

Smaltimento delle acque economico, previdente, conveniente

Initiative Wirtschaftliche Abwasserentsorgung (IWA)

1. Obiettivi dello smaltimento delle acque

Lo sviluppo del moderno smaltimento delle acque ha avuto i suoi inizi in Inghilterra.

Durante l'epidemia di colera che scoppiò con estrema violenza nel 1831, si poté osservare che la malattia si esprimeva con particolare virulenza nelle regioni più inquinate e umide. I quartieri urbani più elevati e asciutti furono coinvolti in misura molto minore, a volte addirittura risparmiati del tutto. Nel 1848, ricerche approfondite portarono in Inghilterra alla promulgazione della "Public Health Act", ossia, una legge di salute pubblica. Nello stesso documento veniva affermato che insediamenti e città potevano essere obbligati a costruire un sistema fognario se la mortalità negli ultimi 7 anni era stata superiore a 23 abitanti per ogni mille, ossia, se la durata media della vita non superava i 43,5 anni. Questa legge portò al rapido moltiplicarsi delle reti fognarie, che a sua volta ebbe per conseguenza un rapido declino del tasso di mortalità.

Nel secolo passato anche in Germania si manifestarono epidemie di tifo e colera che mietevano circa 170.000 vittime tra il 1848 e il 1859, ma data la struttura del territorio non ne scaturì nessuna legge sanitaria. La prima rete fognaria moderna fu costruita nel 1842 ad Amburgo. L'esempio fu seguito in altre grandi città, come ad esempio Francoforte, Berlino, Karlsruhe, Monaco, [5].

Anche oggi lo smaltimento dell'acqua di scarico ha per massimo obiettivo quello di salvaguardare la salute delle persone.

Per questo motivo né il terreno né le acque sotterranee devono essere contaminate dalle sostanze contenute nell'acqua di scarico, altrimenti con il tempo si formerebbero focolai di infezione nelle acque sotterranee e quindi anche nell'acqua potabile.

Non a caso la legge sulla fornitura d'acqua pone l'enfasi sulla protezione delle acque sotterranee favorendo il criterio della prevenzione.

Anche le acque superficiali, che vengono pure utilizzate per le forniture di acqua potabile o di acqua di servizio, vanno protette rigorosamente dalle acque reflue inquinate.

Ha contribuito ad ingrossare i sistemi fognari anche la pratica dell'igiene personale, per effetto, ad esempio, dei servizi igienici o dell'abitudine invalsa di regolari bagni e docce nelle abitazioni. La praticità di eliminazione delle acque luride e non luride nelle città ha favorito l'accettazione dello smaltimento centralizzato dell'acqua di scarico attraverso la canalizzazione e gli impianti di depurazione delle acque di scarico. Le norme tecniche relative a sistemi urbani sono state sviluppate essenzialmente allo scopo di incrementare la qualità, la sicurezza del lavoro e l'economicità.

Lo smaltimento regolamentato dell'acqua di scarico come misura infrastrutturale ha come scopo quello di convogliare e depurare senza riflessi negativi l'acqua di scarico di provenienza industriale e da altre attività economiche. In questo modo si creano inoltre posti di lavoro.

Dalla depurazione dell'acqua di scarico si formano anche fanghi che, a loro volta, devono essere eliminati senza effetti negativi. Poiché la quantità di fanghi che può essere smaltita in agricoltura va riducendosi sempre di più, lo smaltimento regolamentato dei fanghi incide sui costi in misura superiore rispetto al passato.

La trasposizione delle norme tecniche dall'ambito urbano a quello rurale non può avvenire senza ritocchi, dati gli alti costi implicati. Sono quindi necessarie alternative, che però non possono non tenere conto degli obiettivi dello smaltimento dell'acqua di scarico nel suo complesso.

2. Tipi di costi e conseguenze

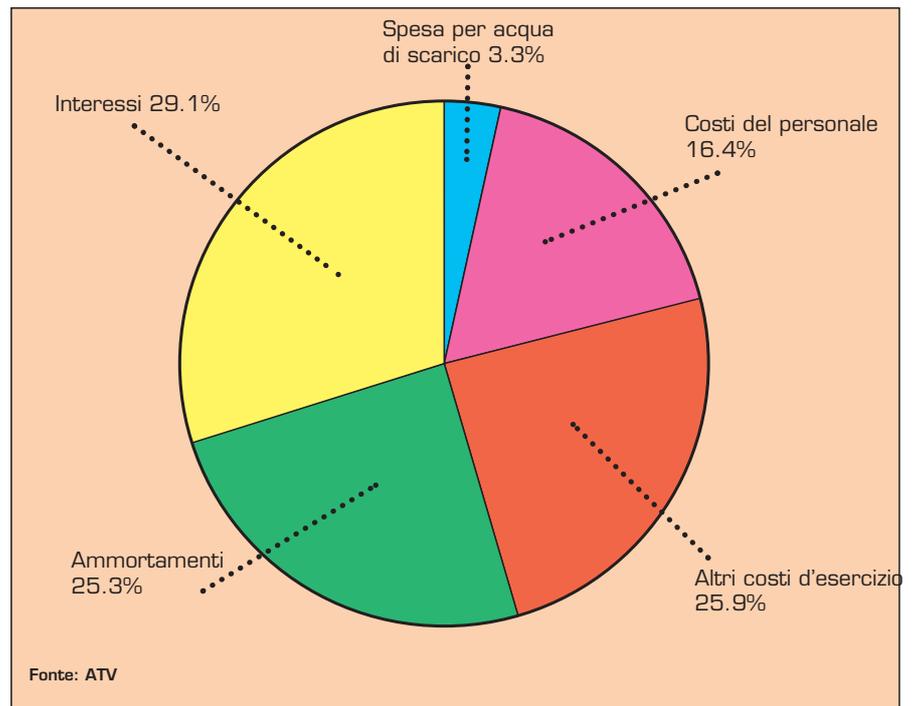
I costi complessivi dello smaltimento dell'acqua di scarico e quindi gli oneri fiscali relativi sono costituiti da quattro diversi gruppi fondamentali:

- costi di esercizio
- oneri sull'acqua di scarico
- ammortamenti
- interessi

I costi di esercizio sono formati essenzialmente da costi per il personale, energetici, di manutenzione e amministrativi, nonché dalle spese per i materiali di consumo, esigenze di laboratorio, smaltimento dei fanghi fecali e smaltimento dei fanghi. Secondo le ricerche condotte, i costi di esercizio nei vecchi Länder della Repubblica Federale si aggiravano sul 42,3% della spesa annua complessiva. Di questi, il 16,4% si riferisce in media al personale (**Figura 1**). Se quindi si vogliono abbassare i costi di esercizio, occorre badare che lo smaltimento dell'acqua di scarico sia organizzato in modo tale da richiedere la minore quantità possibile di personale, energia e manutenzione. Questi tipi di costi possono dipendere dai diversi tipi di impostazione degli impianti di smaltimento delle acque.

In base alla Legge Federale sulle imposte relativa alle acque di scarico, il pagamento di queste imposte va riferito all'acqua lurida non trattata o depurata. Inoltre, in base alle leggi regionali sull'acqua, è possibile l'applicazione anche di un'imposta sull'acqua di miscelazione soggetta a depurazione di una canalizzazione mista. Nei vecchi Länder della Repubblica Federale le imposte sulle acque di scarico si aggiravano in media sul 3,3% dei costi annuali complessivi.

Gli ammortamenti rappresentano il deprezzamento regolare degli impianti comunali di smaltimento delle acque di scarico e vengono determinati in base alla durata utile degli impianti.



• **Figura 1- Ripartizione delle spese complessive annue.**

Secondo le attuali raccomandazioni della Länderarbeitsgemeinschaft Wasser (LAWA), la durata utile delle condotte dovrebbe aggirarsi sui 50 - 80 anni e quella degli impianti di depurazione tra i 10 e i 40 anni. Nella WertR 91 [8] del Ministero per l'Edilizia Federale confluiscono le pluriennali esperienze nella costruzione di condotte. Come durata tecnica a seconda del materiale e del tipo di acque di scarico si raccomanda un periodo da 30 a 100 anni. Poiché in linea di massima l'ammortamento è di tipo lineare (e quindi a tasso costante) gli ammortamenti calcolati sono tanto minori quanto maggiore è la durata utile vigente nel settore. La durata utile può dipendere in misura determinante dal tipo di costruzione, dai materiali utilizzati e dal tipo di acque di scarico.

Nei vecchi Länder della Repubblica Federale, gli ammortamenti ammontano in media al 25,3% dei costi complessivi.

Nei vecchi Länder della Repubblica Federale, nei quali gli impianti di smal-

timento dell'acqua di scarico sono stati costantemente ampliati nel corso del tempo, gli interessi sono determinati in base al valore contabile residuo dei costi di acquisizione. Servono ai comuni come compenso per i cosiddetti costi di opportunità. I comuni avrebbero potuto infatti investire anche in altro modo i mezzi spesi per lo smaltimento dell'acqua di scarico, facendo così fruttare il capitale fisso. Nei vecchi Länder della Repubblica Federale, i costi calcolati si aggirano in media sul 29,1% dei costi complessivi.

Nelle zone rurali, e soprattutto nei nuovi Länder della Repubblica Federale, è disponibile poco capitale. Perciò spesso nelle imposte sono compresi anche gli interessi per il mutuo contratto.

Gli ammortamenti possono essere ridotti soltanto contraendo meno mutui possibile e investendo in particolare a tassi d'interesse ridotti.

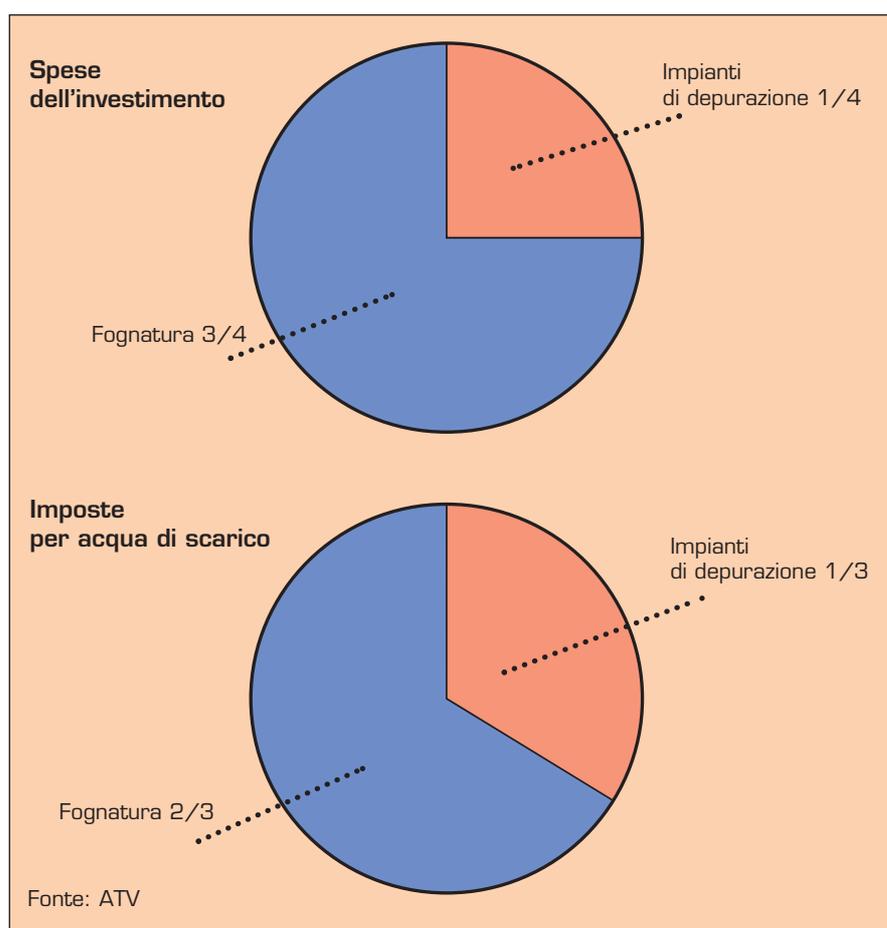
Il mutuo stesso può essere ridotto attraverso sovvenzioni e imponendo contributi a terzi, per esempio a chi richiede l'allacciamento.

Si osserva inoltre che gli oneri sulle acque di scarico derivano per 1/3 circa dalla depurazione delle acque di scarico e per 2/3 circa dalle condotte. Nei costi di investimento la quota relativa alle canalizzazioni raggiunge addirittura i 3/4, mentre quella della depurazione dell'acqua solo intorno a 1/4 degli investimenti complessivi (vedi Figura 2). Pertanto è da ottimizzare soprattutto il sistema di scarico.

3. Requisiti dello smaltimento dell'acqua di scarico

Nella II parte della nuova norma europea EN 752 "Sistemi di smaltimento dell'acqua di scarico esterni agli edifici" [18] sono indicati i requisiti di un sistema di smaltimento cui devono tenere conto i responsabili della sua progettazione, esecuzione e gestione. Per la costruzione di sistemi di smaltimento dell'acqua di scarico sono specificati i seguenti requisiti:

- operare senza intralci;
- limitazione delle piene a una frequenza stabilita;
- limitazione del sovraccarico delle fognature;
- esclusione di pericoli per la salute pubblica o la vita;
- esclusione di pericoli per il personale addetto;
- protezione degli scaricatori di piena dall'inquinamento entro determinati limiti;
- esclusione di pericoli a manufatti e condutture limitrofi esistenti;
- raggiungimento della durata utile richiesta e mantenimento del patrimonio esistente;
- impermeabilità in conformità alle condizioni di collaudo;
- eliminazione di emissioni maleodoranti e tossicità;
- garanzia di accessibilità per scopi di manutenzione.



• Figura 2 - Ripartizione delle spese dello smaltimento dell'acqua di scarico.

Nella EN 752 Parte 3 "Pianificazione" sono citati i seguenti obiettivi riguardanti la progettazione:

- tutela della salute pubblica;
- garanzia della capacità di scarico occorrente;
- protezione degli scaricatori di piena e degli impianti di depurazione dai sovraccarichi idraulici pericolosi per l'ambiente;
- garanzia delle condizioni di lavoro;
- garanzia della durata utile;
- eliminazione di carichi maleodoranti;
- protezione dell'acqua sotterranea;
- regolare esercizio e sufficiente manutenzione.

Per questi obiettivi, occorre tenere conto non soltanto dei costi di investimento,

ma anche e soprattutto dei costi complessivi.

Questi obiettivi di progettazione sono chiariti nei dettagli nel testo della norma, che precisa tra l'altro la profondità, la pendenza e le dimensioni minime dei canali.

Si fa espresso riferimento all'accessibilità delle tubazioni dei canali e ai pericoli insiti negli scarichi ammalorati.

Anche se questa Norma europea è stata ipotizzata soltanto per i sistemi fognari, nella stessa misura i requisiti valgono anche per gli impianti di depurazione, ossia per lo smaltimento delle acque di scarico nel suo insieme.

Essi influiscono in misura notevole sulla configurazione in termini costruttivi e di esercizio delle parti dell'impianto.

4. Ragionevolezza

Alcune settimane fa, un quotidiano tedesco-occidentale a diffusione nazionale pubblicò un articolo sulla fornitura di acqua potabile e lo smaltimento dell'acqua di scarico nella città di Giacarta (Indonesia), che conta nove milioni di abitanti. Nei quartieri poveri non esiste né la fornitura di acqua potabile, né lo smaltimento dell'acqua di scarico e neppure la raccolta dei rifiuti. La spazzatura che si accumula viene giornalmente gettata nei numerosi corsi d'acqua. Per evitare malattie, è possibile consumare l'acqua solo dopo averla bollita. I cittadini più poveri sono costretti a spendere in questo modo fino al 50% del loro reddito.

Nella Repubblica Federale, invece, le condizioni sono molto più favorevoli. L'Istituto di Statistica Federale [16] ha stabilito che, nel 1993, i tedeschi hanno speso in media le seguenti quote del loro reddito per il loro fabbisogno personale (tabella a fianco).

Per effetto dell'aumento degli investimenti nel settore della fornitura di acqua potabile e dello smaltimento di acque di scarico, è aumentata sensibilmente l'incidenza sui singoli redditi dei relativi costi. Occorre quindi verificare fino a che punto sia sostenibile la comodità dello smaltimento dell'acqua di scarico senza venire meno alla protezione dei corsi d'acqua e in particolare alla protezione dell'acqua potabile e quindi della salute.

Gli impianti urbani di smaltimento dell'acqua di scarico sono concepiti in modo da non richiedere praticamente alcun intervento da parte del singolo cittadino. Le acque luride e piovane vengono allontanate dall'abitato attraverso fognature per acque nere, bianche e miste. Le acque luride vengono in massima parte depurate biologicamente in impianti centralizzati di depurazione dell'acqua di scarico. Le acque

Repubblica Federale 1993: percentuale di spesa sul reddito	
■ Abitazione	17% - 29%
■ Alimenti, bevande di cui	13% - 21%
■ tabacco	0,2% - 0,6%
■ acqua minerale	0,3% - 0,5%
■ bevande alcoliche	0,9% - 1,3%
■ Tempo libero, incluso ferie	11% - 15%
■ Autoveicoli	6% - 7%
■ Mobili	5% - 6%
■ Energia	3% - 6%
■ Salute, cosmetici	3% - 6%
■ Abbigliamento, scarpe	0,7% - 2%
Secondo valutazioni proprie, le spese medie ammontarono per	
■ acqua potabile	0,6% - 1%
■ acqua di scarico	0,7% - 1,1%

bianche della fognatura mista vengono trattate in parte meccanicamente, in parte biologicamente, mentre le acque bianche della fognatura separata vengono invece spesso smaltite nei corsi d'acqua senza essere depurate.

In tempi più recenti, si tende in misura crescente a disperdere l'acqua piovana nel terreno per motivi ecologici, ma anche per motivi di costo. Nell'ambito urbano, tuttavia, la dispersione nel terreno dell'acqua piovana non è meno costosa del suo allontanamento. Inoltre, la durata utile media nel settore per questi impianti è sensibilmente inferiore a quella degli impianti di smaltimento, a cui va aggiunta la necessità di isolare gli scantinati degli edifici per evitare l'eccesso di umidità.

Lo cose stanno in modo diverso nelle zone meno popolate. Risulta scomodo allontanare l'acqua piovana mediante fossati o in impianti di dispersione in quanto ciò comporta la necessità di manutenzione da parte dei singoli. Però anche l'allontanamento dell'acqua piovana nelle consuete fognature miste o separate può essere sconsigliabile per gli alti costi annessi. Quindi, per potersi permettere lo smaltimento dell'acqua di scarico, inizialmente ci si limiterà ad allontanare le acque luride.

Tuttavia, dati gli alti costi insiti nell'operazione, anche l'allontanamento verso un impianto di depurazione centralizzato delle acque luride provenienti da zone edificate di notevole estensione va esaminato a fondo. È possibile che risulti più economico disporre di più impianti di depurazione minori che di un unico impianto centralizzato comune. In casi estremi può essere conveniente addirittura disporre di singoli impianti di depurazione individuali. Occorre badare tuttavia ai costi di investimento ed esercizio di piccoli impianti di depurazione, soprattutto se l'esercizio degli stessi viene condotto in modo conforme alle norme. Un esercizio conforme alle norme è però requisito essenziale per non inquinare l'acqua sotterranea. D'altro canto sarebbe assurdo installare costosi impianti di depurazione di dimensioni ridotte se dovessero essere gestite in modo, per esempio, da sfruttare solo il 30% della capacità di depurazione.

Tutto sommato si può osservare che per le zone di tipologia rurale occorre intervenire sulla "comodità di smaltimento" se si vuole che continuino ad essere sostenibili i costi globali e quindi gli oneri per lo smaltimento dell'acqua di scarico. Le acque luride devono comunque essere smaltite in modo non

nocivo per potere garantire in permanenza la regolare fornitura di acqua potabile.

5. Possibilità di abbassamento dei costi

5.1 Principi

Ai fini del contenimento degli oneri per lo smaltimento dell'acqua di scarico, devono essere ridotti i costi di costruzione e di esercizio. Anche il tipo di finanziamento degli impianti di smaltimento dell'acqua di scarico ha un ruolo di rilievo di cui non si può non tenere conto.

Data la elevata incidenza del costo dell'allontanamento dell'acqua di scarico sugli oneri di smaltimento, di seguito si prenderà in considerazione soltanto la fognatura. Per poter contribuire a ridurre i costi, essa va messa in opera in modo da potersi adeguare allo sviluppo urbano. I diametri dei canali non vanno predisposti fin dall'inizio per tutti i possibili ambiti di ampliamento se in futuro si prevedono altre possibilità di smaltimento, come ad esempio canali di deviazione, possibilità di trattenimento, ecc.

Il tipo di smaltimento dell'acqua di scarico dipende in misura decisiva dal tipo di insediamento. In un villaggio a edificazione concentrata l'allontanamento dell'acqua va realizzato in modo diverso che negli insediamenti sparpagliati. Se le distanze tra i vari edifici sono relativamente ridotte, continuerà ad essere economica una canalizzazione a caduta libera. Se la distanza tra gli edifici supera i 50 - 100 m, potranno risultare vantaggiosi i sistemi di smaltimento dell'acqua di scarico sotto pressione o a depressione [3]. Se la quantità di acqua da smaltire dai singoli edifici è notevole, possono risultare convenienti i piccoli impianti di depurazione. Occorre in genere tenere conto del fatto che per ogni insediamento è necessario sviluppare un piano specifico

per l'impianto di smaltimento dell'acqua di scarico. Non esiste una soluzione unica. Vanno piuttosto esplorate le diverse alternative con confronti dei costi e soppesando i diversi vantaggi e svantaggi.

Negli ambienti di tipo rurale, occorre cercare di allontanare opportunamente le acque luride, ma di disperdere localmente le acque bianche o di convogliarle in fossati. In questo caso occorre fare in modo che le pareti esterne degli scantinati siano isolati dall'acqua di infiltrazione e dall'acqua sotterranea. Nelle zone a bassa densità di edificazione (insediamenti sparsi) va esplorata l'opportunità di un allontanamento delle acque luride verso gli impianti di depurazione.

Per "fognatura" si intende un'opera costituita da camerette di ispezione, tubi e raccordi. Per una maggiore durata utile, occorre che tutti i componenti siano di buona qualità. Per evitare di inquinare l'acqua sotterranea, assumono particolare importanza le guarnizioni di tenuta. Nell'arco dei decenni di esperienze, gli elementi di tenuta che sono risultati migliori sono quelli integrati nei mani-

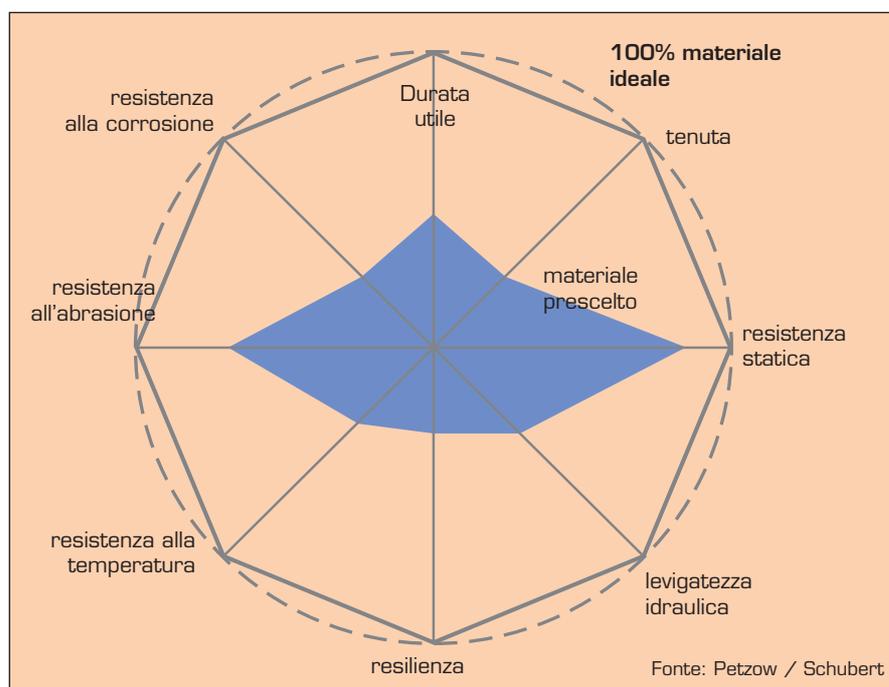
cotti. Poiché i materiali usati per le guarnizioni e quelli usati per i tubi hanno durata diversa, è sconsigliabile, per esempio, montare un anello di tenuta su tubi giuntati di testa.

Con una configurazione del genere, la breve durata del materiale di guarnizione condiziona la normale durata utile del prodotto, con conseguente infiltrazione di acqua nella fognatura dall'esterno o viceversa la perdita di acqua di scarico.

Mentre l'infiltrazione di acqua dall'esterno aumenta i costi di esercizio dell'impianto di depurazione e influisce negativamente sull'efficienza di depurazione, la perdita di acqua di scarico inquina il sottosuolo e l'acqua potabile.

Anche le caratteristiche dei materiali influiscono notevolmente sulla durata utile di una fognatura.

Soprattutto nel caso di condotte a pelo libero, esse devono soddisfare numerosi requisiti che possono essere di natura chimica e fisica. I materiali che costituiscono i tubi si possono distinguere, a seconda del loro impiego, in base alle seguenti caratteristiche: (vedi Figura 3):



• Figura 3 - Caratteristiche dei materiali dei tubi.

- tenuta
- resistenza statica
- scabrezza idraulica
- resilienza
- resistenza alla temperatura
- resistenza all'abrasione
- resistenza alla corrosione
- durata

Dal punto di vista qualitativo, queste caratteristiche possono essere definite da una scala di valori, in modo che le caratteristiche dei singoli tubi possano andarsi a collocare tra lo 0% e il 100%. Il materiale ideale, che al momento non esiste, sarebbe quello in grado di soddisfare al 100% tutti 8 i suddetti requisiti. I diversi materiali (plastica, ghisa, cemento e gres) hanno però caratteristiche molto diverse e quindi la scelta è condizionata dal campo e dalle condizioni di impiego.

Inoltre, non tutte le caratteristiche richieste hanno pari importanza ai fini della durata utile. I tubi, raccordi e giunti, per esempio, devono essere resistenti all'acqua di scarico. Diversamente la durata può essere compromessa dalla corrosione o dall'abrasione, che provocano l'assottigliamento delle pareti.

Il comportamento alla temperatura ha un ruolo importante in quanto nella pratica, malgrado tutte le limitazioni, a causa di introduzioni indirette si possono verificare notevoli sbalzi di temperatura.

Riveste la massima importanza la tenuta dei tubi, perché possono derivare conseguenze molto negative per l'ambiente. I requisiti di tenuta dei materiali usati per i tubi e relativi giunti, in questi ultimi decenni [2, 18], sono perciò divenuti oggetto di particolare attenzione nelle norme.

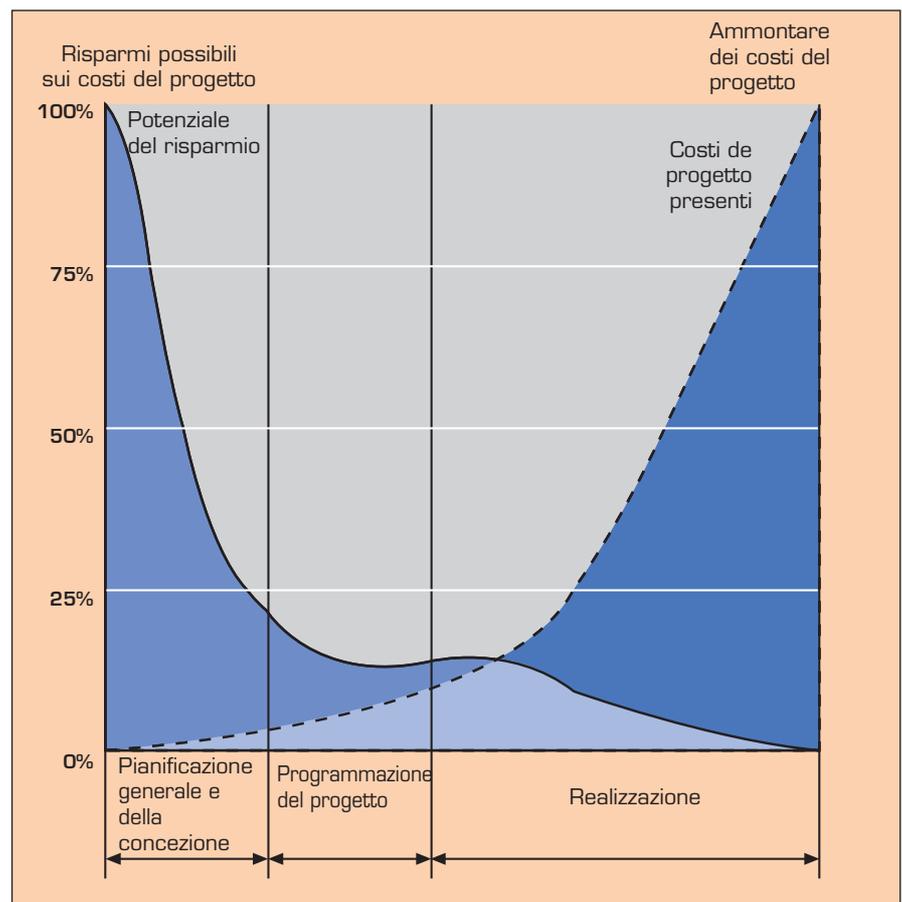
Tenuto conto delle nuove tecniche di posa, sono estremamente importanti la resistenza statica dei tubi usati, oltre che i metodi scelti per supportare, rinfiancare e ricoprire i tubi. Quanto maggiore è la resistenza statica, tanto più aumenta la possibilità di evitare danni alla fognatura. Anche in questo caso esistono differenze di rilievo per i singoli materiali per tubi in conformità alle Norme Europee previste.

Risparmiare acqua potabile è un obiettivo valido in linea di principio. Ma occorre anche considerare che nelle zone a configurazione rurale, date le quantità tutto sommato limitate di acque di scarico da convogliare, la forza di trascinamento nelle condutture è bassa, con la conseguenza che si formano depositi. Da qui derivano tempi di permanenza prolungati e quindi emissioni maleodoranti e notevoli pericoli di corrosione, a meno che per i tubi non venga scelto un materiale adatto.

Anche se di questi tempi, per i forti costi, gli aspetti ecologici passano in secondo piano, non bisogna trascurare i bilanci energetici nella produzione e successiva eliminazione dei materiali da condotta. Anche qui si manifestano notevoli differenze in termini di consumi energetici ed emissioni di CO₂ [7].

5.2 Pianificazione

I costi di investimento ed esercizio sono condizionati in misura decisiva dalla pianificazione. Con una buona pianificazione generale dello sviluppo e della concezione, è possibile raggiungere un risparmio notevole nei costi di progettazione, (vedi Figura 4). Quindi, per abbassare i costi globali della progettazione, in futuro si dovranno esaminare alternative più efficaci con cui attuare lo smaltimento dell'acqua di scarico nella zona di volta in volta in questione. Vanno quindi elaborate le opportune indagini su costi e quote di utilizzo. Nel piano esecutivo finale, come nella realizzazione, i costi di progettazione possono essere influenzati solo in misura ridotta, anche se qui si forma circa il 90% dei costi complessivi del progetto.



• Figura 4 - Possibilità di intervento sui costi della progettazione.

I costi della progettazione possono spesso essere influenzati durante la pianificazione.

Per esempio, è importante ai fini del successivo esercizio sapere se il tracciato del canale attraversa superfici pubbliche o private.

Deve essere verificato per consentire in seguito la manutenzione a costi convenienti.

Nei luoghi chiusi, il canale, in linea di massima, dovrebbe correre in linea retta tra i pozzetti di ispezione.

In questo modo per le opere di posa di altre condotti è sempre facile determinare la posizione delle tubazioni dell'acqua di scarico.

Si evitano così interferenze con altre condutture come per esempio quelle dell'acqua, gas, elettricità.

Sono ammissibili i tracciati curvi tra i pozzetti in canali di convogliamento su lunghi tratti se in questo modo si possono ottenere notevoli risparmi di costi. In questo caso, tuttavia, il tracciato dovrebbe essere contrassegnato in modo permanente in modo da permettere di ritrovare la tubazione quando occorre eseguire lavori di ispezione e riparazione.

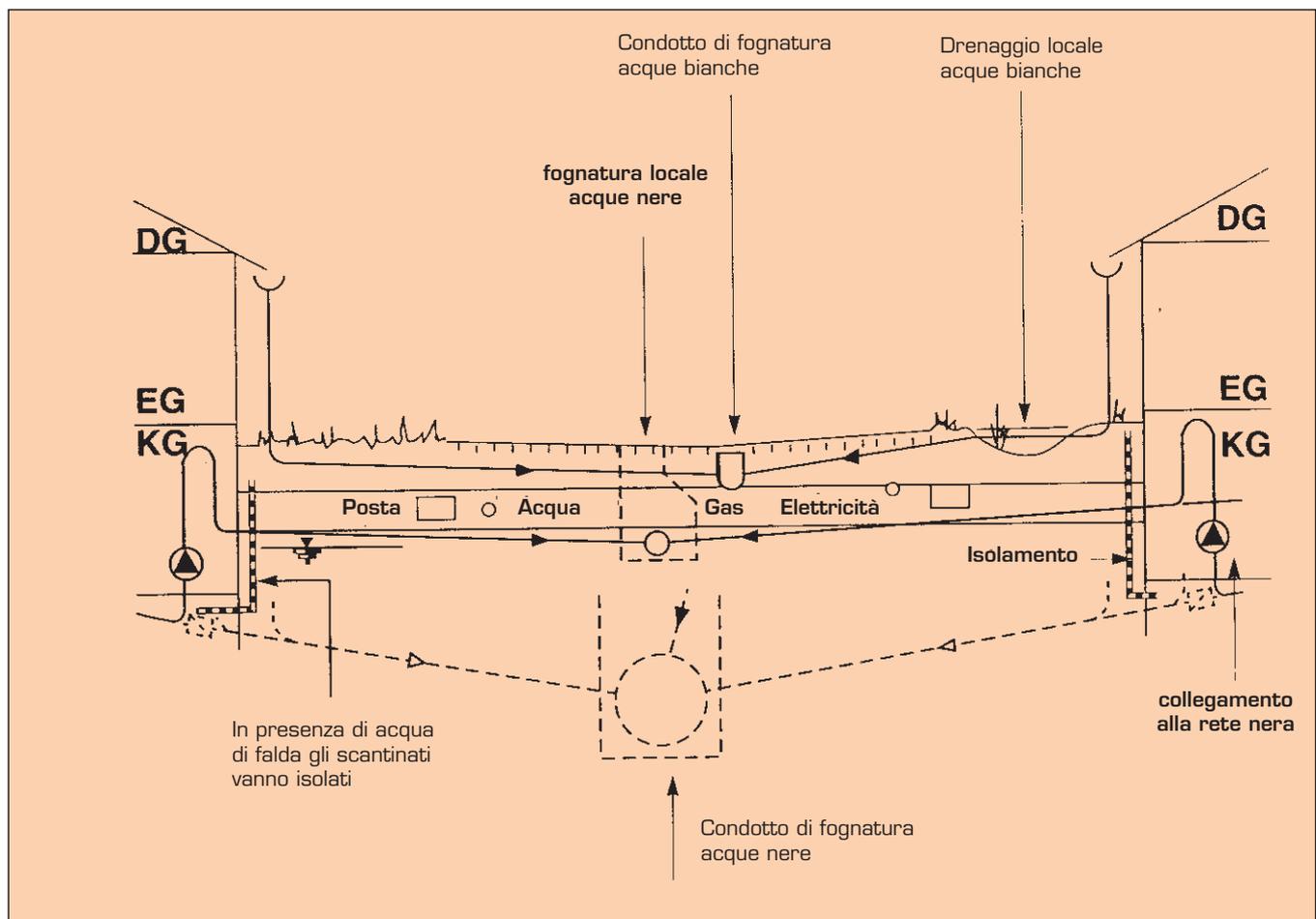
È anche possibile risparmiare sulle opere civili mediante la posa delle tubazioni in quote molto superficiali. In questo modo si evitano le alte spese di costruzione.

Il principio massimo da applicare deve essere quello di una posa al riparo dal gelo in modo da evitare i danni derivati dal sollevamento seguito dallo sprofonda-

damento e prolungare così la durata utile.

D'altro canto la tubazione dell'acqua lurida dovrebbe essere posata a profondità tale che il tubo di allacciamento domestico venga a trovarsi sotto le altre tubazioni di fornitura dell'acqua, gas ed elettricità (vedi Figura 5). Va respinta ogni eventuale raccomandazione di posare la tubazione dell'acqua lurida al di sopra di quella di fornitura dell'acqua in quanto se si dovessero verificare danni alla tubazione dell'acqua, in casi estremi potrebbe anche succedere che le acque luride possano finire nell'acqua potabile.

In caso di pioggia, l'eventuale acqua piovana può penetrare nella tubazione di fognatura attraverso il chiusino. Se il diametro della tubazione è troppo pic-



• Figura 5 - Possibilità di smaltimento dell'acqua di scarico (sezione trasversale della strada).

colo e la profondità di posa troppo ridotta si possono verificare ristagni d'acqua negli edifici e traboccamenti. In questa ottica vanno tenuti presenti anche i dossi artificiali previsti sulle strade allo scopo di rallentare il traffico.

Nelle zone a configurazione rurale, il diametro minimo dei condotti a pelo libero per acque luride deve essere di DN 200. Si sconsiglia dal ridurre la sezione a DN 150, in quanto aumenterebbe il pericolo di intasamenti. Inoltre i costi aggiunti per un canale del genere sono trascurabili.

Se invece si tratta di posare condotte forzate di notevole lunghezza, la sezione dei tubi dovrebbe essere inferiore e il diametro raccomandato è DN 100 o DN 80. In questo modo si diminuisce il pericolo di prolungati ristagni dell'acqua di scarico nella condotta forzata con relativo rischio di corrosione e sviluppo di cattivi odori nella successiva canalizzazione a pelo libero. Una premessa essenziale per l'utilizzo di condotte forzate a diametro ridotto, tuttavia, è che l'acqua di scarico venga preventivamente omogeneizzata mediante pompe di frantumazione. In questo modo si possono evitare in larga parte i pericoli di intasamenti.

Le condotte forzate si possono adeguare opportunamente ai tipi di terreno. Per evitare di dare luogo a corrosione nei successivi canali a pelo libero, le condotte forzate lunghe (superiori a 1 km di lunghezza) vanno pulite regolarmente con aria compressa. Per questo scopo la condotta forzata va posata in modo da presentare punti elevati e punti ribassati e dotata di accorgimenti addizionali per lo sfiato nei punti elevati.

La pendenza dei condotti a pelo libero per l'allontanamento delle acque luride dovrebbe essere superiore al 2‰ ed è consigliabile una pendenza del fondo dei condotti di circa il 5‰. Questo non è sempre possibile, in particolare nel caso di terreni molto piani, e in questi casi sono possibili soluzioni alternati-

ve. Utilizzando stazioni di pompaggio intermedie. La soluzione definitiva dipende in larga parte dalle condizioni locali.

Anche il numero dei pozzetti incide notevolmente sui costi di investimento. Spesso si richiede che la distanza tra i pozzi venga aumentata fino a oltre i 200 m. Ciò risulta utile - se mai - solo per tubazioni di convogliamento, in quanto nelle zone edificate, anche in ambito rurale, è spesso l'imbocco di diramazioni laterali a determinare la distanza tra i pozzi. Le diramazioni laterali spesso vanno a sfociare nei canali principali a distanze ravvicinate.

5.3 Aspetti gestionali

L'esercizio di una fognatura consiste nell'ispezione, pulizia, manutenzione e riparazione. È inoltre necessario verificare le entrate indirette. Occorre in genere accertare che i costi di esercizio siano tanto più bassi quanto più semplici ed accessibili sono gli impianti di smaltimento dell'acqua di scarico. L'esercizio risulterà a costi contenuti se i diametri sono maggiori e le tubazioni posate in pendenze uniformi e con andamento rettilineo. Aumentando, per esempio, la distanza tra i pozzetti, in occasione della pulizia diventa necessario ricorrere a pressioni superiori per l'eliminazione dei depositi. Questo impone maggiori sollecitazioni sul materiale dei tubi e sui giunti [17]. Se la distanza tra i tubi prevista è notevole, si devono scegliere per i tubi e le garnizioni materiali d'alta qualità. Inoltre, i veicoli adibiti alla pulizia sono sensibilmente più costosi rispetto alla norma.

Invece dei normali pozzetti, spesso si richiede di prevedere solo aperture di ispezione dal diametro di 400 mm. Con aperture del genere è possibile introdurre telecamere e ugelli di lavaggio per la manutenzione e l'ispezione, però la rimozione dei depositi comporta notevoli problemi. Non è possibile eliminare materiali difficili da staccare, come ad esempio i depositi calcarei consolidati che formano incrostazioni nei

canali. Anche grosse quantità di fanghi sedimentati possono essere estratte dalle fognature solo con notevole spesa, mentre al contrario le aperture di ispezione sono sempre indicate se situate su terreni privati.

I successivi lavori di riparazione risultano molto più convenienti se gli allacciamenti domestici sono collegati direttamente ai pozzetti. L'esperienza acquisita nei vecchi Länder della Repubblica Federale insegna che gli allacciamenti domestici realizzati in passato per motivi di risparmio, nei tratti tra un pozzetto e l'altro, hanno in seguito determinato forti aumenti dei costi quando si è trattato di eseguire riparazioni. Anche per il controllo delle introduzioni indirette sono consigliabili collegamenti diretti a pozzi praticabili.

La manutenzione delle stazioni di pompaggio ha un ruolo non indifferente nella formazione dei costi di esercizio. Spesso il meccanismo di pompaggio è configurato in modo tale che le pompe per acque luride sono immerse direttamente nelle stesse. In questo modo è possibile realizzare stazioni di pompaggio a prezzo inferiore, ma le pompe subiscono una forte usura per corrosione. Inoltre, dato che le pompe si sporcano in misura notevole, spesso la manutenzione non risulta sufficiente. Ciò abbrevia la durata delle pompe ed è necessario prevedere notevoli costi accessori.

5.4 Realizzazione delle opere

La realizzazione delle opere determina in modo notevole la durata e l'efficienza della fognatura. Come risulta da indagini condotte sulle fognature nei vecchi Länder della Repubblica Federale, oltre il 50% dei danni alle fognature deriva da una realizzazione carente delle opere. Di importanza basilare è la messa in opera delle tubazioni fognarie. In conformità con le norme tecniche vigenti, occorre che l'appoggio per la tubazione sia effettuato a regola d'arte e la posa sia su materiale privo di sassi (per lo più sabbia) **Figura 6**. La zona va compattata a strati in modo

da assorbire i carichi statici e dinamici. In ambito rurale aumenta la diffusione della tecnica ad aratro, in base alla quale il tubo viene posato senza supporto e senza letto di sabbia sul fondo della trincea. Il materiale scavato viene riutilizzato per riempire di nuovo la trincea senza compattazione. (vedi Figura 6). Per limitare i costi al massimo, la trincea è più stretta di quanto avviene nella normale tecnica di posa.

Nella Figura 7 viene stabilito un confronto tra la resistenza statica del materiale dei tubi al campo delle oscillazioni del carico dei tubi, nella tecnica tradizionale di posa e nella nuova tecnica ad aratro. Nella normale tecnica di posa la resistenza statica del canale è più di due volte superiore ai carichi imposti. A seconda della cura posta nella realizzazione delle opere e delle condizioni locali, il carico può abbassare in una certa misura questo dato di sicu-

rezza. Con la nuova tecnica ad aratro, è quasi impossibile calcolare in anticipo il carico che graverà sul canale nel corso del tempo.

Può succedere che dopo qualche tempo il carico aumenti fino al triplo della resistenza statica del canale. Nel caso dei tubi di plastica, ciò porta a notevoli deformazioni; per gli altri materiali, alla formazione di crepe ed eventuali rotture.

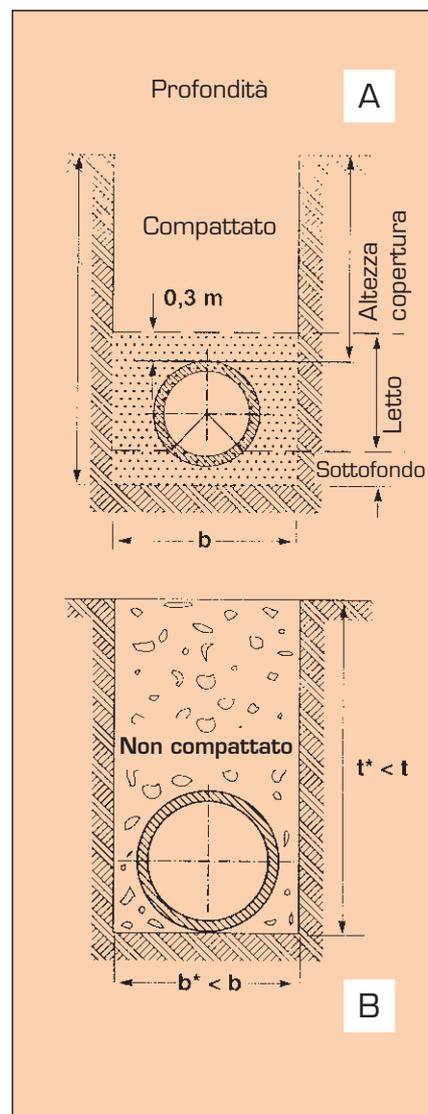
Quindi per adottare una tecnica di posa di questo genere occorre scegliere del materiale da condotta particolarmente resistente.

Non esistono ancora esperienze pratiche a lungo termine sul comportamento statico dei canali posati in base alla tecnica dell'aratro.

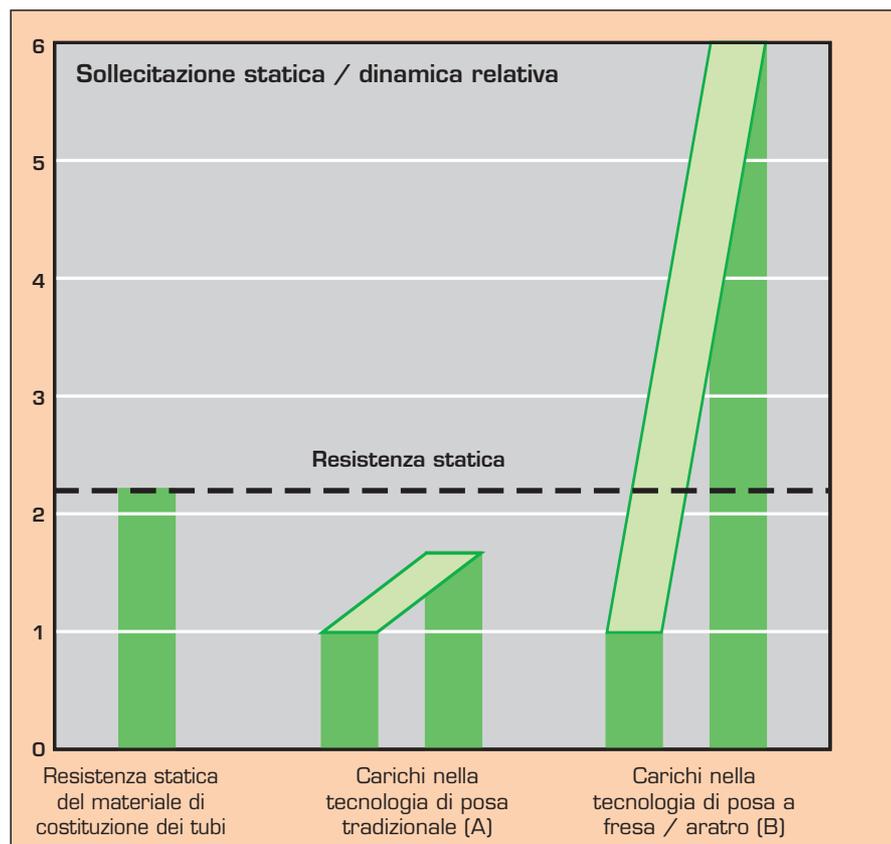
In linea di principio, tuttavia, per questo tipo di messa in opera occorre che i tubi siano fatti di un materiale di qualità superiore rispetto a quello per sistemi tradizionali.

In occasione di un'indagine sulle condizioni costruttive di reti fognarie esistenti nei vecchi Länder della Repubblica Federale [6], i differenti tipi di inconvenienti sono stati distinti in diversi gruppi:

- impedimenti al deflusso
- spostamenti
- danni ai giunti
- danni ai punti di confluenza
- fessurazione e cedimenti
- corrosione



• Figura 6 - Tecnologia di messa in opera di tipo tradizionale (A) e di nuovo tipo ad aratro (B)



• Figura 7 - Resistenza statica e carico della tubazione fognaria in base alle diverse tecnologie di posa

Inoltre, per i singoli tipi di materiale esistono gruppi di danni caratteristici che costituiscono punto di partenza per considerazioni sulla garanzia della qualità di futuri canali.

La durata dei canali dipende quindi sia dal materiale scelto per le tubazioni che dalla cura posta nella realizzazione. La Gütegemeinschaft Kanalbau in una nuova ricerca ha dimostrato: [6] se la messa in opera non è stata fatta a regola d'arte, i danni alla struttura della rete fognaria possono rappresentare dal 20% al 65% dei costi complessivi di costruzione. La probabilità che questi danni si manifestino con appaltatori per i quali non è attuato il controllo è assai superiore che per società che appartengono alla Gütegemeinschaft Kanalbau e sono soggetti a controlli interni ed esterni. Si è infine dimostrato che per una messa in opera soggetta a controllo della qualità è possibile risparmiare in

virtù del più alto livello qualitativo e quindi della maggiore durata dell'ordine del 50% complessivamente, il 7% dei costi generali e quindi anche degli oneri sull'acqua di scarico.

Con una buona messa in opera e usando tubi di buona qualità, è possibile aumentare la durata della rete fognaria. Risulta sempre più economico usare, per i tubi, materiali di alta qualità. L'incidenza del costo dei tubi sui costi di costruzione dei canali oscilla tra il 10% e il 20% massimo (vedi Figura 8) [11]. Se un materiale di alta qualità è complessivamente del 30% più costoso di un materiale medio, l'investimento globale aumenterebbe dal 3% al 6% max. A parità di qualità di realizzazione dal punto di vista costruttivo, usando un materiale di più elevata qualità per le tubazioni, l'esperienza insegna che la durata può aumentare non solo del 50% ma addirittura del 100%. Gli

ammortamenti calcolati possono quindi essere ridotti della metà. Viceversa, usando del materiale di qualità inferiore e eseguendo l'opera in modo meno accurato, i costi complessivi si possono ridurre a circa il 90% di quelli abituali, ma anche qui l'esperienza con canali posati in passato insegna [8, 9, 10, 15] che la durata viene abbreviata (di circa 2/3 di quella normale).

In base a un esempio di calcolo, qui di seguito viene dimostrato che la qualità è conveniente anche dal punto di vista economico. Secondo la Figura 9 si ipotizza che nei diversi tipi di messa in opera, i costi di investimento hanno il seguente rapporto con la durata utile:

messa in opera normale

durata 50 anni

costi di investimento relativi 100%

messa in opera molto buona

durata 100 anni

costi di investimento relativi 106%

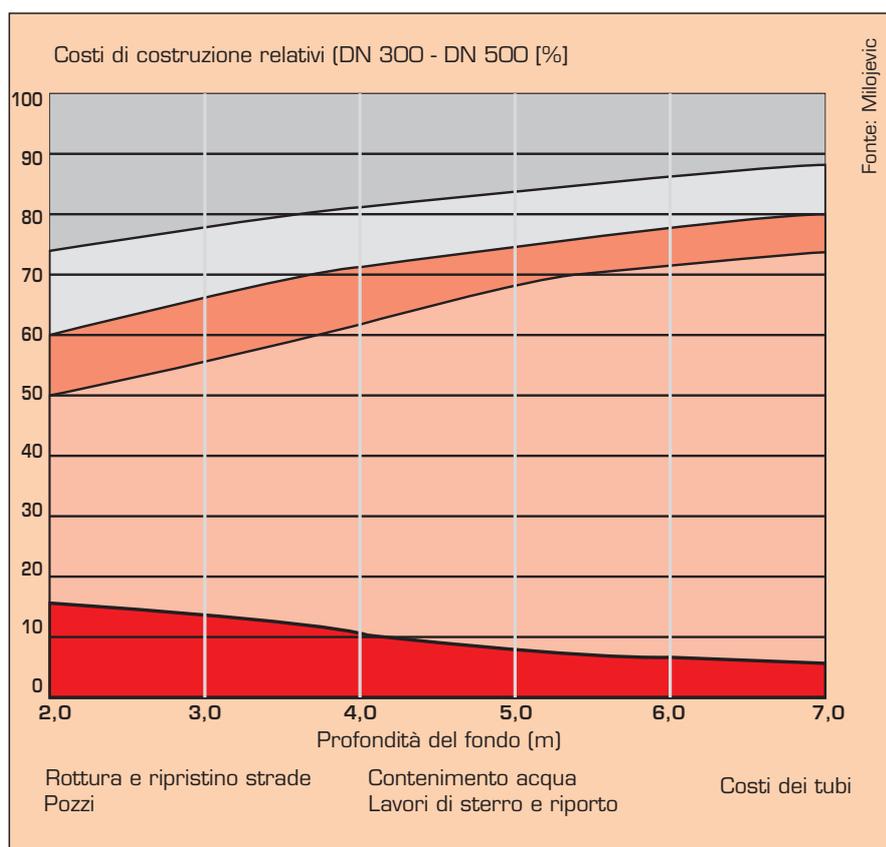
messa in opera mediocre

durata 33-1/3 anni

costi di investimento relativi 90%

Inoltre, a svantaggio della messa in opera molto buona si obietta che per gli altri due tipi di costruzione, i costi di reinvestimento alla scadenza della durata utile corrispondono volta in volta ai costi di primo investimento. In realtà, al momento della riparazione risulteranno assai superiori per le complicazioni che subentrano.

Il risultato di questo modello può essere rilevato dalla Figura 10 dopo il calcolo dinamico dei costi a tassi d'inflazione e d'interesse diversi. Si vede chiaramente che una messa in opera di ottima qualità, più costosa in termini di investimento, risulta la più conveniente per il contribuente. È stato così possibile confermare le indagini del "Güteschutz Kanalbau" [6]. Data la liquidità richiesta per il finanziamento, tuttavia, i tempi di durata devono essere prolungati in un arco di 30 anni. Gli istituti di credito, come le assicurazioni, attribuiscono maggiore valore alla qualità del prodotto (qui messa in opera del canale) e quindi potrebbero anche ridurre il rischio che si assumono.



• Figura 8 - Strutturazione dei costi di costruzione del canale.

6. Riepilogo

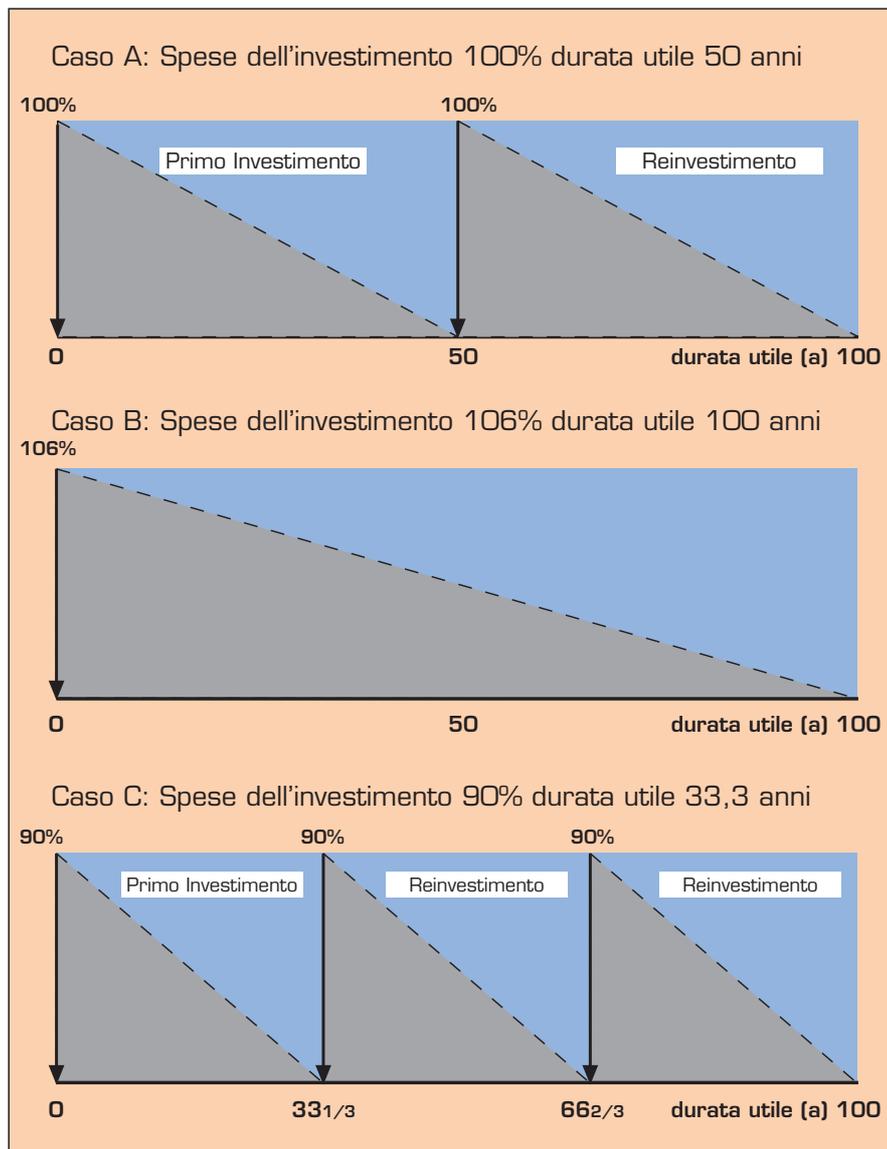
Per prima cosa si pongono gli obiettivi base e i requisiti di uno smaltimento dell'acqua di scarico fatto a regola d'arte. Sono messi in rilievo i tipi di costi e le conseguenze che ne derivano. Per gli ambienti a configurazione rurale, per motivi di costi, è necessario diminuire la comodità di smaltimento dell'acqua di scarico degli ambienti ur-

bani. In prima fila rimane l'obiettivo di allontanare le acque luride per motivi di igiene e di depurarle.

In futuro lo smaltimento dell'acqua di scarico attraverso piccoli impianti di depurazione nel caso di singole fattorie o di insediamenti sparsi potrà costituire una soluzione idonea.

Negli ambienti a maggiore densità di edificazione, tuttavia, le acque luride dovranno essere convogliate prevalentemente a impianti comuni di depurazione.

È stato fatto presente che è possibile risparmiare i costi più elevati in fase di concezione e progettazione. A tale fine è necessario esaminare più alternative di pianificazione e rapportare ai vantaggi ed ai costi che ne derivano. In tale occasione va anche chiarito se nella zona di smaltimento siano più opportuni, dal punto di vista dei costi, gli impianti di depurazione singoli o collettivi. Non è possibile proporre delle soluzioni uniche. Piuttosto, per ogni zona di smaltimento vanno cercate le varianti più opportune dal punto di vista dei costi.

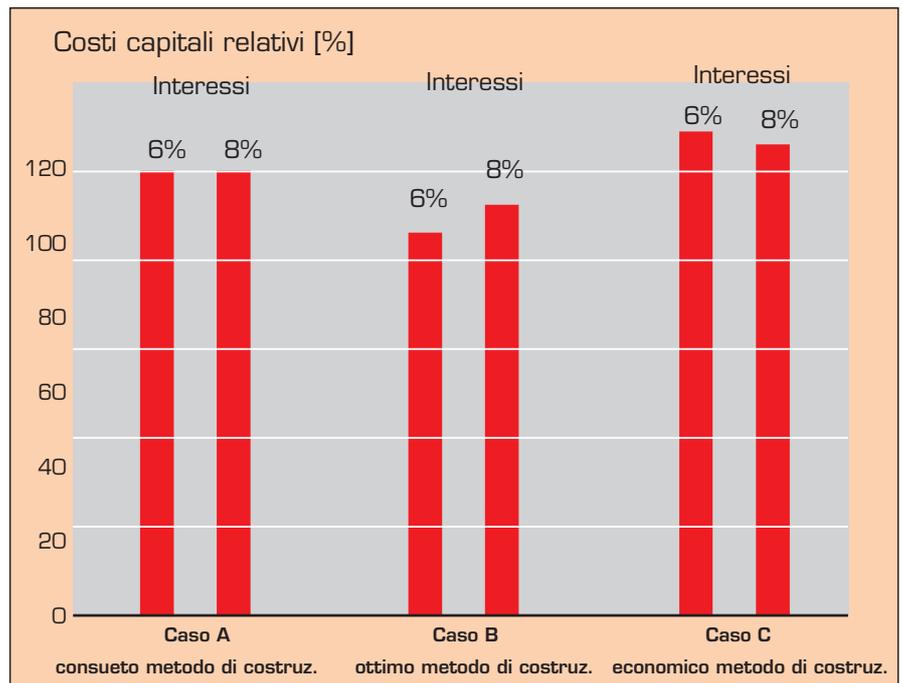


Sono stati forniti consigli per la costruzione di fognature in ambienti a configurazione rurale, che si possono mettere in pratica attraverso la scelta del tracciato, della sezione, del materiale di costruzione dei tubi, della pendenza e della realizzazione di pozzetti. Però si fa riferimento anche ai possibili svantaggi nell'esercizio. Osservazioni sull'esecuzione delle opere completano le raccomandazioni per uno smaltimento dell'acqua di scarico economicamente conveniente.

In linea generale si può stabilire che la qualità dello smaltimento dell'acqua di scarico è sempre un fattore economico e conveniente, quindi previdente e sostenibile. Le soluzioni a buon prezzo si pagano spesso a caro prezzo.

// 7. Bibliografia

- [1] 7ATV: Grundsätze für die Abwasserentsorgung in ländlich strukturierten Gebieten, Merkblatt M 200, GFA, Hennef, 1995
- [2] 7ATV: Richtlinie für die statische Berechnung von Entwässerungskanälen und -leitungen, Arbeitsblatt A 127, GFA, St. Augustin, 1988
- [3] 7ATV: Besondere Entwässerungsverfahren, Unterdruckentwässerung, Arbeitsblatt A116, GFA, Hennef, 1992
- [4] 7Dudey, J.; Pecher, R.: ATV-Umfrage Abwassergebühren, Schriftenreihe aus Wissenschaft und Praxis, Heft 34, GFA, Hennef, 1994
- [5] 7Frühling, A.: Die Entwässerung der Städte, Handbuch der Ingenieurwissenschaften, 4. Auflage, Leipzig, 1903
- [6] 7Güteschutz Kanalbau: Die wirtschaftliche Bedeutung des Güteschutzes beim Bau von Abwasserkanälen, Eigenverlag, Bad Honnef, 1996
- [7] 7Jeschar, R.; Specht, E.; Steinbrück, A.: Energieverbrauch und CO₂-Emissionen bei der Herstellung und Entsorgung von Abwasserrohren aus verschiedenen Werkstoffen, Korrespondenz Abwasser 42 (1995), Heft 4, S. 537
- [8] 7Kleiber, W.: WERTR 91/WERTR-OST/WALDR 91, Treuhand-Fachbeiratsanleitungen, Sammlung amtlicher Texte zur Wertermittlung von Grundstücken in den alten und neuen Bundesländern, Bundesanzeiger, Köln, 1992
- [9] 7LAWA: Leitlinien zur Durchführung von Kostenvergleichsrechnungen, München, 1993



• Figura 10 - Confronto della redditività dei diversi sistemi di costruzione

- [10] Matthes, W.: Schadensanalysen an Abwasserkanälen aus Beton- und Steinzeugrohren der Bundesrepublik Deutschland-West, Korrespondenz Abwasser 39 (1992), heft 3, S. 363
- [11] Milojevic, N.: Bau- und Betriebskosten von Kanalisationen, ATV-Seminar, "Entwurfsbearbeitung von Kanalisationen", Vortragsunterlagen, Dresden, 1996
- [12] Pecher, R.: Bau- und Betriebskosten bestehender Anlagen zur Abwasserentsorgung in der Bundesrepublik Deutschland, Grundlagen zur Ermittlung der Abwassergebühren, Korrespondenz Abwasser 41 (1994), Heft 12, S. 2188
- [13] Pecher, R.: Abwassergebühren - Quo vadis? Korrespondenz Abwasser 39 (1992), Heft 5, S. 638
- [14] Petzow, G.; Schubert, H.: Materialeigenschaften im Spiegel des Kanalrohreinsetzes, Korrespondenz Abwasser 39, (1992), Heft 5, S.688
- [15] Sawatzki, J.: Schadensverteilung an Steinzeug- und Betonrohren in TV-untersuchten Abwasserkanälen, Teil 2, Korrespondenz Abwasser 43 (1996), Heft 3, S. 363
- [16] Statistisches Bundesamt: Statistisches Jahrbuch 1994 für die Bundesrepublik Deutschland, Wiesbaden, 1994
- [17] Steiner, H. R.: Verhalten von Abwasserkanälen bei der Reinigung mit Hochdruckspülung, Korrespondenz Abwasser 39 (1992), Heft 2, S. 211
- [18] -: prEN 752, Entwässerungssysteme außerhalb von Gebäuden, Teil 2: Anforderungen, Teil 3: Planung, Rosadrucke 1992, Beuth Verlag, Berlin und Köln
- [19] -: Abwassersammlung und -transport im ländlich strukturierten Gebiet der Eifel, Pilotprojekt, Ministerium für Umwelt, Raumordnung und Landwirtschaft NRW, Düsseldorf, 1995