

## *Analisi del valore nell'ambito di uno studio relativo alle tubazioni di fognatura*



### Introduzione

La fognatura è uno dei servizi fondamentali di una città e rappresenta un bisogno inderogabile di ogni collettività civile. D'altra parte, è fuori dubbio che il servizio di fognatura sia insostituibile, anche se, gli viene attribuita scarsa importanza perché sepolto nel sottosuolo, salvo poi, diventare di stringente attualità e di primario interesse quando manca o produce inconvenienti.

Le reti di fognatura svolgono la loro funzione come parte fondamentale delle infrastrutture urbane non per pochi decenni, ma per generazioni; si consideri inoltre che nel complesso di strutture destinate al risanamento idraulico di un territorio, le reti fognarie rappresentano la voce economicamente più consistente.

Le considerazioni svolte nella presente relazione, mirano a meglio definire il rapporto tra la durata nel tempo di un'opera di fognatura ed i relativi costi di investimento iniziale e gestionali manutentivi, introducendo la necessità di anticipare, quanto più possibile, dette valutazioni, già in fase progettuale.

La durata della vita di un manufatto di fognatura si può indubbiamente ritenere direttamente proporzionale ai costi di realizzazione; infatti, quanto maggiore è la durata programmata dell'opera da realizzarsi, tanto più elevati sono i costi di investimento.

L'aspetto manutentivo non è poi secondario, considerando soprattutto il fatto che i manufatti di fognatura sono completamente interrati, a volte anche a profondità di diversi metri, e le difficoltà di controllo ed i conseguenti interventi che si rendono necessari, risultano difficoltosi e frequentemente anche molto costosi.

La valutazione della durata da prevedersi per un'opera di fognatura è

l'elemento di gran lunga più importante da stimare per l'individuazione dei costi precedentemente indicati e per la loro relativa capitalizzazione; a tale proposito gli aspetti che preminentemente influenzano tale valutazione sono legati alla:

- Politica di Gestione del Territorio
- Modifica nel tempo dei parametri idraulici.

Il Piano Regolatore Generale Comunale (P.R.G.) è lo strumento cardine della disciplina urbanistica ed edilizia: fissa le direttive generali per l'assetto e lo sviluppo urbanistico dell'intero territorio comunale; detta le prescrizioni ed i vincoli per l'attività urbanistica ed edilizia; definisce e qualifica funzionalmente tutte le aree ricomprese nei confini comunali e quantifica l'entità degli insediamenti, sia residenziali che di lavoro o per servizi urbani, per almeno un decennio, con scelte che in alcuni casi superano di gran lunga questo arco temporale.

In particolare i contenuti essenziali del P.R.G. sono definiti dalla L. 1150/42 come modificata dalla L. 1187/68 e così riassumibili:

1. individuazione della rete delle principali vie di comunicazione e dei relativi impianti;
2. divisione in zone del territorio comunale, con l'identificazione di quelle destinate ad espansione edilizia e la determinazione dei vincoli e dei caratteri da osservare in ciascuna di esse;
3. localizzazione delle aree da destinare ad uso pubblico o sottoposte a servitù speciali;
4. localizzazione delle aree da riservare ad edifici pubblici di uso pubblico e ad opere o impianti di interesse collettivo o sociale;
5. indicazione dei vincoli da osservare nelle zone a carattere storico, ambientale o paesistico;

A cura di

Dr. Ing. Diego Finazzi

Dr.ssa Barbara Morelli

Relazione presentata al "Convegno Internazionale sul tema: Sviluppo sostenibile: assumersi le proprie responsabilità", svoltosi a Sorrento dal 26 al 28 marzo 2004.

6. definizione delle norme di attuazione del piano medesimo, che indicano per ciascun azzonamento, le modalità e le limitazioni degli interventi.

Come è facilmente desumibile, il contenuto del P.R.G. riveste importanza decisiva per la riorganizzazione del territorio o dei suoi insediamenti, per la impostazione delle linee guida dello sviluppo della comunità, per tracciare gli indirizzi programmatici fondamentali per l'azione dell'Amministrazione Comunale.

Così della città non si progettano più, ormai, la sistemazione dell'abitato esistente e lo sviluppo delle sue zone di ampliamento, ma l'assetto dell'intero territorio comunale, nell'ambito, se possibile, di direttive sovracomunali e con obiettivi correlati a determinate trasformazioni di tipo economico-sociale ed estetico-ambientali. Non si prevedono più i soli insediamenti residenziali, con le necessarie dotazioni di spazi per l'impianto dei servizi e delle attrezzature di uso pubblico, ma s'individuano le aree per i vari insediamenti produttivi, spesso riconoscendo nell'intreccio e nella promiscuità delle funzioni (purché compatibili tra loro) un elemento di vitalità del territorio.

Si comprende quindi come l'importanza dello strumento di pianificazione generale vada ben oltre, come d'altra parte è ormai universalmente riconosciuto, lo stretto ambito urbanistico, interessando diversi ambiti tutti pertinenti allo sviluppo disciplinato della città.

Il Piano Regolatore Generale di una città non ha una validità temporale stabilita per norma, anche se, ad esempio, la Regione Lombardia invita nel presente momento storico a compilare piani di validità decennale. Se ne desume pertanto che, anche se solo teoricamente e per defi-

nire dei limiti temporali, un Piano regolatore è valido fino alla sua completa realizzazione. Per la verità raramente si arriva a dare completa esecuzione alle opere tutte previste in un P.R.G.; è invece abbastanza frequente che il mutato quadro esigenziale di un territorio amministrativo possa richiedere adeguamenti, modifiche o revisioni complete dello strumento urbanistico. A ciò si può provvedere tramite l'adozione di varianti urbanistiche oppure la redazione di un nuovo Piano Regolatore Generale.

Si tenga comunque conto che se è ben vero che a cavallo degli anni 50/60 si sono apportate modifiche anche sostanziali agli aspetti pertinenti l'utilizzo del territorio, che hanno avuto, fra l'altro gravi ripercussioni negative legate al drenaggio delle acque meteoriche di sempre maggiori superfici impermeabilizzate, è anche altrettanto confermato che in tempi più recenti l'adozione di nuovi P.R.G. non ha introdotto elementi di modifica tale da determinare variazioni considerevoli almeno sulle parti già in precedenza urbanizzate. È comunque buona norma provvedere alla stesura di un nuovo Piano Regolatore Generale sopportati dalla consulenza dell'ingegnere idraulico che pianifica in parallelo anche l'ampliamento e l'adeguamento della rete di fognatura e di drenaggio delle acque meteoriche (sono a tale proposito buon testimone dell'esperienza recente nel Comune di Bergamo, dove si è provveduto in tal senso).

La giurisprudenza esistente (cfr. decisione Consiglio di Stato 16.10.95, n° 797 – Sez. IV), benché riferita alla definizione degli standards, giudica legittimo il riferimento alla situazione preesistente: garantendo così la necessità di assicurare la maggior continuità possibile ai P.R.G. redatti nel tempo.

Appare poi importante sottolineare che per città medio-grandi, i tempi che intercorrono tra la decisione dell'Amministrazione Comunale di mettere mano ad un nuovo P.R.G. e la sua definitiva approvazione, sono decisamente importanti, legati come sono a scelte politiche e alla necessità di attivare procedure ed iter burocratici, amministrativi e tecnici di durata assai incerta. Questo particolare aspetto comporta quindi una inerzia fin dalle fasi iniziali che spesso condiziona e determina periodi, a volte, della durata anche di alcuni decenni.

Un'intensa urbanizzazione del territorio Comunale, può provocare sensibili alterazioni al libero regime delle acque superficiali e sotterranee ed alle loro caratteristiche qualitative.

In particolare l'urbanizzazione e la conseguente impermeabilizzazione di vaste zone hanno prodotto alterazioni nei seguenti aspetti:

- per la minor infiltrazione delle acque meteoriche nel sottosuolo e per i contemporanei diffusi prelievi di acqua di falda, si produce una modifica nel bilancio idrologico delle acque superficiali e sotterranee;
  - per la maggiore impermeabilizzazione e per la maggiore velocità dei deflussi superficiali che aumentano, durante le piogge, le portate idrauliche consegnate ai recettori aggravando quindi i problemi connessi al controllo delle esondazioni;
  - la qualità delle acque meteoriche che percorrono i bacini urbani si deteriora a tal punto che oggi il problema del trattamento delle acque meteoriche sta assumendo, soprattutto nelle zone industriali, un'importanza analoga a quella del trattamento degli scarichi neri civili ed industriali.
- L'impermeabilizzazione del suolo

riduce quindi ovviamente la naturale infiltrazione nel terreno, aumentando di conseguenza i deflussi superficiali; tanto che i confronti tra le situazioni pre - urbane e quelle urbane mostrano un importante aumento dei coefficienti di deflusso delle piene. Si tratta di un aumento, non tanto rilevante per l'entità in sé dei maggiori volumi idrici che scorrono in superficie anziché giungere nel sottosuolo, quanto perché tale incremento influenza direttamente l'entità delle portate di piena.

Altro effetto da considerare è che l'impermeabilizzazione del suolo induce anche una diminuzione dei tempi caratteristici di formazione delle piene, contraendo quindi il tempo di corrivazione.

L'effetto dell'urbanizzazione è stato pertanto duplice:

- esaltare i volumi di piena;
- esaltare la portata al colmo.

Di conseguenza i corsi d'acqua recettori delle acque di supero delle fognature comunali sono caricati con portate al colmo ben più rilevanti, determinando di conseguenza alcuni fenomeni di esondazione ed allagamento di vaste aree.

Le Amministrazioni pubbliche, cui sono, a vario livello, demandati i compiti di bonifica e di salvaguardia del territorio devono provvedere, per lo più in modo integrato, ad ovviare alle problematiche sopra menzionate.

Da questo punto di vista, è importante che le Amministrazioni Comunali rivestano un ruolo di sicura importanza in termini programmatici fungendo da elemento centrale e catalizzatore, sia per la corretta definizione dell'assetto della rete di fognatura, sia per quanto eventualmente concerne lo studio delle acque di superficie.

L'assenza di uno studio integrato dagli aspetti di gestione della rete di fognature e di regimazione delle ac-

que libere di superficie, è comunque elemento significativo e premonitore delle situazioni che in futuro potrebbero evolversi in modo assai negativo soprattutto in coincidenza con eventi meteorici eccezionali e tali da creare gravi disagi per le popolazioni interessate.

Appare importante evidenziare che le moderne metodiche progettuali, al fine di fare fronte in modo propositivo a tutte le problematiche di eccessiva raccolta delle portate e accumulo dei volumi meteorici drenati, introducono delle proposte che consentono di mantenere la rete esistente, e permettono quindi implicitamente di tener conto di tempi considerevolmente più lunghi di durata delle reti fognarie, sebbene in presenza di aumenti anche consistenti degli apporti meteorici. Infatti, per far fronte alle suddette problematiche, l'idrologia urbana e la tecnica idraulica delle reti di drenaggio, sono passate da un approccio tendente ad una difesa passiva degli eventi meteorici, ad una visione gestionale dei problemi legati alla quantità e qualità delle acque.

L'esigenza progettuale rispetto alle reti di drenaggio è quella di minimizzare l'entità, sia delle portate meteoriche da convogliare nella rete sia dei volumi da smaltire, attraverso gli scaricatori di piena. A tal fine si è introdotto l'utilizzo delle vasche di laminazione e di compenso: manufatti questi che funzionano stoccando le quantità d'acqua in eccesso per la rete e restituendo in tempi successivi e programmati il volume invasato al corpo recettore finale, dopo il verificarsi del colmo di piena con un considerevole abbattimento di portata.

Le vasche di laminazione possono poi essere progettate in modo tale da essere utilizzate non solo come elementi tecnico - funzionali, ma anche come parte del sistema del verde urbano.

Appare evidente che tale nuovo approccio progettuale consente, oltre ad una maggiore tutela della rete fognaria esistente, di poterne anche prevedere una maggiore durata nel tempo, consentendo la corretta funzionalità di condotti o tratti di rete che diversamente evidenzerebbero una insufficienza idraulica. Si tenga conto che attraverso un approccio siffatto, seppur necessita di prevedere i dovuti investimenti, questi risultano mediamente inferiori a quelli di rifacimento della maglia interessata da eventuali insufficienze, permettendo, nel contempo, di evitare di sostenere i costi indotti da tali rifacimenti (quali ad esempio quelli legati a interruzioni viarie ed in generale ai disagi legati agli interventi di adeguamento o rifacimento di tratte fognarie, pur in presenza di modifiche importanti dei parametri idraulici che determinano le portate vettoriali).

La valutazione della durata da prevedersi per un'opera di fognatura, è l'elemento di gran lunga più importante da stimare per l'individuazione dei costi complessivi per la sua realizzazione. Appare comunque scontato che le considerazioni sviluppate debbano essere depurate dai parametri tipicamente legati ai materiali utilizzati nella costruzione del condotto di fognatura medesimo, per conferire agli stessi validità assoluta e favorire poi una possibilità di confronto tra i costi sostenuti e previsti utilizzando materiali diversi.



## 2. Perché realizzare una "analisi del valore"

La progettazione e la realizzazione di opere di ingegneria idraulica e di fognatura sono assoggettate alla normativa quadro in materia di Lavori Pubblici.

Nei disposti di tale normativa, nelle sezioni dedicate alla progettazione, si dà indicazione circa l'impiego della tecnica dell' "Analisi del Valore" per le valutazioni preliminari alla redazione dei progetti di opere e lavori.

La dicitura "Analisi del Valore" è mutuata dalla matematica finanziaria e fa riferimento a procedure, che consentono di definire il costo di un'opera, proiettato nel tempo.

L'importanza di tale procedura, applicata alle scelte progettuali, è di permettere un confronto, già in fase di progettazione, degli investimenti cui si deve dar seguito, tenendo conto della possibilità di utilizzo di materiali che hanno costi e durata nel tempo diversi.

Spesso, nel passato, l'orientamento delle Amministrazioni e degli Enti Pubblici, ha privilegiato scelte che prevedevano minimi costi di investimento iniziali per la realizzazione di un'opera, trascurando il fatto che tale orientamento comporta sempre l'utilizzo di materiali scadenti o comunque con una scarsa durabilità nel tempo.

Appare ovvio che, così facendo, non si teneva conto dei rapidi processi di deterioramento che, spesso, portavano alla necessità di rifacimento dell'opera e/o comunque alla necessità di interventi manutentivi decisamente pesanti.

L'opportunità, quindi, di procedere ad un'analisi comparativa preventiva dei costi attualizzati di un'opera, tenendo conto che la stessa può essere realizzata con materiali diversi, con costi e durata diversi, è certo un elemento di importanza decisiva. Infatti tali investimenti devono essere ben ponderati, considerando l'elevata incidenza che spesso ricoprono.

Inoltre, con il presente studio si vuole superare il semplice confronto tra i soli costi di investimento, considerando e mettendo in sistema

questi ultimi con i costi manutentivi, che rivestono un'importanza sempre maggiore. Le ragioni che hanno dettato una tale scelta sono diverse e verranno approfondite nel seguito del presente compendio.



### **3. Realizzazione e gestione di un'opera di fognatura**

Tra le molte modifiche introdotte dalla normativa italiana di sicuro rilievo riveste, a parere del Sottoscritto, un aspetto concettuale che tende a mutare completamente le abitudini precedentemente radicate.

Difficilmente in passato, in fase di progettazione e successivamente durante la realizzazione, si tenevano nel debito conto le problematiche legate alle necessità gestionali di un'opera ed in particolare agli aspetti manutentivi. Nella fase attuale, invece, appare sempre più cogente legare intimamente la realizzazione di un'opera alle sue necessità manutentive e gestionali; il tutto deve avvenire già in fase di progettazione.

Collegare l'attività di progettazione a quella di gestione e manutenzione dell'opera in fase di realizzazione, è sicuramente uno dei temi di più stringente attualità e di cui maggiormente si sente la necessità, sia a livello tecnico, allo scopo di una manutenzione periodica e programmata dell'opera, sia a livello finanziario, al fine di realizzare una previsione di bilancio, che tenga conto delle risorse necessarie per garantire il mantenimento di uno standard di efficienza ed efficacia adeguato dell'opera realizzata.

Purtroppo in Italia tale criterio non è stato fino ad oggi seguito - salvo lodevoli eccezioni - probabilmente perché i concetti di costruzione e gestione non sono ancora stretta-

mente collegati. Molto spesso, infatti, le scelte progettuali si limitano a criteri di puro risparmio sui costi iniziali, senza tener conto degli ingenti oneri che si dovranno successivamente sostenere per le manutenzioni e per l'eventuale rifacimento anticipato delle opere.

A seguito dell'introduzione dei dettati di legge, l'interconnessione delle fasi di realizzazione e gestione dell'opera pubblica, è comunque ormai destinata ad un matrimonio duraturo, dal quale dovrebbe trarne sicuro giovamento l'interesse pubblico, soprattutto in funzione del maggiore approfondimento che ne deriva a partire fin dalle fasi di progettazione preliminare, per ripercuotersi vantaggiosamente in tutte le successive fasi di progettazione e realizzazione dell'opera pubblica.

Dal coacervo delle norme emanate si può argomentare quanto segue:

- In fase di progettazione e realizzazione dell'opera occorre tener conto anche degli aspetti gestionali;
- previsioni di spesa per manutenzione e gestione dell'opera, ulteriori o maggiori rispetto all'investimento iniziale, relative ad esercizi futuri, devono essere definite tecnicamente ed economicamente nel Piano di Manutenzione dell'Opera e delle sue Parti;
- la deliberazione che approva il piano economico finanziario costituisce presupposto di legittimità delle deliberazioni di approvazione dei progetti esecutivi, dell'investimento e delle deliberazioni di assunzione dei relativi mutui.



### **4. La fase preliminare alla progettazione**

La normativa italiana in materia di lavori pubblici prevede che la pro-

gettazione debba essere articolata, salvo diversa indicazione da parte del Responsabile Unico del Procedimento, secondo tre progressivi livelli di definizione:

- Progetto Preliminare,
- Progetto Definitivo,
- Progetto Esecutivo.

A parere del Sottoscritto appare particolarmente importante, soprattutto nella predisposizione di progetti relativi ad opere idrauliche e di fognatura, il livello di progettazione preliminare.

In tale fase di progettazione vengono, infatti, definiti alcuni aspetti di fondamentale importanza per le scelte da effettuarsi per lo sviluppo delle successive fasi progettuali. Devono soprattutto essere ben definiti ed analizzati: gli obiettivi da perseguire e le strategie per raggiungerli; le esigenze ed i bisogni da soddisfare. Inoltre dovrà essere data indicazione degli accorgimenti atti ad evitare inquinamenti e comprendere le indagini geologiche ed idrogeologiche di primo approccio, oltre che le planimetrie generali e schemi grafici ed il calcolo sommario della spesa.

Il livello di progettazione preliminare, che costituisce la prima fase di progressione progettuale, può evidenziare anche più soluzioni tese comunque tutte all'ottenimento degli obiettivi fissati. Tale circostanza appare particolarmente importante proprio nel caso di progetti di opere idrauliche e di fognatura, nel senso che possono essere sottoposte all'Amministrazione committente diverse scelte di tipo tecnico, per esempio relative ai materiali, tra loro confrontate secondo la tecnica dell'Analisi del Valore.

Appare evidente che la possibilità di proporre diversi criteri di soluzione (ad es. materiali con caratteristiche fisico - chimiche differenti), anche

con investimenti realizzativi più o meno importanti, debba essere ben ponderata dall'Amministrazione committente.

Lo stesso Regolamento Attuativo della Legge Quadro sui Lavori Pubblici, propone la tecnica dell'analisi del valore, come metodologia di valutazione del rapporto investimento/durata nel tempo, determinante per le scelte da effettuarsi.



## 5. Piano di manutenzione dell'opera e delle sue parti

Come già sottolineato nei paragrafi precedenti, diversamente rispetto al passato, la normativa italiana tende ad intrecciare i momenti di realizzazione e di gestione dell'opera, pensandoli come correlati ed anticipandoli al momento della progettazione.

Da questo punto di vista appare particolarmente importante l'obbligo di predisposizione, tra gli elaborati di progetto, di un nuovo documento: IL PIANO DI MANUTENZIONE DELL'OPERA E DELLE SUE PARTI.

Gli obiettivi cui si deve fare riferimento nella predisposizione del Piano di manutenzione sono, quindi:

- **Prevedere** gli interventi di manutenzione necessari con particolare riferimento alle opere realizzate, alle modalità di realizzazione delle stesse ed ai materiali impiegati;
- **Pianificare** gli interventi di manutenzione nel senso di dare indicazione delle scadenze temporali da prevedersi per ciascun ambito manutentivo o manutenzione delle varie parti di opera realizzata;
- **Programmare** prevedendo le necessarie risorse, alle scadenze

definite in fase di pianificazione, per l'effettuazione degli interventi manutentivi.

Le tre precedenti azioni devono essere fissate per garantire, non solo l'efficienza e la funzionalità dell'opera realizzata, ma anche il mantenimento del valore economico della stessa.

Infatti, l'opera oggetto di investimento, da realizzare in un arco temporale certo e definito, deve produrre, ove possibile, reddito ed individuare le previsioni di spesa, ulteriori o maggiori, appositamente elencate in modo analitico, relative agli esercizi futuri. Il Piano di Manutenzione dell'Opera e delle sue Parti fornisce validi elementi costitutivi del piano economico - finanziario di ammortamento, che deve essere redatto sia in funzione di eventuali introiti previsti, sia al fine della determinazione delle tariffe conseguenti alla realizzazione dell'opera.

Al di fuori degli obblighi di legge che ne prevedono la redazione, appare comunque incontestabile che, secondo le norme della buona tecnica, sia irrinunciabile la buona abitudine di allegare il piano di manutenzione dell'opera al progetto e, a seguito dell'ultimazione dei lavori, aggiornare lo stesso in modo tale che possano essere descritti ed evidenziati tutti i particolari esecutivi.



## 6. Attualizzazione dei costi

L'obiettivo della presentazione è quello di fornire un supporto ai progettisti ed alle Amministrazioni committenti di un'opera idraulica o di fognatura, che permetta la comparazione economica e, di conseguenza, la convenienza di un materiale rispetto ad un altro, ferme restando le scelte progettuali di trac-

ciato, pendenza e diametro delle tubazioni.

Il presupposto da cui ci si muove è quello di definire la convenienza di un investimento, tenendo conto che:

- le reti di fognatura svolgono la loro funzione come parte fondamentale delle infrastrutture urbane non per pochi decenni, ma per generazioni. Oltretutto, nel complesso di strutture destinate al risanamento idraulico di un territorio, le reti fognarie rappresentano la voce economicamente più consistente; inoltre, essendo completamente interrato, a volte anche a profondità di diversi metri, sono di difficile e costoso controllo e manutenzione;
- si aggiunga che spesso i condotti fognari hanno diametri notevoli, con conseguenti gravissimi pericoli in caso di improvvisi cedimenti soprattutto quando, come avviene nella maggior parte dei casi, sono posati in sede stradale;
- si tenga inoltre conto che, a differenza di altri servizi, ad esempio acquedottistici, che possono essere sospesi in caso di inconveniente o di necessità manutentiva, per quanto riguarda le fognature tutto ciò risulta in genere difficile e complicato se non addirittura impossibile;
- in considerazione di quanto sopra riportato, risulta quindi evidente che riveste massima importanza l'accuratezza della progettazione, la professionalità nella realizzazione e posa in opera, così come i criteri di scelta dei vari tipi di tubazione al fine di fornire la massima garanzia di durata, di tenuta idraulica nel tempo e di convenienza economica a parità di validità tecnica;
- la durata necessaria comporta evidentemente elevati costi di investimento;
- è chiaro, quindi, che in fase di

pianificazione e successivamente di progettazione, è importante approfondire tutti gli aspetti, sia tecnici che economici, per garantire un'attiva protezione dell'ambiente con il minimo onere economico a carico della collettività.

La definizione della vita di esercizio di un'opera di fognatura è sempre strettamente collegata a un giudizio complessivo sulla rete.

I principali criteri da considerare per la costruzione e la gestione di una rete di fognatura sono:

- 1) la qualità del materiale dei tubi;
- 2) la qualità della costruzione;
- 3) le caratteristiche del suolo, inclusa l'eventuale presenza di falda freatica;
- 4) i carichi statici e dinamici che gravano sulla condotta;
- 5) la composizione chimica del liquame e del suolo;
- 6) la affidabilità di eventuali trattamenti protettivi dei tubi;
- 7) le modifiche dei parametri idraulici nel tempo;
- 8) situazioni particolari di pericolo che possono verificarsi a causa di scavi successivi.

Le caratteristiche tecniche dei materiali di fognatura possono essere valutate obiettivamente in funzione delle seguenti proprietà:

- 1) resistenza chimica, biologica, meccanica;
- 2) stabilità strutturale nel tempo;
- 3) efficienza idraulica;
- 4) condizioni di posa;
- 5) gamma di diametri e pezzi speciali disponibili;
- 6) compatibilità con l'ambiente;
- 7) possibilità di riciclaggio.

La combinazione fra i criteri strutturali di costruzione e gestione, con le sopraelencate caratteristiche dei materiali, comporta come risultano differenti durate di esercizio.

Svariate esperienze internazionali

attribuiscono le seguenti durate medie ai vari tipi di materiali impiegati:

<b>Gres ceramico</b>	<b>80 - 100 anni</b>
<b>Cemento e cemento + fibre</b>	<b>40 - 50 anni</b>
<b>Materiali plastici</b>	<b>30 - 40 anni</b>

Tali valori sono da attribuirsi a materiali di prima qualità, in tutto conformi alle più severe normative tecniche e posti in opera a regola d'arte.

È quindi fondamentale, per il progettista dell'opera, non solo la scelta di una certa tipologia di materiale, ma anche la garanzia di serietà da parte del produttore, unitamente alle modalità di installazione che devono essere particolarmente curate; in caso contrario la durata di vita media si può ridurre sensibilmente.

In linea generale si può affermare che i materiali che garantiscono una maggiore durata sono normalmente più costosi di altri; ciò comporta la necessità di un investimento maggiore. D'altra parte è però indispensabile sottolineare che la maggior durata del prodotto, contiene la riproposizione dei costi nel tempo, quali ad esempio quelli diretti di rifacimento, nonché quelli indiretti derivanti dai reiterati disagi da sopportare durante i nuovi lavori di rifacimento.

Già in fase progettuale, al fine della valutazione della maggiore economicità dei lavori da realizzarsi, risulta necessario determinare il giusto equilibrio tra la durata del prodotto ed il costo dell'opera, attraverso l'utilizzo di una serie di parametri mutuati anche dalla matematica finanziaria, che tengono conto dei vari tassi di interesse reale o di incremento dei prezzi di costruzione e dei materiali, e dei conseguenti calcoli di redditività.

La valutazione della convenienza di un investimento, generalmente, ha radicamenti diversi in funzione del

fatto che si operi nel Settore Privato o in quello Pubblico. Infatti, mentre nel settore privato si tiene conto esclusivamente degli effetti interni della spesa, nel settore pubblico, invece, la valutazione si allarga fino a comprendere gli effetti esterni o sociali di un determinato intervento. Per effetti sociali si intendono quelli, di segno positivo o negativo, che hanno ricadute su soggetti diversi da quelli che decidono ed attuano l'intervento.

Il metodo per la comparazione e valutazione della convenienza economica di scelte operative è tradizionalmente, principalmente in ambito pubblico, quello dell'analisi costi-benefici; laddove si considerano costi quelle entità quantificabili, in quanto esprimono il consumo di risorse che hanno valore sul mercato; benefici, invece, quegli aspetti non sempre quantificabili perché intangibili, sociali, differiti nel tempo, indiretti, ecc..

La realizzazione di un'opera deve considerarsi conveniente e desiderabile quando il totale dei benefici ad esso associati è superiore al totale dei costi.

Per quanto concerne i costi appare importante l'individuazione della scelta che consentirà di minimizzare il costo totale attualizzato dell'opera, determinato dalla somma dei costi di costruzione e dei costi di gestione. Peraltro tale scelta è coerente con quanto sostenuto nei paragrafi iniziali del presente studio e dalla normativa in materia di lavori pubblici che prevede, appunto, di considerare oltre agli aspetti realizzativi, anche quelli gestionali concernenti l'opera da realizzare.

Aspetto determinante, è la definizione dell'orizzonte temporale rispetto al quale si vuole effettuare la proiezione di investimento.

In un precedente studio pubblicato nel 1999, tenendo come riferimento

aspetti ed argomenti legati alla previsione di durata della vita utile di un'opera di fognatura, si definì T=100 anni come il periodo di tempo da individuare come riferimento per l'attualizzazione dei costi.

Nel periodo attuale, gli Enti che realizzano e gestiscono le reti di fognatura sono Società per Azione, diversamente da quanto avveniva nel passato, dove l'Amministrazione committente per lo più si identificava con le amministrazioni comunali o con aziende municipalizzate.

Per loro natura, tali società per Azioni, devono avere dei riferimenti temporali per valutare la convenienza dell'investimento, decisamente più brevi. Per questo motivo, pur garantendo una possibilità di confronto anche sul lungo periodo, si ritiene utile introdurre anche un orizzonte temporale di riferimento, di tipo medio - breve.



## 7. La manutenzione degli impianti fognari

Attraverso la realizzazione di canali fognari, e relativi impianti, il sistema fognario urbano deve raccogliere le acque di scarico degli insediamenti e farle defluire in modo sicuro, al fine di impedire contagi ed epidemie di massa e quindi di preservare la salute della popolazione, oltre che garantire la tutela degli strati superficiali di suolo e sotto-suolo e delle falde. La sola presenza di una rete fognaria, però, non elimina tutti i pericoli derivanti dalle acque di scarico. Fondamentale è il perfetto funzionamento degli impianti, che deve essere garantito da una adeguata manutenzione.

Nonostante gli accurati progetti, le corrette considerazioni costruttive e un attento rispetto delle norme idrauliche e delle esperienze pratiche, non è possibile fare a meno

della manutenzione degli impianti di drenaggio.

### a) Costi di manutenzione edilizia

I costi di manutenzione sono legati a cinque fattori fondamentali:

- la corretta valutazione di tutti gli elementi incidenti in fase di progettazione;
- la buona realizzazione dell'opera iniziale;
- le manomissioni in sede di allacciamento;
- l'erosione e la corrosione del fondo;
- la buona conservazione dei manufatti di superficie.

Sulla base delle rilevazioni che sono state effettuate, è emerso che nella provincia di Bergamo, gli operatori del settore non riscontrano differenze imputabili ai diversi materiali, per quanto riguarda la manutenzione edilizia della rete fognaria. Come si può vedere, infatti, per tutti i materiali considerati, mediamente, i costi di intervento sono gli stessi.

<b>GRES sistema C</b>	2,14 €/m
<b>PVC estruso SN4</b>	
<b>PE corrugato SN4</b>	
<b>GHISA K7</b>	
<b>CEMENTO "GLIPP"</b>	

### b) Costi di ispezione

Nell'ambito di una corretta definizione dei costi sostenuti da parte delle società di gestione delle fognature, assumono rilevanza i costi riguardanti le ispezioni le quali possono essere così descritte.

L'ispezione televisiva, all'interno di condotte, è generalmente eseguita da telecamere stagnate in bianco e nero e/o a colori, montate su carrelli a movimento autonomo o su slitte, galleggianti, ecc. in riferimento alle diverse condizioni di lavoro.

Le operazioni concernenti il controllo delle telecamere, quali avan-

zamento, messa a fuoco rotazione universale dell'obiettivo ecc., sono eseguite da un operatore all'interno di un'unità mobile attrezzata con impianto di monitoraggio, videoregistrazione e fotografia, impianto computerizzato di stesura relazione e tracciato in scala.

In oltre vi deve essere la possibilità di:

- digitalizzare commenti visivi, quali la località caratteristica della tubazione, lunghezze progressive, anomalie incontrate, data;
- rilevare a non meno di 200 metri;
- eseguire la registrazione su nastro.

Anche in questo caso, come si può vedere, il materiale del tubo, sempre secondo gli esperti che sono stati interpellati, non influisce sui costi delle operazioni, in quanto il fattore più importante risulta essere il diametro del tubo.

#### c) Costi di espurgo

Per quanto riguarda la pulizia delle condotte e dei pozzetti di ispezione, dipendente dalle condizioni di manutenzione delle stesse, potranno essere impiegate le seguenti apparecchiature:

DIAMETRO	GRES sistema C	PVC estruso SN4	PE corrugato SN4	GHISA K7	CEMENTO "GLIPP"
DN <=600	€ 1,66	€ 1,66	€ 1,66	€1,66	€ 1,66
DN > 600	€ 3,24	€ 3,24	€ 3,24	€3,24	€ 3,24

a) apparecchiature ordinarie

b) apparecchiature speciali

Al termine della pulizia, tutte le condotte indicate dalle Amministrazioni, dovranno essere perfettamente pulite, prive di qualunque tipo di deposito e di radici.

Il controllo del grado di pulizia e di stato della condotta sarà effettuato con l'ispezione televisiva finale della rete.

I costi per espurghi "e" dipendono da alcune variabili individuate in:

- 1) I diametri sono suddivisi in:
  - DN <= 600
  - DN > 600
- 2) Per le tipologie degli scarichi, possono essere considerate le condotte miste, e le condotte separate.
- 3) La pendenza viene ripartita in tal modo:
  - <= 0,8%
  - <0,8 – 1,5%>
  - >= 1,5%

Tali variabili possono essere inserite a diversi livelli, nella composizione dei costi per espurghi in fase di definizione dei valori della frequenza.



## 8. Conclusioni

La necessità di avere riferimenti di prospettiva molto più lungimiranti, già in fase di progettazione, è ormai inderogabile; infatti, l'obiettivo deve ormai essere quello di elaborare soluzioni progettuali non più solo funzionali alla soluzione delle problematiche poste, ma che tengano conto, anche per gli elevati standard qualitativi e la necessità di grande professionalità nella realizzazione dell'opera di fognatura, degli aspetti gestionali. Occorre, cioè, mettere in sistema gli aspetti progettuali, di realizzazione, con quelli di natura gestionale – manutentiva.

Tutto ciò non solo perché previsto

Caso	DN	pendenza	frequenza		GRES sistema C		PVC estruso SN4		PE corrugato SN4 GHISA K7 CEMENTO "GLIPP"	
			gg	annua	costo	costo annuo	costo	costo annuo	costo	costo annuo
1	<=600	<=0,8	365	1		€ 2,41		€ 2,52		€ 2,54
2	<=600	0,8-1,5	365	1	€ 2,41	€ 2,41	€2,52	€ 2,52	€ 2,54	€ 2,54
3	<=600	>= 1,5	600	0,6		€ 1,45		€ 1,51		€ 1,52
4	> 600	<=0,8	600	0,6		€ 3,66		€ 3,83		€ 3,85
5	> 600	0,8-1,5	600	0,6	€ 6,10	€ 3,66	€6,38	€ 3,83	€ 6,41	€ 3,85
6	> 600	>= 1,5	750	0,5		€ 3,05		€ 3,19		€ 3,21

nei disposti normativi, ma soprattutto perché sono mutate le modalità gestionali e gli operatori stessi delle scelte gestionali. In particolare progettare ed attuare scelte che rendano minimi la sommatoria dei costi di investimento iniziale e dei costi manutentivo – gestionali permetterà anche una oculata politica delle tariffe da applicarsi ai contribuenti, aspetto particolarmente sensibile e di fondamentale importanza per le società e/o enti che sono chiamati a gestire gli Ambiti Territoriali Omogenei.

In quest'ottica il criterio dell'economicità, da valutare attraverso le tecniche dell'Analisi del Valore, diventa fondamentale per non far gravare sulla collettività i costi di scelte progettuali non corrette.

I risultati presentati in questo studio, rappresentano solamente una piccola parte dello studio completo, che è stato realizzato.

Nel volume complessivo, al momento in fase di stampa, sono, infatti, presenti tutti i casi possibile presi in considerazione, con risultati che dimostrano, in ogni situazione, quale materiale risulti essere più conveniente nei diversi periodi temporali considerati.



## APPENDICE

### APPLICAZIONI PRATICHE: ANALISI COMPARATIVA

In questo capitolo si vuole concentrare l'attenzione sulla realizzazione dell'analisi comparativa tra diversi materiali.

Il modello matematico in precedenza illustrato viene ora utilizzato per analizzare la convenienza di un materiale rispetto all'altro, in un'ottica d'investimento e non solo di costi immediati.

Lo studio prosegue quindi con la presentazione di alcuni casi pratici che prevedono il confronto tra 5 materiali: GRES sistema C, PVC estruso SN4, PE corrugato SN4, GHISA K7, e CEMENTO "GLIPP", con resina epossidica, posti in zona periferia/campagna e centro città, densamente abitato, operando una distinzione tra pavimentazione pregiata (come può essere il caso di vie antiche che hanno conservato l'acciottolato) e pavimentazione normale (esempio asfalto).

Questa ultima distinzione è stata eseguita allo scopo di porre l'accento sull'importanza della pavimentazione, poiché quella pregiata ha un costo elevato, e quindi, soprattutto nel lunghissimo periodo favorisce quei materiali che, avendo maggiore durata, richiedono minori rinnovi.

I diametri che sono stati presi in considerazione sono 300 – 600 – 800 mm, posati ad una profondità di 3 metri.

Per ogni diametro di tubo di ciascun materiale viene determinato il Costo Totale allo scadere dei 20 – 30 – 80 anni di vita delle condotte.

I risultati ottenuti sono raccolti in tabelle, diversificate per zona e arco temporale, in cui è possibile confrontare i risultati ottenuti e determinare quale materiale sia più conveniente.

### DOCUMENTO 1: ESEMPIO ILLUSTRATIVO

Vogliamo confrontare il prezzo di due auto, considerando non solo il costo di acquisto, ma anche i consumi di ogni singola vettura, scegliendo come periodo di ipotetica durata dei veicoli 4 anni.

#### VEICOLO A

- Costo acquisto 10.000 €
- Consumo: 20 Km con un litro
- Assicurazione annua 800 €
- Vita dell'auto 15 anni

#### VEICOLO B

- Costo di acquisto 9.000 €
- Consumo 15 Km con un litro
- Assicurazione annua 850 €
- Vita dell'auto 10 anni

Ipotizzando di fare lo stesso tragitto con le due vetture, per un totale di 1.000 Km all'anno e che il costo della benzina al litro sia 1 €, andiamo a vedere quale delle due auto risulta essere meno costosa, considerando non solo il costo di acquisto, ma anche i consumi.

1. Come prima cosa calcoliamo il costo di acquisto, comprendente anche bolli, assicurazioni, per il primo anno.
2. Calcoliamo il consumo annuo di benzina:
  - VEICOLO A: 50 LITRI ANNUI
  - VEICOLO B: 67 LITRI ANNUIPer poter fare un confronto, è necessario calcolare tutti i costi che vengono sostenuti nei 4 anni:
  - costo di acquisto
  - assicurazioni pagate annualmente
  - benzina consumata in 4 anni

### **PRIMO ANNO**

#### **VEICOLO A:**

- costo di acquisto 10.000 €
  - assicurazione 800 €
  - benzina 50 x 1 € = 50 €
- TOTALE: 10.850 €**

#### **VEICOLO B:**

- Costo di acquisto: 9.000 €
  - assicurazione: 850 €
  - benzina: 67 x 1 € = 67 €
- TOTALE: 9.917 €**

### **SECONDO ANNO**

#### **VEICOLO A:**

- assicurazione 800 €
  - benzina 50 x 1 € = 50 €
- TOTALE: 850 €**

#### **VEICOLO B:**

- assicurazione: 850 €
  - benzina: 67 x 1 € = 67 €
- TOTALE: 917 €**

### **TERZO ANNO**

#### **VEICOLO A:**

- assicurazione 800 €
  - benzina 50 x 1 € = 50 €
- TOTALE: 850 €**

#### **VEICOLO B:**

- assicurazione: 850 €
  - benzina: 67 x 1 € = 67 €
- TOTALE: 917 €**

### **QUARTO ANNO**

#### **VEICOLO A:**

- assicurazione 800 €
  - benzina 50 x 1 € = 50 €
- TOTALE: 850 €**

#### **VEICOLO B:**

- assicurazione: 850 €
  - benzina: 67 x 1 € = 67 €
- TOTALE: 917 €**

A questo punto, per poter fare un confronto non si possono semplicemente sommare i valori, perché si riferiscono a anni diversi, bisogna quindi procedere all'attualizzazione utilizzando un tasso di sconto, in quanto sappiamo benissimo che, a causa dell'inflazione, 1 € di oggi vale molto meno rispetto ad 1 € di 3 anni fa, perché ha perso una parte del suo potere d'acquisto. Ipotizzo un tasso di sconto pari al 3%.

**VOLENDO QUINDI ATTUALIZZARE TUTTO SI OTTIENE:**

$$\begin{aligned}\text{VEICOLO A: } & 10.850 + 850 / (1+i)^1 + 850 / (1+i)^2 + 850 / (1+i)^3 = \\ & 10.850 + 850 / 1,03 + 850 / 1,03^2 + 850 / 1,03^3 = \\ & 10.850 + 825,24 + 801,21 + 777,87 = \mathbf{13.254,32 \text{ €}}\end{aligned}$$

$$\begin{aligned}\text{VEICOLO B: } & 9.917 + 917 / 1,03 + 917 / 1,03^2 + 917 / 1,03^3 = \\ & 9.917 + 890,29 + 864,36 + 839,19 = \mathbf{12.510,84 \text{ €}}\end{aligned}$$

I due valori così determinati sono la somma attualizzata di tutti i costi che si sostengono per utilizzare i due veicoli. 13

La nostra analisi però non si ferma a questo punto, perché bisogna considerare anche il valore residuo del veicolo, e cioè quanto qualcuno sarebbe disposto a pagare per acquistare il mio veicolo allo scadere dei 4 anni.

**VALORE RESIDUO DI A ALLA FINE DELL'ANNO 4:**

$10.000 \times (1+p)^{15} \times 11/15^*$  = capitalizzo il costo pagato oggi, a causa dell'esistenza dell'inflazione, usando quindi  $p$  = tasso di inflazione (nel nostro esempio 2,5%)  
e poi attualizzo per portarlo alla fine dell'anno 4

$$\frac{10.000 \times (1,025)^{15} \times 11/15}{(1,03)^{11}} = \frac{14.482,98 \times 11/15}{(1,03)^{11}} = \frac{10.620,85 \text{ €}}{(1,03)^{11}} = 7.672,73 \text{ €}$$

**VALORE RESIDUO DI B ALLA FINE DELL'ANNO 4:**

$$9.000 \times (1+p)^{10} \times 6/10 = \frac{9.000 \times (1,025)^{10} \times 6/10}{(1,03)^6} = \frac{6.912,46 \text{ €}}{(1,03)^6} = 5.789,07 \text{ €}$$

A questo punto è necessario attualizzare i due valori portandoli all'anno 0, per poterli sottrarre ai costi precedentemente calcolati, identificando quindi quale è il veicolo più conveniente.

**VALORE RESIDUO DI A AL TEMPO 0**

$$7.672 / (1,03)^4 = 6.817,12 \text{ €}$$

**VALORE RESIDUO DI B AL TEMPO 0**

$$5.789 / (1,03)^4 = 5.143,52 \text{ €}$$

$$\text{COSTO TOTALE DI A} = 13.254,32 \text{ €} - 6.817,12 \text{ €} = 6.437,20 \text{ €}$$

$$\text{COSTO TOTALE DI B} = 12.510,84 \text{ €} - 5.143,52 \text{ €} = 7.367,32 \text{ €}$$

*ALLA LUCE DEI RISULTATI POSSIAMO DIRE CHE IL VEICOLO PIÙ CONVENIENTE RISULTA ESSERE A, ANCHE SE HA UN COSTO DI ACQUISTO MAGGIORE*

\* La frazione indica che sono 11 anni di vita residui, 15 complessivi

## DOCUMENTO 2: ILLUSTRAZIONE DI UN CASO PRATICO

### ZONA CENTRO STORICO CON PAVIMENTAZIONE PREGIATA

Profondità	3 metri
<b>Diametro tubazione</b>	<b>800 mm</b>
Tratto di condotta considerato	1 metro
Pendenza	<0,8 – 1,5 > %

$$P^2 = 0,026$$

$$I^3 = 0,03$$

### ARCO DI TEMPO CONSIDERATO 20 ANNI

#### 1) COSTO TOTALE DEL GRES SISTEMA C

##### a) costo del primo anno di vita del prodotto

Acquisto		€ 194,35
Manodopera		€ 81,43
Posa – scavo e trasporto a rifiuto	€ 179,99	
– Pozzetti	€ 40,11	
– ripristini	€ 134,86	
Totale costo di posa:		€ 354,96
<b>TOTALE A = € 630,75</b>		

$$i = € 3,24$$

$$e = € 3,66$$

$$m = € 2,14.$$

$$\mathbf{TOTALE B = € 9,04}$$

##### b) attualizzazione dei costi futuri

$$\mathbf{A ATTUALIZZATO =}$$

$$\mathbf{= costo iniziale + costo successivi rinnovi - valore residuo = € 285,11}$$

$$\begin{aligned} \text{valore residuo} &= (a \cdot (1+p)^d \cdot ((x+1) \cdot (d-n)) / (d \cdot (1+i)^d)) = \\ &= \frac{(630,75 \cdot (1+0,026)^{90} \cdot (90-20))}{(90 \cdot (1,03)^{90})} = € 345,64 \end{aligned}$$

$$\mathbf{B ATTUALIZZATO =}$$

$$\mathbf{= (m+i+e) \cdot (1 + \sum_{n=1}^{n-1} \frac{1}{(1+p)^n} - \frac{1}{(1+i)^n}) = € 174,28}$$

$$\mathbf{TOTALE (A ATTUALIZZATO + B ATTUALIZZATO) = € 459,39}$$

<sup>2</sup> Tasso di inflazione ISTAT rilevato ottobre 2003

<sup>3</sup> Tasso sulle operazioni di rifinanziamento principali della Banca Centrale Europea (marzo 2003)

## 2) COSTO TOTALE DEL PVC ESTRUSO SN4

### a) costo del primo anno di vita del prodotto

Acquisto		€ 110,61
Manodopera		€ 81,43
Posa – scavo e trasporto a rifiuto	€ 179,99	
– Pozzetti	€ 40,11	
– ripristini	€ 140,94	
Totale costo di posa:		€ 361,04
<b>TOTALE A = € 553,09</b>		

$$m = € 2,13$$

$$i = € 3,22$$

$$e = € 3,83$$

$$\textbf{TOTALE B = € 9,18}$$

### b) attualizzazione dei costi futuri

**A ATTUALIZZATO =**

**= costo iniziale + costo successivi rinnovi - valore residuo = € 316,40**

$$\begin{aligned}\text{valore residuo} &= (a*(1+p)^d*((x+1)*(d-n))/(d*(1+i)^d) = \\ &= \frac{(553,09*(1+0,026)^{90}*(40-20))}{(40*(1,03)^{90})} = € 236,68\end{aligned}$$

**B ATTUALIZZATO =**

$$= (m+i+e)*(1+\sum_{n=1}^{n-1} (1+p)^n/(1+i)^n) = € 176,94$$

**TOTALE (A ATTUALIZZATO + B ATTUALIZZATO) = € 493,35**

## 3) COSTO TOTALE DEL PE CORRUGATO SN4

### a) costo del primo anno di vita del prodotto

Acquisto		€ 70,55
Manodopera		€ 81,43
Posa – scavo e trasporto a rifiuto	€ 179,99	
– Pozzetti	€ 40,11	
– ripristini	€ 140,94	
Totale costo di posa:		€ 361,04
<b>TOTALE A = € 513,03</b>		

$$m = € 2,14$$

$$i = € 3,24$$

$$e = € 3,85$$

$$\textbf{TOTALE B = € 9,23}$$

b) *attualizzazione dei costi futuri*

**a ATTUALIZZATO =**

= **costo iniziale + costo successivi rinnovi - valore residuo = € 360,86**

$$\begin{aligned}\text{valore residuo} &= (a*(1+p)^d*((x+1)*(d-n))/(d*(1+i)^d) = \\ &= \frac{(513,03*(1+0,026)^{90*(30-20)})}{(30*(1,03)^{90})} = € 152,17\end{aligned}$$

**B ATTUALIZZATO =**

=  **$(m+i+e)*(1+\sum_{n=1}^n-1((1+p)^n/(1+i)^n)$  = € 177,87**

**TOTALE (a ATTUALIZZATO + b ATTUALIZZATO) = € 538,73**

#### **4) COSTO TOTALE DELLA GHISA K7**

a) *costo del primo anno di vita del prodotto*

Acquisto		€ 211,30
Manodopera		€ 81,43
Posa – scavo e trasporto a rifiuto	€ 179,99	
– Pozzetti	€ 40,11	
– ripristini	€ 134,86	
Totale costo di posa:		€ 354,96
<b>TOTALE A = € 647,70</b>		

m = € 2,14

i = € 3,24

e = € 3,85

**TOTALE B = € 9,23**

b) *attualizzazione dei costi futuri*

**A ATTUALIZZATO =**

= **costo iniziale + costo successivi rinnovi - valore residuo = € 327,79**

$$\begin{aligned}\text{valore residuo} &= (a*(1+p)^d*((x+1)*(d-n))/(d*(1+i)^d) = \\ &= \frac{(647,70*(1+0,026)^{90*(50-20)})}{(50*(1,03)^{90})} = € 319,91\end{aligned}$$

**B ATTUALIZZATO =**

=  **$(m+i+e)*(1+\sum_{n=1}^n-1((1+p)^n/(1+i)^n)$  = € 177,87**

**TOTALE (A ATTUALIZZATO + B ATTUALIZZATO) = € 505,65**

## 5) COSTO TOTALE DEL CEMENTO "GLIPP"

### a) costo del primo anno di vita del prodotto

Acquisto		€ 72,05
Manodopera		€ 81,43
Posa – scavo e trasporto a rifiuto	€ 179,99	
– pozzetti	€ 40,11	
– ripristini	€ 134,86	
Totale costo di posa:		€ 354,96
<b>TOTALE A = € 508,44</b>		

$$m = € 2,14$$

$$i = € 3,24$$

$$e = € 3,85$$

$$\mathbf{TOTALE B = € 9,23}$$

### b) attualizzazione dei costi futuri

$$\mathbf{A ATTUALIZZATO =}$$

$$\mathbf{= costo iniziale + costo successivi rinnovi - valore residuo = € 357,64}$$

$$\begin{aligned} \text{valore residuo} &= (a \cdot (1+p)^d \cdot ((x+1)^{(d-n)}) / (d \cdot (1+i)^d) = \\ &= \frac{(508,44 \cdot (1+0,026)^{90} \cdot (30-20))}{(30 \cdot (1,03)^{90})} = € 150,81 \end{aligned}$$

$$\mathbf{B ATTUALIZZATO =}$$

$$\mathbf{= (m+i+e) \cdot (1 + \sum_{n=1}^n -1 \cdot ((1+p)^n / (1+i)^n)) = € 177,87}$$

$$\mathbf{TOTALE (A ATTUALIZZATO + B ATTUALIZZATO) = € 535,50}$$



## Bibliografia

Per garantire la trasparenza dell'analisi effettuata e facilitare il riscontro dei valori utilizzati, di seguito verranno elencati i testi e documenti da cui sono stati tratti i dati utilizzati nello studio.

Il costo di acquisto delle tubazioni (AC) è il prezzo di vendita dei diversi tubi, che è stato ricavato:

- PE corrugato SN4 da un listino del gennaio 2004;
- GRES i dati sono stati ottenuti dal listino prezzi aggiornato gennaio 2003;
- PVC estruso SN4 da un prezziario, aggiornato a giugno 2001;
- GHISA K7 listino prezzi 2003
- CEMENTO "GLIPP", con resina epossidica, listino prezzi 2002

I dati concernenti il costo orario di un operaio specializzato, un operaio comune, e un escavatore con operatore sono stati ottenuti da: "Prezzi informativi delle Opere Edili in Milano - trimestre luglio / settembre - edito dalla C.C.I.A.A. di Milano"

I valori riguardanti: scavo e trasporto a rifiuto del materiale, pozzetti, ripristini, allacciamenti effettuati durante la posa delle condotte sono stati ottenuti dai seguenti testi:

- "Prezzi informativi delle Opere Edili in Milano - trimestre luglio / settembre - edito dalla C.C.I.A.A. di Milano"
- "Prezziario delle opere Edili della provincia di Brescia - gennaio 2002 - edito dalla C.E.R. s.r.l."
- "Prezzi unitari relativi alla realizzazione al grezzo di opere edili, fognarie, stradali e acquedottistiche" segreteria regionale all'ambiente e lavori pubblici - Direzione lavori pubblici (dicembre 2001) "Regione Lombardia".

I dati riguardanti i Costi di Manutenzione, Ispezione, Espurghi sono stati ottenuti mediante un'indagine effettuata con somministrazione di un questionario ad un gruppo di aziende della provincia di Bergamo, operanti nel settore, selezionate con metodo statistico.

Scelta dei parametri I, P nelle fasi di capitalizzazione e attualizzazione operate.

- P: è il tasso di variazione dei prezzi, su base annua. Nel nostro caso è stato utilizzato l'indice nazionale dei prezzi al consumo per l'intera collettività (tasso di inflazione) relativo ad ottobre 2003;
- I: è il tasso di sconto (che nella nostra analisi corrisponde al tas-

so sulle operazioni di rifinanziamento principali della Banca Centrale Europea ex TUS, riferito a giugno 2003 incrementato dell'1% poiché i tassi applicati alle imprese sono più alti di quelli garantiti alle Banche per le loro operazioni di finanziamento).

### Normative e Leggi consultate:

- Norma UNI EN 1325-1: 1998 "Vocabolario della gestione del valore, dell'analisi del valore, dell'analisi funzionale - Analisi del valore ed analisi funzionale".
- Norma UNI EN 12973:2003 "Gestione del valore".
- Legge n° 109 del 1994, pubblicata sulla Gazzetta Ufficiale n° 41 del 19/2.
- Decreto del Presidente della Repubblica n° 554 del 1999, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 98 del 28/4.
- Decreto Legislativo n° 77 del 25/2/1995, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 65 del 18/3.
- Decreto Legislativo n° 494 del 1996, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 223 del 23/9.
- Decreto Legislativo n° 336 del 1996, pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n° 149 del 27/6.