazione delle opere e i costi sociali legati alla cantierizzazione della strada sono dimezzati.

6.5 Fase di pianificazione

6.5.1 L'incrocio

L'incrocio rappresenta un punto critico di incontro e di smistamento per il sistema della mobilità e per il sistema dei sottoservizi (acque, gas, elettricità, telefonia, etc).

È un'articolazione da cui dipendono i sistemi a rete ed in cui questi ultimi convogliano.

L'incrocio è anche un punto di vulnerabilità per il sistema stradale, in quanto particolarmente soggetto a sollecitazioni ed a carichi esterni, poiché i mezzi di trasporto subiscono rallentamenti in prossimità dell'incrocio, sia gestito tramite impianti semaforici, sia tramite roatorie.

In questa prima fase della pianificazione si è svolta un'analisi puntuale per definire l'incrocio più strategico.

L'incrocio che rappresenta il punto di snodo per il processo di infrastrutturazione è quello formato dall'intersezione tra la Strada Provinciale 43, la Strada Provinciale 38 e le strade limitrofe al Naviglio Grande (via Malpensata, via Roma, Via Marco Polo).

6.5.2 Le strade

Le strade che determinano il sistema dorsale della struttura viaria principale in rapporto all'urbanizzato sono le due provinciali MISP43 e MISP38 che nell'ambito comunale incrociano il sistema viario.

Larghezza

MISP38	10 m
--------	------

MISP43	10 m
--------	------

Lunghezza

MISP38	
--------	--

Incrocio-confine sud	4649 m
----------------------	--------

MISP43	
--------	--

Incrocio-confine est	2622 m
----------------------	--------

Incroci

Gli incroci sono stati contati come confluenza nei settori di suddivisione. Si riporta qui nel seguito il numero di incroci.

- MISP38

Da incrocio principale a confine sud	15
--------------------------------------	----

- MISP43

Da incrocio principale a confine est	9
--------------------------------------	---

6.5.3 Aree e Classi di Fattibilità Territoriale

Criteri di valutazione

Al fine della suddivisione del territorio comunale in classi di fattibilità si è scelto di dividerlo in aree. Queste ultime vengono identificate dalla naturale suddivisione generata dalle strade principali (provinciali) in base alla classifica precedentemente effettuata con il confine comunale. Ad ogni area è stata assegnata una differente classe di fattibilità che deriva dall'analisi dei seguenti fattori:

1. Elementi territoriali:
 - Soggiacenza falda,
 - Lunghezza del reticolo,
2. Elementi urbani:
 - Area urbanizzata,
 - Numero e Superficie di edifici residenziali,
 - Numero e Superficie di edifici industriali,
 - Numero e Superficie di edifici pubblici,
 - Numero e dati geometrici (lunghezza, larghezza, area) delle strade urbane,
 - Numero di allacci
 - Numero incroci con strade provinciali

Gli elementi sopra riportati appartenenti alle due differenti classi vengono sommati tra di loro dopo un processo di normalizzazione che consente di analizzare tra di loro anche elementi caratterizzati da unità di misura diverse. Non sarebbe infatti possibile sommare ad es. il numero dei pozzi pubblici con l'area dei parchi. E' stata ricavata una tabella nella quale a ciascuna area è associato un valore per ognuno degli indicatori sopra riportati.

La normalizzazione, che consiste nella divisione per il valore massimo riscontrato nelle aree comunali consente di attribuire ad ogni area un valore variabile tra 0 e 100 per ogni elemento. Il passo successivo vede la somma tra i valori ricavati dalla sommatoria di tutti gli elementi territoriali e i valori ricavati dalla sommatoria di tutti gli elementi urbani. Gli elementi territoriali, tranne la soggiacenza, sono stati tuttavia presi in ordine inverso, cioè viene assegnato un valore maggiore all'area caratterizzata da misure di elementi territoriali inferiori. Infatti le aree nella quale si hanno maggior territori adibiti a parchi, maggior numero di incroci ecc. sono quelle nelle quali è più problematica l'infrastrutturazione. Viceversa le strade più larghe, con il maggior numero di edifici ecc. sono quelle dove l'infrastrutturazione è più agevole ed importante da realizzare. Una particolare attenzione è stata posta nell'analisi delle aree con elevata presenza di realtà

pubbliche sia in modo sistematico che in periodi della giornata o della settimana. La presenza del pubblico obbliga a rendere l'area priva di disservizi quali inefficienza dell'erogazione specialmente energia ed acqua e di rischi per la sicurezza determinata dalla presenza di cantieri. La fase di infrastrutturazione deve considerare queste aree come elementi di priorità. Le aree considerate in prima istanza sono le scuole, il municipio, le chiese, le isole pedonali, i centri commerciali.

Classificazione per aree

Il territorio comunale, come riportato nel capitolo sui criteri di valutazione, è stato suddiviso in 3 aree, a cui vengono associate le diverse informazioni prese in esame. La matrice viene riportata nella seguente tabella.

Area	Area urbanizzata [m ²]	N° edifici residenziali	Area edifici residenziali [m ²]	N° edifici pubblici	Area edifici pubblici [m ²]	N° edifici industriali	Area edifici industriali [m ²]	N° strade
1	190 903	136	40 440	3	787	3	4 761	7
2	627 593	148	44 522	2	295	85	184 918	28
3	1 172 880	546	160 752	6	3 707	72	117 076	48
Area	Lunghezza strade [m]	Larghezza strade [m]	Superficie stradale [m ²]	Allacci	Soggiacenza [m]	Lunghezza reticolo idrico [m]	Incroci	
1	1 560	9	14 040	136	3-4	12 993	0	
2	9 486	12	113 832	230	3-4	26 599	15	
3	18 564	8	148 512	624	3-4	24 263	9	

La tabella precedente viene normalizzata e si ricava la seguente matrice, dove non sono più presenti le unità di misura.

Area	Area urbanizzata	N° edifici residenziali	Area edifici residenziali	N° edifici pubblici	Area edifici pubblici	N° edifici industriali	Area edifici industriali
1	16	25	25	50	21	4	3
2	54	27	28	33	8	100	100
3	100	100	100	100	100	85	63
Area	Lunghezza a strade	Larghezza strade	Superficie stradale	Allacci	Soggiacenza	Lunghezza reticolo idrico	Incroci
1	8	75	9	22	3-4	49	0
2	51	100	77	37	3-4	100	100
3	100	67	100	100	3-4	91	40

L'aggregazione dei dati territoriali e urbani permette di definire la seguente tabella:

Area	Elementi urbani	Elementi territoriali
1	274	149
2	673	100
3	1 115	131

I due elementi vengono a loro volta normalizzati, ottenendo due colonne con valori variabili tra 0 e 100. A questo punto si procede con un'ulteriore sommatoria che conduce alla tabella finale di dati aggregati, da cui si evince che l'area 3 è la più importante. Ad essa verrà assegnata una priorità di intervento.

Area	Valore indice
1	74
2	94
3	144

Priorità di intervento

L'analisi areale conclude il processo di pianificazione del sottosuolo stradale.

L'area 3 è la prima zona da interessare con uno studio di fattibilità per l'infrastrutturazione con sistemi che partendo dal primo livello della galleria, diramandosi attraverso cunicoli tecnologici e polifore si arrivi fino all'allaccio delle utenze.

Ordinamento delle aree

Ordine di intervento	Area
a	3
b	2
c	1

La procedura descritta tiene conto di tutte le analisi effettuate durante le fasi conoscitive del sistema territoriale e di quello delle reti, integrando tra loro i due studi ed elaborando i risultati ottenuti.

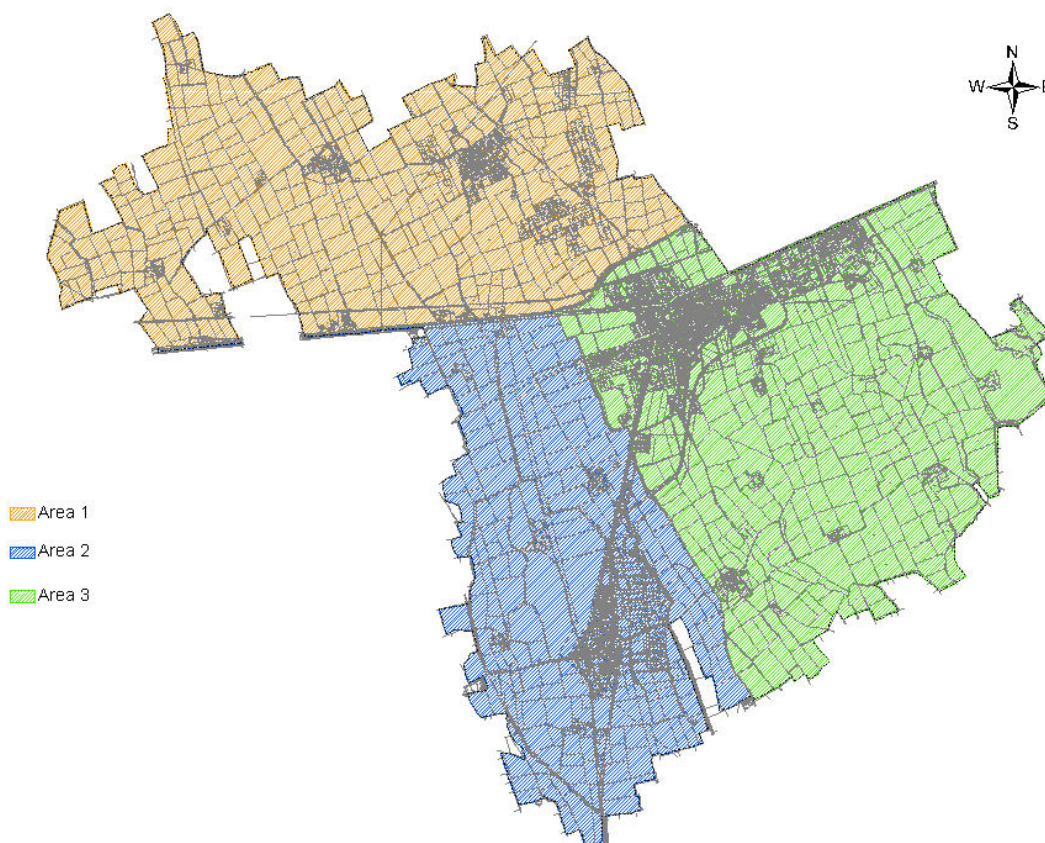
Il quadro conoscitivo a diversi livelli (punto, linea, area) e quello dell'intero comune permettono un incrocio dei dati e delle carte dei due ordini di analisi (territorio – reti) per arrivare a definire il grado di importanza e di necessità dell'attività di infrastrutturazione, la sequenza strategica del processo da avviare, nonché il tipo di infrastrutturazione da scegliere.

Questo ordine di importanza va letto come esigenza generale emersa nella definizione del piano generale.

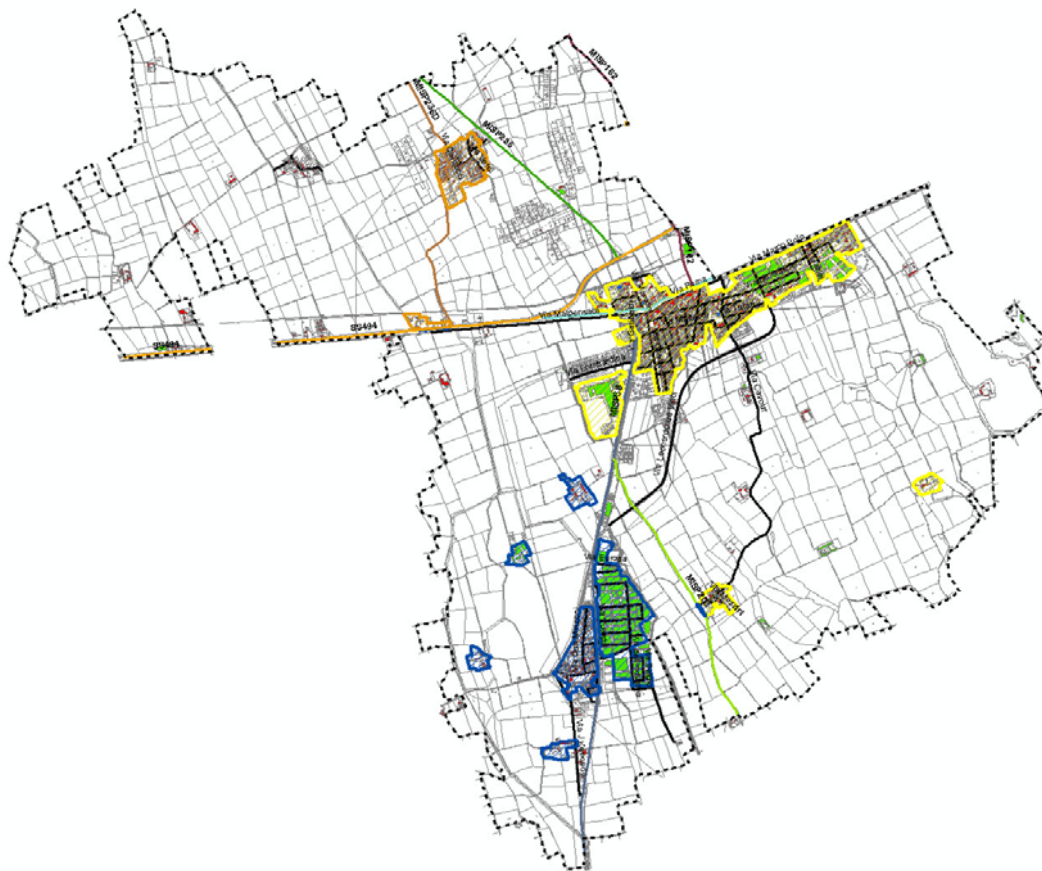
La valutazione dei diversi livelli di intervento sul sottosuolo va aggiornata in fase di scelte progettuali rapportandola costantemente con il Piano Triennale dei Lavori Pubblici, con il piano dei gestori e soprattutto con il Piano di Gestione del Territorio (PGT) in modo da definire le azioni integrate alla realtà del momento.

Bisogna rimarcare il concetto che si parte dall'assunto, presente nella legge, che afferma l'indicazione che nel tempo l'intero sistema urbano andrà interamente infrastrutturato per offrire pari opportunità e servizi a tutti i cittadini.

Il sistema di infrastrutturazione dovrà essere governato da un centro polifunzionale, legato all'ufficio del suolo e sottosuolo stradale, che svolga i compiti di controllo e di sicurezza del funzionamento dei sottoservizi presenti.



Divisione in aree del territorio comunale



Divisione in aree urbane dove attivare il sistema di infrastrutturazione tecnologico

6.6 Infrastrutturazione

In questa sezione si propongono una serie di costi dell'infrastrutturazione con le diverse tecnologie proposte nel progetto di riordino del sottosuolo comunale. L'intento è quello di fornire un ordine di grandezza di tali valori, che vanno però valutati in modo più dettagliato in fase di progettazione.

Il costo di infrastrutturazione con **galleria polifunzionale** è stato valutato intorno ai 3000 € per metro lineare. Esso è comprensivo del costo del manufatto, del costo di scavo, di posa e di reinterro in un'area urbana e del costo legato agli arredi interni della galleria, ovvero alle staffe su cui vengono poste le tubazioni ed i cavi elettrici, pozzetti di aerazione, sistema di illuminazione.

Il manufatto ha larghezza di 2.7 m ed altezza pari a 2.2 m; si tratta quindi di una galleria a passo d'uomo, con spessore delle pareti pari a 20 cm.

Il costo di scavo comprende i costi relativi al taglio della pavimentazione bituminosa, allo scavo della sezione obbligata, al trasporto del materiale a discarica, costo che include anche i diritti, all'armatura degli scavi, al Tout-Venant bituminato, alla fornitura e stesa di mista, al livellamento e rullatura del cassonetto stradale.

Il costo di posa include, tra gli altri, anche i costi per i torrini d'accesso, prevedendone uno ogni 20 m.

L'altezza media di ricoprimento è stata considerata pari a 1.5 m e la larghezza dello scavo è stata maggiorata di 50 cm dal filo esterno del manufatto da entrambi i lati.

In modo analogo alla galleria polifunzionale, si è valutato per il **cunicolo**.

Il costo del manufatto, di scavo e di posa all'interno di un'area urbana. Il manufatto consta di una larghezza di 1.5 m, un'altezza di 1,1 m ed uno spessore delle pareti di 16 cm.

I costi del manufatto, di scavo e posa di conseguenza risultano inferiori rispetto a quelli indicati per la galleria polifunzionale, proprio per le differenti dimensioni del cunicolo.

La somma di questi costi variano tra i 500 € ed i 1.1000 € per metro lineare a secondo le dimensioni scelte. Il cunicolo indicato presenta un costo medio di 880 €/ml.

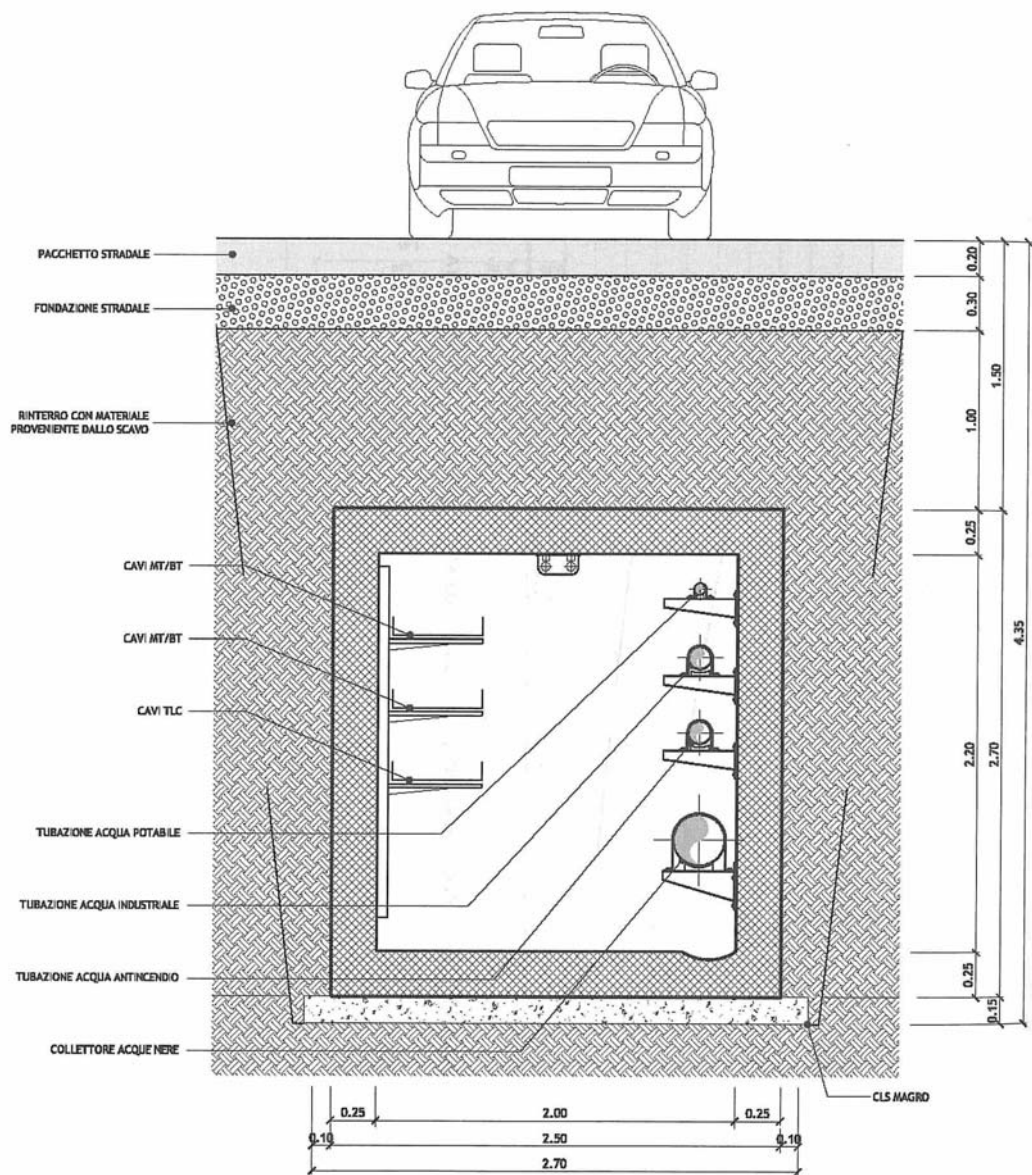
Un'altra tipologia di infrastruttura proposta è la **canaletta tecnologica**, con caratteristiche del tutto simili a quelle del cunicolo, ma con dimensioni inferiori. Il suo costo per metro lineare è stato valutato intorno ai 200 - 390 € ogni metro lineare.

Un'ipotesi di risparmio dal punto di vista economico ed ecologico all'interno del progetto di infrastrutturazione del sottosuolo è quella legata al recupero del materiale che viene rimosso durante lo scavo. Il riutilizzo del materiale rimosso durante lo scavo può essere effettuato direttamente sul posto, tramite trattamento del materiale stesso e successivo immediato riutilizzo.

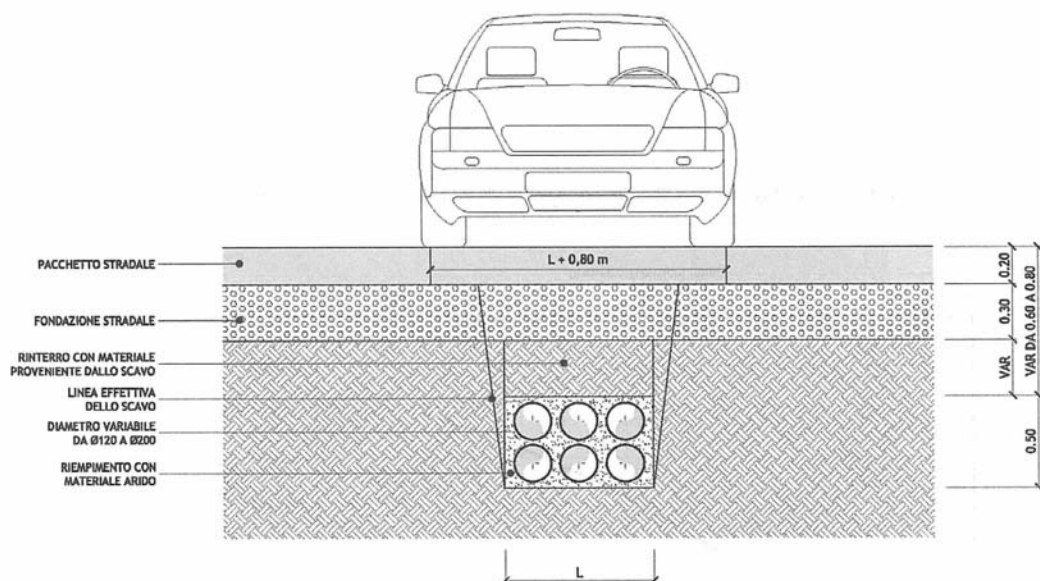
In questo modo si risparmiano i costi legati al trasporto di tale materiale in cava ed ai diritti connessi, nonché quelli legati alla fornitura di mista e di Tout-Venant bituminato.

Questo accorgimento permetterebbe di evitare in termini economici una parte dei costi considerati nel paragrafo precedente.

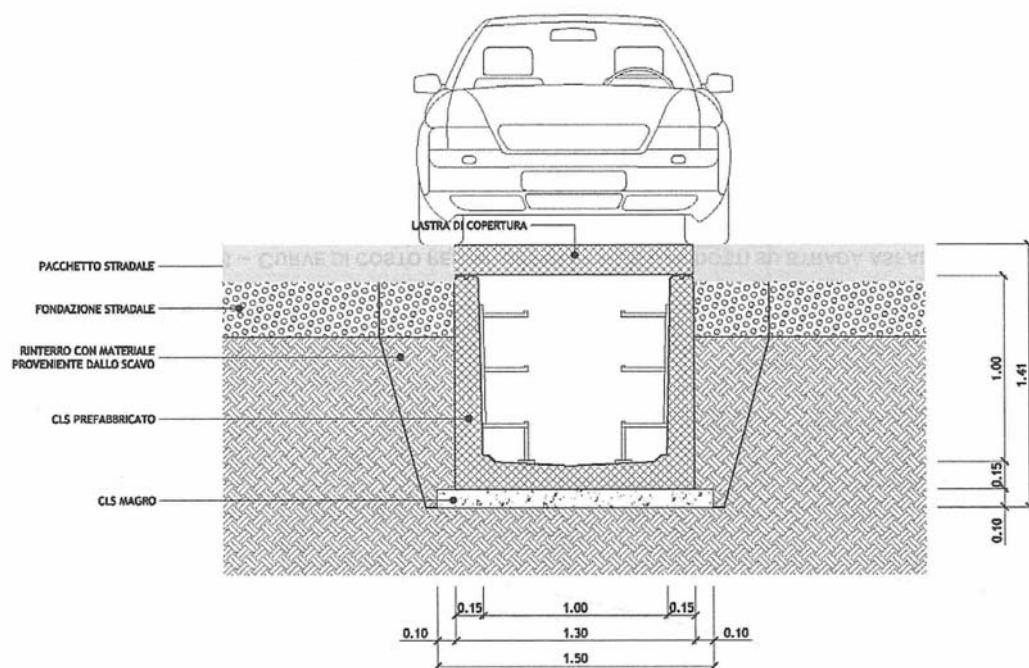
I costi evitati dipendono dalla tipologia di infrastrutturazione, con un risparmio totale che si aggira intorno al 15%.



SEZIONE TIPO DI POSA PER GALLERIE TECNOLOGICHE SU STRADA ASFALTATA



SEZIONE TIPO DI POSA PER POLIFORE E CAVIDOTTI SU STRADA ASFALTATA



SEZIONE TIPO DI POSA PER CUNICOLI TECNOLOGICI SU STRADA ASFALTATA

7 CONCLUSIONI

La conclusione che può essere tratta è la seguente: il PUGSS apre una nuova stagione nel governo del sottosuolo stradale come realtà pubblica al servizio delle aree urbanizzate offrendo la possibilità di una gestione dei servizi presenti e futuri che sia controllabile, innovativa ed economica.

Il suo uso va governato come una nuova risorsa demaniale che rappresenta un'opportunità economica per la vita amministrativa comunale.

Il processo realizzativo va coordinato con gli enti che esprimono interessi economici nell'uso del sottosuolo, in un'ottica di partecipazione e condivisione.

La nuova azione voluta dalla Regione Lombardia ed attivata dall'Amministrazione Comunale è un'occasione amministrativa che va interpretata e sviluppata sulla base delle esigenze e le aspirazioni delle collettività che ne usufruirà attraverso la realizzazione del piano e dei suoi effetti positivi.

Il piano va attivato sulla base del Regolamento sul Sistema Strade Urbane per gli interventi sul suolo e sul sottosuolo viario e con l'istituzione dell'Ufficio relativo.

Queste due azioni sono previste dalle leggi di settore e soprattutto devono rappresentare per l'amministrazione comunale un supporto tecnico e normativo indispensabile per l'avvio del processo di infrastrutturazione e di rinnovamento tecnologico del Sistema Strade Urbane.

Le attività prioritarie di intervento vanno focalizzate verso:

a) la realizzazione di infrastrutture nelle aree:

- di incrocio con interventi di rifacimento (rotonde, manutenzioni straordinarie)
- di nuova urbanizzazione previsti dal piano urbanistico;
- di riqualificazione urbana previsti dal piano urbanistico;
- soggette a rifacimenti e/o integrazioni dei sottosistemi esistenti secondo le disposizioni di Legge (art. 6, comma 4 e 5 della D.P.C.M. 03/03/1999);

L'infrastruttura è considerata opera di pubblica utilità ed è assimilata, ad ogni effetto, alle opere di urbanizzazione primaria.

b) l'alloggiamento nel sottosuolo dei seguenti servizi a rete:

- acquedotti;
- condutture fognarie per la raccolta delle acque meteoriche e quelle reflue urbane;
- reti elettriche per gli usi urbani, compresi quelli destinati all'alimentazione dei servizi stradali (illuminazione pubblica, videosorveglianza, semaforica e ecc);
- reti di trasporto e di distribuzione per le telecomunicazioni ed i cablaggi;
- condotte per il teleriscaldamento;
- condutture per la distribuzione urbano del gas.
- opere di alloggiamento urbano (garage, deposito ed altro) previste nel piano vigente

Queste attività vanno integrate nel piano dei servizi, per poter essere di volta in volta inserite nel Piano Triennale delle opere pubbliche in quanto il PUGSS ha una valenza decennale.

E' importante che questi indirizzi di pianificazione e di infrastrutturazione del suolo e sottosuolo stradale siano presenti con uno specifico capitolo di regolamentazione nelle norme tecniche di attuazioni del Piano di Governo del Territorio.

8 BIBLIOGRAFIA

- Bottigelli Carlo: "Sottoservizi urbani", Manuale Hoepli, pag. 121
- ORS (Osservatorio Servizi di Pubblica Utilità) Lombardia - www.ors.regione.lombardia.it
- Regione Lombardia – Sistema Informativo Territoriale - www.cartografia.regione.lombardia.it
- Regione Lombardia: "BURL"
- Regione Lombardia: "Manuale per la posa razionale delle reti tecnologiche nel sottosuolo urbano" - http://www.ors.regione.lombardia.it/publish_bin/C_2_ContentutoInformativo_1906_ListaAllegati_Allegato_2_All_Allegato.pdf
- Reoli Anna, Ronconi Marina: "Impianti tecnologici nel sottosuolo urbano – Problematiche e organizzazione delle infrastrutture a rete", ed. Il Sole 24 Ore S.p.A., Milano 1997
- Santi Alessia, Secchi Andr  e, Vigan   Michela; relatore Prof. Arch. Giuliano Dall'O', correlatore Arch. Annalisa Galante: "Interventi nel sottosuolo urbano – Manuale per la corretta esecuzione delle strutture sotterranee polifunzionali", tesi di laurea, Politecnico di Milano, Facolt   di Architettura, A.A. 2001-2002
- Sito ufficiale del Comune: www.comune.gaggiano.mi.it