

La ceramica nelle opere idrauliche e nei sistemi di fognatura: origini, evoluzione e prospettive future di impiego per tubazioni in gres ceramico alla luce delle norme europee UNI EN 295

1. Le opere idrauliche e la civiltà

La necessità di provvedere all'allontanamento delle acque di origine meteorica e di rifiuto prodotte dall'uomo nei centri abitati è scaturita fin dai tempi antichi.

Molti studiosi hanno rapportato il grado di civiltà di un popolo con lo sviluppo dell'esigenza e la capacità pratica di regolare la risorsa idrica e di creare sistemi di adduzione o evacuazione dell'acqua.

I primi ad occuparsi della fognatura pubblica furono i Babilonesi e gli Assiri delle cui opere ci è rimasta qualche testimonianza. Gli scavi eseguiti a Ninive e a Babilonia hanno provato chiaramente che esistevano comunicazioni fra le case ed i canali stradali di cui queste città erano dotate. Anche gli Egiziani canalizzarono le loro maggiori città e gli Ebrei dotarono Gerusalemme di una vasta rete di canalizzazioni, alcune delle quali ancora oggi utilizzate. Così pure erano provviste sicuramente di fognature le città greche di Atene, Olimpia, Agrigento e anche alcune città etrusche (Fiesole, Volterra).

Ma nell'antichità furono certamente i Romani quelli che lasciarono le testimonianze più grandiose nel campo delle opere idrauliche. Basti ricordare la grandiosa Cloaca Massima, costruita ai tempi di Tarquinio Prisco, che fa parte di un esteso sistema di canalizzazioni sotterranee progettato sia per bonificare vasti terreni paludosi, che per l'allontanamento dei liquami cittadini.

Dopo la caduta dell'Impero Romano e le invasioni barbariche, tutto il Medioevo segna anche in questo campo un'epoca di abbandono e di decadenza. Verso il XII secolo, per la verità, i monaci di Chiaravalle e Viboldone, pensarono di incanalare le acque contenenti materiali di rifiuto della vicina Milano, spandendole a scopo di ingrasso sui loro possedimenti agricoli, inventando le cosiddette "marcite" ma, bisogna ricordarlo, si tratta di opere isolate o quasi.

Nel periodo della Riforma comincia un lieve ma generale risveglio nei confronti dell'igiene dei centri abitati: ma per vedere l'importante problema dell'igiene pubblica affrontato su vasta scala e con programmi d'intervento precisi, bisogna aspettare il XIX secolo e la Rivoluzione industriale, che portò lo sviluppo di città e fabbriche, con i conseguenti problemi di raccolta e allontanamento delle acque di scarico urbane ed industriali.

Il primo esempio di intervento globale si registrò in Inghilterra a seguito di indagini mediche condotte in occasione della epidemia colerica del 1831.

L'intervento operativo su questa materia, prima condotto solo da parte di alcuni enti privati, venne assunto ufficialmente dal governo nel 1871, con la fondazione di un apposito dicastero per la salute pubblica.

La nascita del moderno sistema di fognatura urbana risale agli ultimi decenni dell'800 attraverso la copertura e l'adattamento delle preesistenti tombature a cielo libero.

2. La ceramica nelle opere idrauliche

Quando normalmente si pensa alla ceramica nell'architettura si associa il materiale ad un impiego soprattutto caratterizzato da fattori estetici e cromatici.

Occorre invece ricordare che nel settore edilizio il materiale ceramico ha trovato e trova una collocazione importante anche per la realizzazione di servizi di primario interesse.

Oltre agli usi più comunemente noti, alle origini della civiltà umana il materiale ceramico è stato impiegato anche per il trasporto dell'acqua.

Il più vecchio esempio, conosciuto e documentato, di utilizzo per scarichi di tubazioni in terracotta risale alla città di Sud Habuba Kabira (Siria - 4000 a. C.).

Nel corso dei secoli si ebbe poi un sempre crescente impiego di canali in terracotta per l'approvvigionamento idrico e per lo scarico delle acque.

Un altro importante ritrovamento archeologico riguardante un intero sistema di evacuazione di acqua è quello relativo al ritrovamento della città di Pergamo (Asia Minore - 546 a.C.) ad opera di un archeologo tedesco alla ricerca della mitica città di Troia.

Sia Greci che Romani, presso i quali sia la terracotta che la ceramica trovano diverse e svariate forme di impiego, utilizzarono condotte di scarico ceramiche giunte fino ai nostri giorni ancora funzionanti.

Un largo impiego di condotte in terracotta per adduzione o smaltimento di acque si è avuto in Europa fino all'inizio dell'1800.

Successivamente, con l'accresciuta esi-

genza di studiare e risolvere il problema di allontanare acque di rifiuto di fabbriche e dai nuovi insediamenti residenziali sorti intorno ad esse e con la contemporanea evoluzione della tecnologia ceramica, si pensò, prima in Inghilterra e poi in Germania, alla realizzazione di condotte non più in terracotta, ma in materiale greificato.

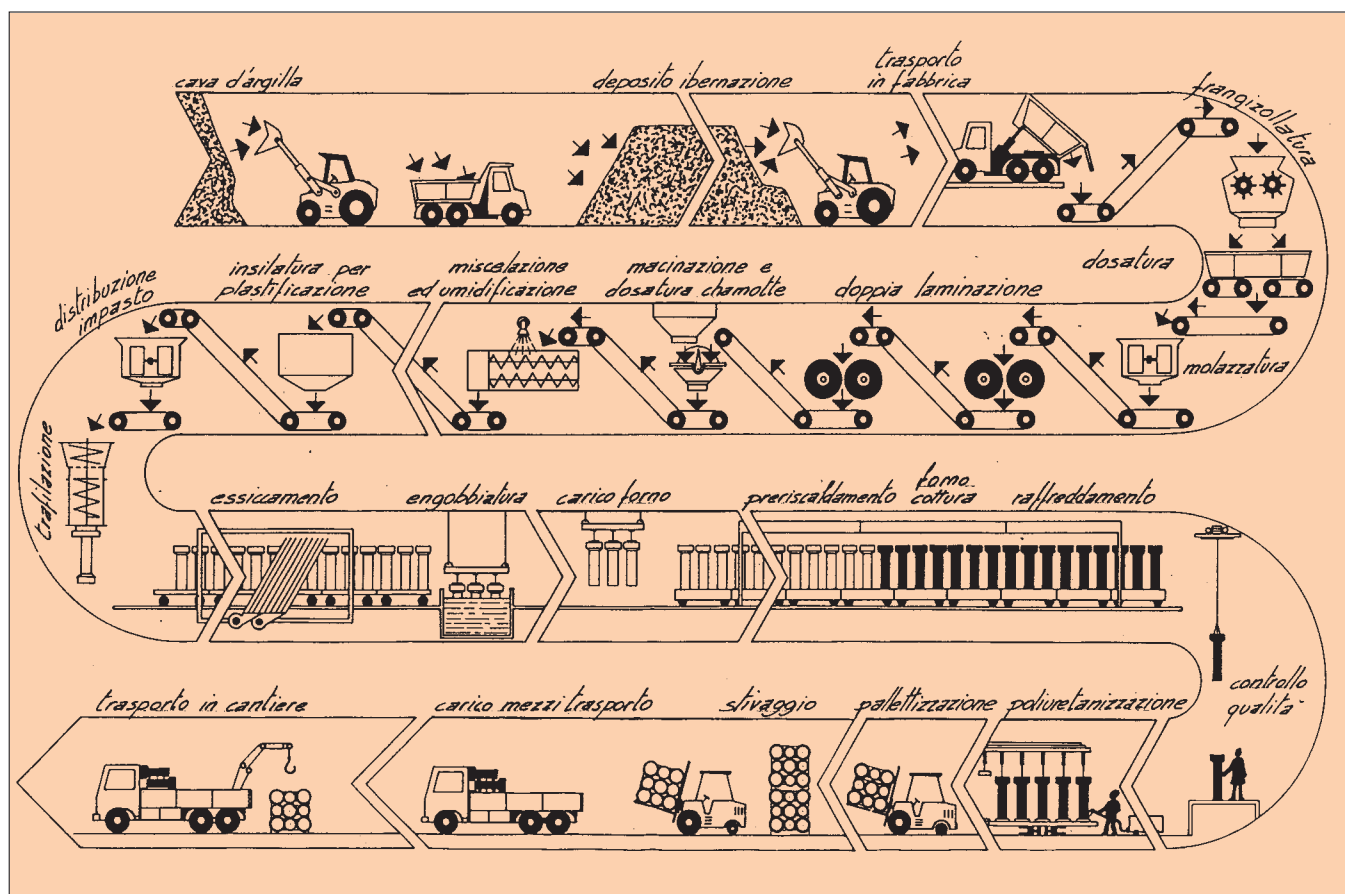
Si arrivò quindi alla tubazione in gres. Questo materiale, utilizzato fino ad allora per vasellame e stoviglieria, trovò un'importante applicazione nel campo delle costruzioni idrauliche e costituì un riferimento certo per progettisti di fognature.

3. Il gres nella costruzione delle fognature

Il gres è un prodotto ottenuto con processo di sinterizzazione (greificazione) da un'accurata miscela di argille. Durante la cottura ad elevata temperatura, la materia prima impiegata è portata allo stato di microfusione.

Il materiale così realizzato presenta le massime performances per quanto riguarda la resistenza chimico-fisica ed inoltre mantiene queste sue caratteristiche inalterate nel tempo. Nella figura n°1 è riportato lo schema di produzione per le tubazioni in gres.

Il gres è quindi un ottimo materiale per condotte da destinare alla raccolta e all'allontanamento delle acque di scarico.



• Figura 1 - Schema di lavorazione per prodotti in Gres.

4. Caratteristiche dei materiali da condotta per fognatura

L'analisi e la valutazione riguardanti materiali da condotta per fognatura dovrebbero essere articolate come segue:

- interazione tubo-fluido trasportato
 - aggressione chimica
 - azione abrasiva
 - velocità di autopulizia
 - tenuta idraulica
- interazione tubo terreno circostante

4.1. Interazione tubo liquido trasportato

4.1.1 Resistenza chimica (1) (2) (3) (4)

Questo tipo di sollecitazione, caratteristica delle condotte nere o miste, può determinarsi sia per la presenza di particolari sostanze nei liquami trasportati (scarichi industriali), sia per problemi di sedimentazione / degradazione / putrefazione dei liquami domestici trasportati, con conseguente sviluppo dei composti nocivi.

Dal punto di vista della corrosione chimica, il gres ceramico è praticamente inattaccabile da:

- soluzioni acide, anche se a forte concentrazione (unica eccezione l'acido fluoridrico),
- soluzioni alcaline e detergenti domestici oggi usati su vasta scala;
- liquami di scarico delle abitazioni e vapori gassosi conseguenti alle putrefazioni;
- nafta e petroli usati negli impianti di riscaldamento domestico e negli insediamenti industriali;
- qualsiasi altro agente chimico, sia esso ossidante o riducente.

Il complesso di queste caratteristiche fa sì che la durata di esercizio di un tubo di gres possa ritenersi praticamente illimitata.

Questa garanzia non viene invece offerta da altre tipologie di materiale da

condotta che vanno quindi valutate di volta in volta in funzione della qualità del liquame trasportato.

Infatti dal punto di vista chimico si ha:

tubazioni in PVC, PRFV, PE

In generale presentano un buon comportamento ma sono deteriorabili se a contatto con particolari sostanze quali solventi aromatici (trielline) o altri derivati petroliferi.

tubazioni metalliche

I tubi in acciaio ed in ghisa sono particolarmente labili all'aggressione chimica e richiedono quindi un'adeguata protezione sia interna che esterna. Il rivestimento interno deve essere in grado di resistere in modo adeguato alla sollecitazione abrasiva in modo tale da non esporre nel tempo il materiale alla sollecitazione chimica.

tubazioni o rivestimenti cementizi

Sono da considerarsi aggredibili dal punto di vista chimico soprattutto per quanto riguarda l'attacco acido. Ne deriva che l'impiego di questi prodotti deve essere attentamente valutato in funzione della tipologia di liquame trasportato.

4.1.2 Resistenza all'abrasione (1) (2) (3) (4) (5)

A normali condizioni di esercizio, le condotte sono soggette all'azione rovinosa effettuata da sabbie e materiali solidi trascinati dalla corrente.

Questa azione riguarda tutte le tipologie (miste o separate) ma in modo particolare i collettori bianchi e misti.

Per quanto concerne il grado di risposta il gres ha una capacità di resistenza superiore a qualsiasi altro materiale prodotto industrialmente, sia esso lapideo, organico o metallico.

Al riguardo esistono diversi studi e sperimentazioni.

4.1.3. Velocità di autopulizia (1) (2)

La tubazione in gres, per il limitato attrito delle superfici interne ed esterne, non favorisce la sedimentazione di sostanze varie e di conseguenza non vi è pericolo per il progressivo accumulo che determinerebbe incrostazioni ed ostruzioni della condotta.

Dove si sono effettuati controlli di comportamento - a parità di liquami - si è dedotta una migliore conservazione delle pareti dei tubi in gres rispetto ad altri materiali.

4.1.4 Tenuta idraulica (1) (2) (4) (9)

Il gres ceramico è un prodotto impermeabile.

Ai fini della garanzia complessiva dell'opera è comunque indispensabile che tutta la condotta sia a tenuta.

Nella posa si utilizzano normalmente le giunzioni prefabbricate in poliuretano (figura n° 2); il binomio tubazione in gres/giunzione assicura un'ottima tenuta idraulica.



● Figura 2 - Giunzione prefabbricata in poliuretano.

Notevoli sono stati i progressi raggiunti in questo settore negli ultimi anni.

I miglioramenti sono stati attuati modificando il profilo della giunzione ed operando sui materiali poliuretanici.

Il tutto tenendo costantemente sotto controllo lo sforzo di infilaggio necessario per il collegamento di due tubi.

Le caratteristiche delle tubazioni in gres, dei materiali utilizzati per la realizzazione delle giunzioni e gli aspetti funzionali del binomio tubo/giunto sono indicati dalla norma UNI EN 295 "Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione destinati alla realizzazione di impianti di raccolta e smaltimento liquami" parti 1,2 e 3.

Per tubazioni ed elementi complementari in gres, il valore di tenuta idraulica viene fissato dalla norma europea UNI EN 295, parte 1° punto 2.14, in 50 kPa (0,5 bar).

Vengono poi individuati i limiti funzionali a cui devono rispondere i sistemi di giunzione:

– *pressione idraulica interna (parte 1°, punto 3.2.1) ed esterna (parte 1°, punto 3.2.2)* a 50 kPa (0,5 bar). Viene assicurata l'impermeabilità della condotta. È da sottolineare che il valore di 0,5 bar, corrispondente ad un battente di 5 metri di colonna d'acqua, esclude in assoluto problemi di fuoriuscita di liquame o di infiltrazione da esterno ad interno anche per tubi posati sotto falda.

– *pressione idraulica interna (a 50 K Pa) con deviazione angolare (parte 1°, punto 3.3).* Viene garantita la tenuta idraulica anche in caso di deviazione angolare. In pratica la giunzione in poliuretano costituisce una "cerniera" che permette adattamenti della condotta ad eventuali movimenti o assestamenti del terreno senza compromettere il valore di tenuta idraulica. I valori di disassamento massimo ammessi sono:

sino al diam. 200 mm

80 mm per metro lineare

da diam. 250 a 500 mm

30 mm per metro lineare

da diam. 600 a 800 mm

20 mm per metro lineare

– *resistenza alla sollecitazione di taglio (parte 1°, punto 3.4)* per gli elementi che costituiscono una giunzione fino ad un limite di 25 N per millimetro di diametro sempre garantendo una tenuta idraulica di 0,5 bar sia da interno verso esterno che da esterno verso interno. Questo valore garantisce la tenuta dei giunti anche in caso di posa non corretta e assicura la resistenza dei giunti alla penetrazione delle radici.

Con l'utilizzo di tubazioni in gres munite di giunzione elastica è possibile realizzare prove idrauliche di tenuta.

Il collaudo deve essere eseguito isolando e mandando in pressione tratti di fognatura compresi tra pozzetto e pozzetto (figura n° 3).

L'affidabilità del sistema di giunzione e l'impermeabilità del materiale gres assicurano la realizzazione di una condotta a tenuta idraulica sia da interno verso esterno che da esterno verso interno. In pratica non sono quindi possibili fuoriuscite di liquame ed infiltrazioni di acqua di falda.

Il gres ceramico munito di giunzione elastica in poliuretano rappresenta la soluzione tecnologica più avanzata e moderna per la corretta progettazione ed esecuzione delle reti fognarie.

4.2. Interazione tubo suolo

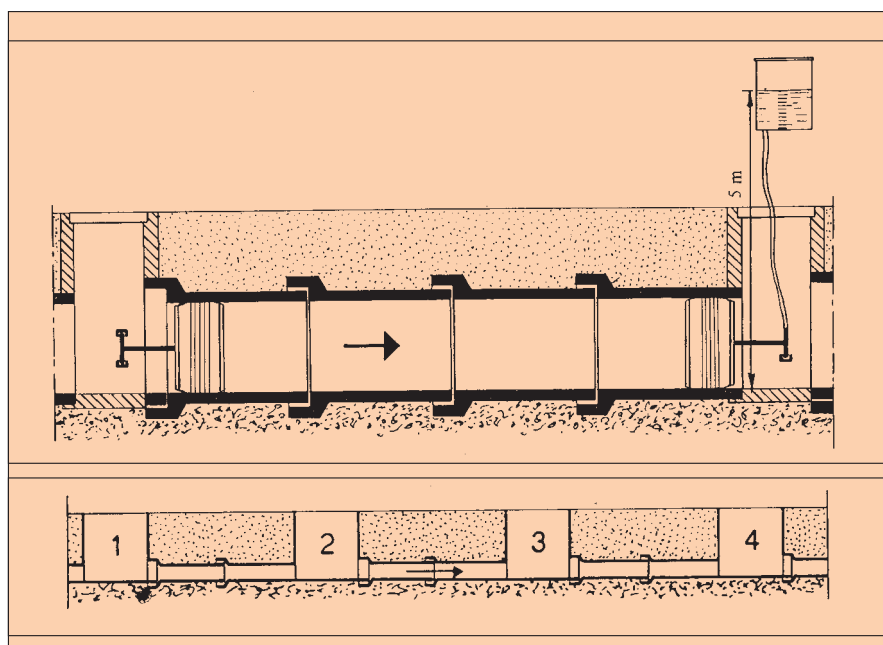
Nella maggioranza dei casi, le opere fognarie vengono realizzate analizzando l'aspetto idraulico e le eventuali aggressioni che si generano all'interno per effetto del trasporto delle acque reflue.

Con l'introduzione e l'affinamento delle tecniche di indagine su collettori già posti in opera (ispezione con telecamera, collaudi a pressione) e lo studio delle tensioni trasmesse dal terreno alla condotta per effetto del peso del terreno, dei carichi mobili esterni e per gli eventi sismici, si è arrivati ad una maggiore conoscenza dei fenomeni che si sviluppano tra tubazioni e terreno circostante.

Ai fini della valutazione dell'interazione tra tubazione e terreno occorre dividere i materiali da condotta in due famiglie: tubi rigidi e tubi elastici.

4.2.1. La verifica statica per tubazioni rigide (10) (11)

Con il termine di condotte rigide si intendono normalmente tubazioni non deformabili, quali per esempio calcestruzzo, fibro-cemento, gres, ghisa. Per questi materiali viene normalmente sta-



• Figura 3 - Schema per la realizzazione di un collaudo.

bilito dalle normative un valore di carico di rottura espresso in kN/m, o di classe, espresso in kN/m². Questo valore individua il limite necessario entro il quale il tubo, senza nessuna collaborazione esterna, resiste senza rompersi, ad un carico applicato in modo uniformemente distribuito sulla generatrice superiore secondo modalità di prova previste dalle varie norme tecniche dei materiali stessi. Nella tabella n° 4 sono riportati i valori minimi di resistenza meccanica previsti dalla normativa europea EN 295 per le tubazioni in gres.

Tabella 4

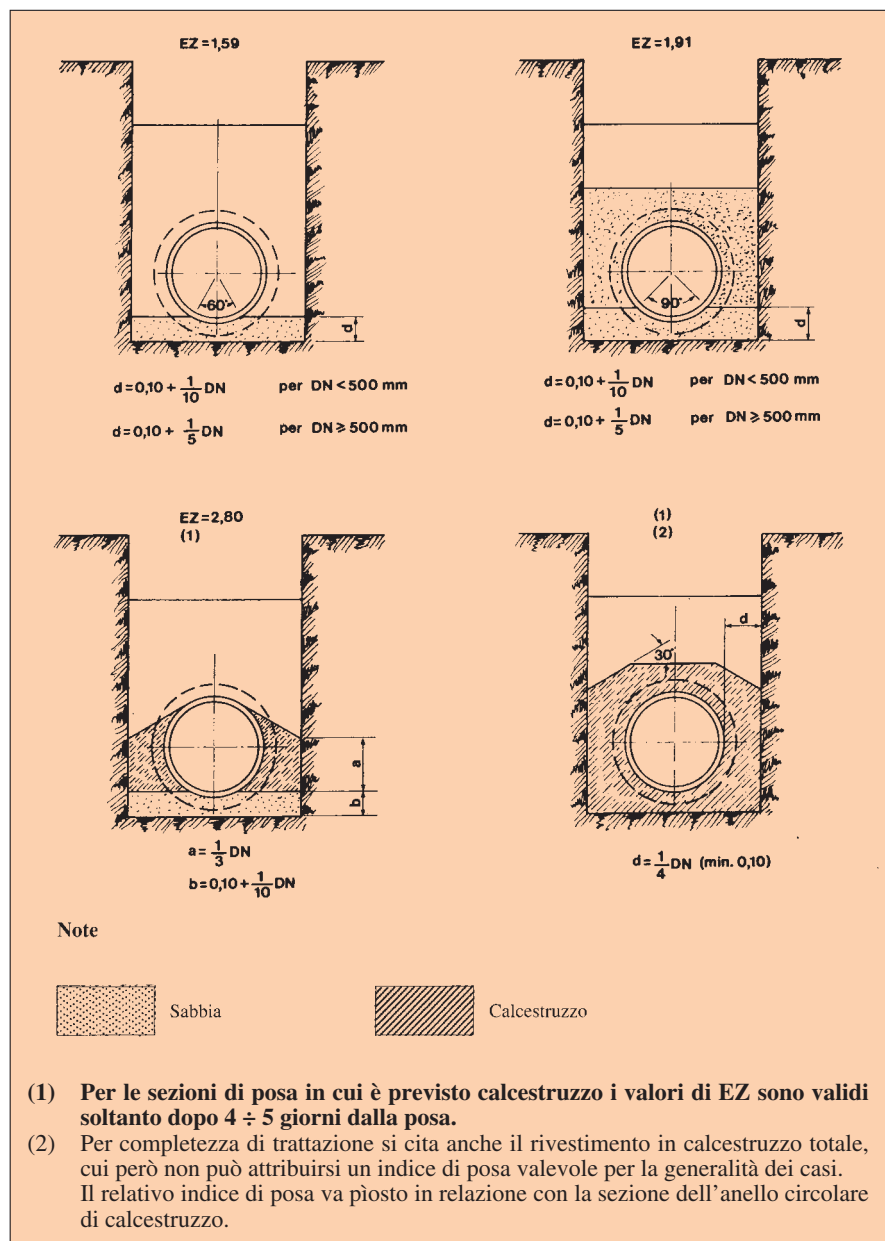
Carichi minimi di rottura a schiacciamento secondo UNI EN 295		
Diametro nominale (mm)	Classe di resistenza (KN/m ²)	Carico di rottura (KN/m)
150		28 40
200	160 200	32 40
250	160 240	40 60
300	160 240	48 72
350	120 160	42 56
400	120 160	48 64
500	120	60
600	95	57
700	L 95	60 67
800	L 95	60 76

Calcolato il carico gravante sulla condotta occorre verificare se il carico di rottura proprio della tubazione sia sufficiente a sopportare lo sforzo o, invece, se sia necessario ricorrere a pose/letti di appoggio che modifichino, migliorando, la capacità di resistenza meccanica del tubo. Le tubazioni rigide aumentano il proprio valore di resistenza meccanica in funzione di come si realizza il letto di appoggio.

L'incremento migliorativo chiamato normalmente indice di posa è ricavato in modo sperimentale ed è ripreso da tutte le trattazioni relative al calcolo statico delle condotte.

Il valore di EZ (indice di posa) esprime quindi l'incremento del carico di rottura di una tubazione dovuto a una specifica condizione di posa in opera. Nella figura n° 5 sono indicate le condizioni di posa ed i relativi indici di posa (EZ) previsti per le tubazioni in gres (11). Per tubazioni rigide quindi elevati valori di resistenza meccanica portano a condizioni di messa in opera di facile

realizzazione che non richiedono, per l'impresa esecutrice, oneri ed impegni particolari. Sotto il profilo statico la nuova normativa riguardante le tubazioni in gres ceramico (EN 295), ha determinato un deciso aumento dei valori di resistenza meccanica ispirandosi al concetto che una tubazione rigida è tanto più sicura quanto più è resistente dal punto di vista meccanico.



• **Figura 5** - Sezioni di posa.

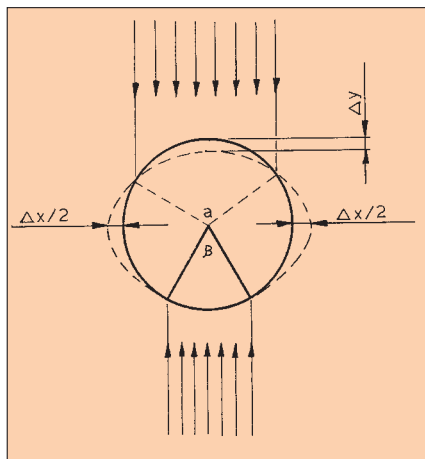
4.2.2. Aspetti statici per tubazioni flessibili (7) (8) (10)

Si definiscono elastiche le tubazioni che hanno un grado di deformabilità superiore a quella del terreno circostante. Appartengono a questa famiglia tutte le condotte in materiale plastico: PVC, PEAD, PRFV, PP.

Nel caso quindi di condotte elastiche la verifica non è di tipo statico bensì occorre valutare l'equilibrio esistente tra la deformabilità della tubazione ed il grado di supporto offerto dal terreno di rinterro.

Non si tratta quindi di effettuare un calcolo di verifica bensì di garantire, al momento della posa, una collaborazione da parte del terreno di rinfiacco. Questa collaborazione può essere misurata in funzione del valore di compattazione.

Rifacendosi alle formule di Spangler in "Raccomandazioni per il calcolo e l'installazione delle condotte di PVC nella costruzione di fognatura" (7) viene individuata, con riferimento alla fig. 6, la seguente espressione, pertanto:



• **Figura 6** - Deformazione di un tubo elastico sottoposto a carico.

$$\Delta x = \Delta y = \frac{0,125 \cdot T \cdot Q}{E} \cdot \left(\frac{s}{D} \right)^3 + 0,0915 \cdot \frac{E}{T}$$

dove:

Q = carico per unità di lunghezza (kg/m)

E = modulo di elasticità del materiale costituente il tubo

T = coefficiente che tiene conto della variazione nel tempo delle caratteristiche del materiale (per PVC viene raccomandato T=2)

I valori di E si possono calcolare in base all'espressione:

$$E = \frac{9 \cdot 10^4}{\alpha} (H + a) \quad (\text{kg/m}^2)$$

dove:

H = altezza del riempimento a partire dalle generatrici superiori del tubo (m)

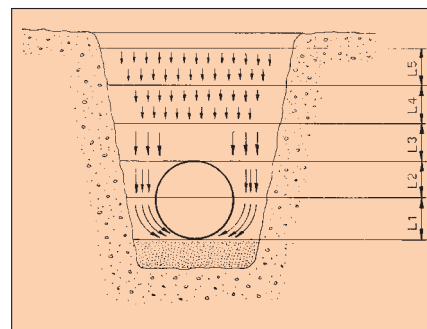
a = fattore dipendente dalla compattezza del rinfiacco del tubo. Esso appare collegato alla prova Proctor dalla seguente tabella

Relazione tra il risultato della prova Proctor ed il fattore a di compattazione del rinfiacco.

Prova Proctor	a
95%	1,0
90%	1,5
85%	1,5 ²
80%	1,5 ³
75%	1,5 ⁴

Come si può osservare, diminuendo il grado di compattazione, a parità di altre condizioni, aumenta notevolmente il valore di deformazione della tubazione. Per le tubazioni elastiche, ai fini dell'affidabilità dell'opera ed a differenza di quanto normalmente si ritiene, è di rilevante importanza la fase di po-

sa in opera. Con riferimento alla fig. 7 di seguito si riportano le raccomandazioni formulate (7) per la corretta posa di tubazioni in PVC.



• **Figura 7** - Modalità di posa/rinterro per tubazioni elastiche.

"Il riempimento della trincea ed in generale dello scavo è l'operazione fondamentale della posa in opera. Infatti, trattandosi di tubazioni di PVC e quindi flessibili, l'uniformità del terreno circostante è fondamentale per la corretta realizzazione di una struttura portante, in quanto il terreno, deformato dalla tubazione, reagisce in modo da contribuire a supportare il carico imposto. Il materiale già usato per la costituzione del letto (n.d.r. sabbia) verrà sistemato attorno al tubo e costipato a mano per formare strati successivi di 20-30 cm. fino alla mezziera del tubo, avendo la massima cura nel verificare che non rimangano zone vuote sotto al tubo e che il rinfiacco tra tubo e parete dello scavo sia continuo e compatto (strato L1). Durante tale operazione verranno recuperate le eventuali impalcature poste per il contenimento delle pareti dello scavo. Il secondo strato di rinfiacco L2 giungerà fino alla generatrice superiore del tubo. La sua compattazione dovrà essere eseguita sempre con la massima attenzione. Il terzo strato L3 giungerà ad una quota superiore per 15 cm. a quella della generatrice più alta del tubo. La compattazione avverrà solo lateralmente al tubo, mai sulla sua verticale. L'ulteriore riempimento (strati L4 ed L5) sarà effettuato con il materiale proveniente dallo scavo, depurato dagli elementi con diametro superiore a

10 cm. e dai frammenti vegetali ed animali. Gli elementi con diametro superiore a 2 cm., presenti in quantità superiore al 30%, devono essere eliminati, almeno per l'aliquota eccedente tale limite. Le terre difficilmente comprimibili: (torbose, argillose, ghiacciate) sono da scartare. Il riempimento va eseguito per strati successivi di spessore pari a 30 cm. che devono essere compattati ed eventualmente bagnati per lo spessore di 1 m. (misurato dalla generatrice superiore del tubo). L'indice di Proctor risultante deve essere superiore a quello previsto dal progettista."

Dal punto di vista pratico la verifica per la corretta posa di una condotta si effettua in base al rapporto (fig. 6)

$$\Delta x / D$$

detto rapporto esprime il limite di deformazione ammesso da un materiale. Nel caso del PVC la deformazione massima ammessa secondo UNI 7447 (per tipo 303/1 e 303/2) è 5%. Per tubazioni in PRFV la deformazione massima ammessa secondo UNI 9032 è:

da classe 1250 N/m ²	
fino a classe 5000 N/m ²	2%
da classe 5000 N/m ²	
fino a classe 10000 N/m ²	1%

La scelta di un materiale da condotta rigido rappresenta quindi un fattore di sicurezza per il progettista e per il direttore lavori nella misura in cui la tu-

bazione garantisce un elevato carico di rottura. Nel caso invece di tubazioni flessibili l'affidabilità dell'opera viene garantita al progettista /direttore lavori non tanto dalle caratteristiche intrinseche del tubo, ma esclusivamente dalle modalità di messa in opera. Come abbiamo visto la posa in opera di tubazioni elastiche richiede una compattazione a strati del terreno di appoggio e di rinfianco pari a circa 90÷95% del terreno allo stato naturale (valore di Proctor).

Tale metodologia di posa, se applicata correttamente, comporta un notevole impegno da parte delle imprese esecutrici ed un conseguente elevato onere economico. Un adeguato costipamento, infatti richiede elevati tempi di posa, personale specializzato e, in alcuni casi, attrezzature idonee (battitori, compattatori, ecc.).

Nella maggioranza dei casi le prescrizioni di messa in opera, se date, non vengono applicate. Conseguentemente le condotte posate si trovano in condizioni di precarietà già dal momento dell'installazione, con una negativa influenza sulla durata dell'intera opera.

Se la compattazione non viene effettuata si verifica, per schiacciamento, la deformazione della sezione oltre la misura ammessa (rapporto $\Delta x / D$). Questo fenomeno, rilevabile anche con ispezioni a mezzo telecamera comporta:

- creazione, sulle pareti del tubo, di zone soggette a tensione critica con possibilità di precoce rottura;
- variazione del regime idraulico per effetto dell'ovalizzazione della sezione;

- dispersione di liquame o emungimento di acqua di falda dai giunti di collegamento.

- Il fenomeno di ovalizzazione della tubazione è verificabile anche con ispezioni con telecamera eseguite all'interno della condotta già posta in opera (figure n° 8, 9 e 10)

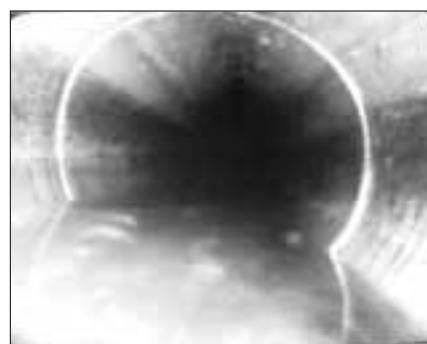
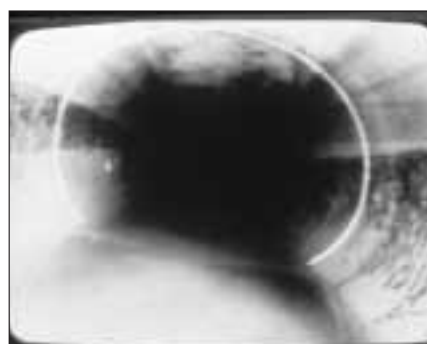
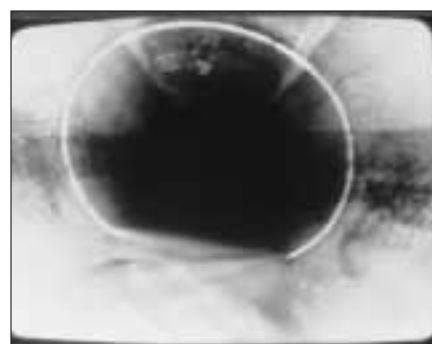
A questo proposito occorre ricordare che, nel caso in cui si sia avuta un'adeguata compattazione al momento della posa, per interventi successivi ed imprevedibili può avvenire un'alterazione del terreno circostante la condotta, interventi nel terreno per posizionamento/ripartizioni/adeguamento di altre linee di servizio, scavi e lavori per esecuzione di allacciamenti sul condotto.

4.2.3. Adattabilità della condotta ad assestamenti o movimenti del terreno di posa (4)

Nei terreni si possono verificare alcuni movimenti. Le cause che favoriscono questi fenomeni possono essere riassunte in:

- assestamenti derivanti dai lavori di scavo o posa della condotta;
- azioni sismiche;
- frane e smottamenti;
- movimenti periodici della falda freatica.

Il grado di affidabilità della condotta deve essere tale che, in occasione di questi movimenti di terreno, l'insieme delle tubazioni interessate non venga danneggiato, interrotto o rotto. Occorre che l'opera fognante nel suo



● Figura 8 - 9 - 10 Ispezioni con telecamera su tubo in PVC Ø 315 ovalizzato.

insieme sia in grado di rispondere a questo tipo di prestazione.

L'utilizzo di tubazioni in gres è ottimale in quanto:

- sono rigide, non si ovalizzano ed hanno elevata resistenza meccanica;
- hanno collegamenti che assicurano ampia possibilità di sfilamento o dissassamento;
- gli elementi sono di ridotte misure e sono quindi ottimali per seguire gli assestamenti ed i movimenti del terreno.

L'impiego di tubazioni in gres è particolarmente idoneo anche in presenza di terreni limosi e con acqua di falda molto alta.

In queste situazioni è comunque consigliato risanare il fondo dello scavo con la formazione di drenaggi che consentano lo scorrere della falda senza provocare l'alterazione del terreno in cui è alloggiata la condotta.

Queste opere di protezione e risanamento, che normalmente si realizzano con la stesura di un fondo di ghiaietto, sono consigliate per l'impiego di tubazioni rigide ma sono indispensabili e più onerose per l'installazione di condotte elastiche.

5. Le alternative alle tubazioni in gres

Il gres ceramico ha costituito ed ancora oggi rappresenta un sicuro riferimento per gli ingegneri e gli operatori del settore fognature.

Si sono comunque sviluppati in Europa e nel mondo materiali e soluzioni alternative che, in modo differente per i vari paesi, hanno trovato spazio e occupato quote di utilizzo.

Le principali alternative che oggi si contrappongono alle tubazioni in gres nel settore delle acque di scarico sono suddivisibili in 3 grandi famiglie:

materiali cementizi

Comprendono sia tubazioni in cemento armato e non, sia condotte a base ce-

mentizia e con rinforzo in fibre (prima amianto, ora fibre alternative).

Il principale difetto di questa tipologia di materiali è costituito dalla scarsa resistenza all'aggressione chimica ed alla abrasione.

materiali plastici

Comprendono una vasta gamma di materiali organici (PVC, Polietilene, PRFV, ecc.), molto apprezzati per la leggerezza e l'economicità.

Di contro richiedono un'accurata posa in opera da realizzarsi attraverso una meticolosa compattazione del terreno di posa, da attuare per evitare l'eccessiva ovalizzazione ed il conseguente collasso del materiale. Presentano inoltre problemi di scarsa inerzia chimica e di sensibilità al calore.

Infine, per le tubazioni plastiche, si stanno evidenziando problemi di compatibilità ambientale riferiti alla pericolosità per la produzione di materia prima ed allo smaltimento dei rifiuti riguardanti prodotti non più utilizzabili.

materiali ferrosi

Scarsamente impiegati in fognature funzionanti a pelo libero (non in pressione), presentano il principale difetto nella sensibilità alla corrosione chimica.

Di contro trovano un largo e soddisfacente impiego per il trasporto di acqua in pressione per acquedottistica ed irrigazione.

6. La norma europea EN 295 ⁽⁹⁾

Il largo e diffuso impiego di tubazioni in gres a livello europeo nelle opere di raccolta ed allontanamento delle acque di scarico ha indotto i responsabili dell'unificazione normativa europea (CEN) a dare priorità, nel campo delle condotte, ai prodotti in gres ceramico.

Da questo input e dell'impegno dei vari delegati e membri che hanno operato nell'ambito del Gruppo di lavoro n. 2

(WG2), Comitato Tecnico 165 (TC 165) della Commissione Europea di normalizzazione (CEN), è nata la norma EN 295.

La norma EN 295 rappresenta un importante passo nell'ambito dell'unificazione europea, attuata dal CEN, per i componenti edilizi.

In particolare la EN 295 è la prima, e per il momento unica, normativa realizzata per i materiali da condotta.

La EN 295, dopo una fase di studio, elaborazione e verifica durata 4 anni, è stata approvata dal CEN di Bruxelles nell'ottobre 1991.

La norma EN 295 "Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta di liquami" è suddivisa in tre parti:

parte 1 - Prescrizioni

parte 2 - Controllo della qualità

parte 3 - Metodi di prova.

6.1. EN 295 - parte 1 "prescrizioni"

Fissa gli aspetti dimensionali, le tolleranze ed i requisiti funzionali per le tubazioni e gli elementi complementari in gres e per i relativi sistemi di giunzione.

Misure di accoppiamento

Per quanto concerne le misure è stato sancito, a parità di diametro e per la medesima classe di resistenza meccanica, il concetto dell'intercambiabilità delle varie produzioni europee.

Allo scopo di rendere possibile l'attuazione del principio dell'intercambiabilità sono state fissate alcune misure fondamentali che consentono l'accoppiamento dei tubi lasciando la possibilità di adeguamento per le differenti produzioni.

Si è ottenuto in pratica l'importante risultato di avere misure intercambiabili per tubazioni di differente produzione ma di uguale diametro e classe di resistenza.

Tolleranze dimensionali

Sono specificati i limiti massimi dimensionali riferiti a:

- rettangolarità delle estremità (parte 1, punto 2.4)
- continuità della linea di fondo (parte 1, punto 3.5)
- rettilineità (parte 1, punto 2.6)

Vengono anche indicati:

- le lunghezze delle tubazioni e le tolleranze (parte 1, punto 2.5);
- l'angolo di curvatura e le tolleranze per le curve (parte 1, punto 2.7);
- l'angolo di diramazione e le tolleranze per i raccordi (parte 1, punto 2.8)

In generale si può affermare che con i requisiti della EN 295 si ottiene una maggiore precisione dei manufatti che va a vantaggio degli utilizzatori.

Resistenza meccanica allo schiacciamento (parte 1, punto 2.9)

I diametri vengono suddivisi in due famiglie:

- per DN 100 e 150 si indicano valori di carico minimo di rottura.
- per diametri superiori viene introdotto il concetto di classe di resistenza espressa in kN/m^2 (vedi tabella n° 4).

Nell'ambito della normativa viene lasciata la possibilità di produrre tubazioni con carichi di rottura più elevati rispetto ai valori fissati.

Sotto il profilo statico la norma realizza un deciso incremento dei valori di resistenza meccanica ispirandosi al concetto che una tubazione rigida è tanto più sicura quanto più è resistente dal punto di vista meccanico.

Tenuta all'acqua (parte 1, punto 2.1.4.)

Viene fissato il valore di aggiunta d'acqua in 15 minuti per tubi soggetti ad una pressione di 50 K Pa (0,5 bar). Il limite viene fissato in $0,07 \text{ l/m}^2$ di superficie interna.

Altri limiti di accettazione per tubazioni ed elementi complementari.

Nel contesto della norma vengono individuati valori per:

- resistenza al momento flettente (parte 1, punto 2.11)
- aderenza degli adesivi eventualmente impiegati per unire gli elementi
- complementari dopo la cottura (parte 1, punto 2.12)
- resistenza agli agenti chimici (parte 1, punto 2.13)
- rugosità della parete (parte 1, punto 2.16)
- resistenza all'abrasione (parte 1, punto 2.17)

Sistemi di giunzione (parte 1, punto 3)

Questo è un capitolo molto importante della parte prima della EN 295 in quanto vengono individuate le caratteristiche funzionali e le tipologie dei sistemi di giunzione.

Nel contesto della norma si recepiscono sistemi di collegamento oggi attuati in Europa.

- guarnizioni ad anello di gomma (parte 1, punto 3.1.1)
- elementi di tenuta in poliuretano (parte 1, punto 3.1.2)
- giunti a manicotto in polietilene (parte 1, punto 3.1.3)

Per queste tipologie di giunzione vengono individuati i riferimenti normativi esistenti e le caratteristiche delle materie prime impiegate.

Esiste poi un paragrafo (parte 1, punto 3.1.5) che lascia aperta la ricerca e l'innovazione prevedendo la possibilità d'impiego di altri materiali o sistemi di giunzione.

Vengono infine individuati i limiti funzionali a cui devono corrispondere tutti i sistemi di giunzione vedi paragrafo 4.1.4 "tenuta idraulica".

6.2. EN 295 - parte 2 "Controllo della qualità"

Nella parte 2ª si ha invece un approccio al sistema di qualità molto profondo. Vengono infatti indicate le "esigenze a cui devono conformarsi i controlli in-

terni della qualità nello stabilimento di produzione, e le verifiche ed ispezioni effettuate da enti dipendenti".

Allo scopo di garantire che i manufatti prodotti in un ciclo produttivo siano conformi ai requisiti imposti nella parte 1ª, vengono individuati quali controlli fare e con quale frequenza.

Viene richiesto inoltre che il sistema di controllo qualitativo interno sia conforme alla normativa EN 29002.

Viene quindi individuato uno schema di controllo qualità da applicare nel sistema produttivo.

La norma non è mirata solo a controllare i requisiti del prodotto, ma anche a verificare il ciclo produttivo in cui il manufatto viene realizzato.

È un primo passo finalizzato a operare in una logica di "sistema di assicurazione qualità" a cui, a livello europeo, ci si sta orientando.

6.3. EN 295 - parte 3 "metodi di prova"

La parte terza specifica nel dettaglio le metodologie e le attrezzature da utilizzarsi per l'esecuzione dei test.

Nella prima parte sono quindi indicati i limiti di accettazione del prodotto, mentre nella parte terza sono specificati ed unificati i metodi di verifica delle caratteristiche.

Il lavoro eseguito è stato quello di adeguare ed uniformare in modo chiaro ed inequivocabile metodologie di collaudi abbastanza simili.



7. Conclusioni

La necessità di realizzare condotte fognarie ad elevata resistenza meccanica ed inerti alle sollecitazioni indotte dall'interazione tubo-fluido trasportato, pone al progettista il problema di attuare scelte accurate ed idonee.

L'aumento del carico inquinante trasportato, la richiesta di assicurare idoneità di funzionamento, l'inderogabile bisogno di garantire condotte imper-

meabili, sono un ulteriore motivo di riflessione per la scelta del materiale da condotta. Nei capitoli precedenti sono state analizzate le origini, le caratteristiche tecniche e le valutazioni relative all'impiego di tubazioni in gres nelle opere di fognatura.

Si sono inoltre evidenziati i progressi attuati negli ultimi anni nel settore normativo. È stato uno sforzo tecnologico e di ricerca non indifferente che ha consentito la realizzazione di prodotti di elevate caratteristiche, durevoli nel tempo, economici e funzionali.

Anche oggi, come nel passato, la tubazione in gres rappresenta una soluzione sicura, durevole ed economica, sia per le caratteristiche tecnico/economiche, sia se confrontata con le alternative offerte dal mercato.

8. Bibliografia

- 1 G. Iannelli "Differenziazione di rischi di risposta dei materiali lapidei nello sviluppo delle reti di fognatura. Criteri di scelta per l'uniformità di comportamento e durata" Feugres - Firenze 1980
- 2 V. Barberis, G. Calenda "Considerazioni sui materiali da condotta per fognatura" Ingegneria Sanitaria n° 3 - 1975
- 3 R. D. Pomeroy "Il problema dell'idrogeno solforato nei canali di fognatura" Feugres pubblicazione n° 8 anno 1980
- 4 M. Salvi "Caratteristiche e modalità di impiego per prodotti in gres ceramico" Gres Econews n°1 - ottobre 1990
- 5 H. J. Dallwing Università di Darmstadt "Nuove ricerche sull'abrasione dei tubi"
- 6 G. Iannelli, R. Iannelli "Comportamento statico e criteri di posa per tubazioni in gres ceramici" 1983
- 7 Istituto Italiano dei Plastici "Raccomandazioni per il calcolo e l'installazione di condotte di PVC rigido nella costruzione di fognature e di scarichi industriali interrati" pubblicazione n° 3 (1984)
- 8 G. Iannelli, R. Iannelli "Il comportamento delle tubazioni per vari tipi di posa" Seleplast n°12 1989
- 9 UNI EN 295 "Tubi ed elementi complementari di gres e relativi sistemi di giunzione, destinati alla realizzazione di impianti di raccolta di liquidi ". parte 1 - Prescrizioni; parte 2 - Controllo della qualità; parte 3 - Metodi di prova.
- 10 M. Salvi, R. Spotti "Confronto sulle modalità e sulle problematiche di posa in opera di tubazioni rigide ed elastiche" Convegno sui deflussi urbani Università di Ancona 1992
- 11 M. Merli, G. Marchi, S. Bianchi, F. Agabiti "Procedure per il dimensionamento statico delle tubazioni in gres"



dr. arch. Marco Guido Salvi
Dirigente Società del Gres ing. Sala s.p.a. - Bergamo

Relazione presentata a:
 8° CIMITEC
 Congresso Mondiale della Ceramica
 Firenze, 28 giugno -1 luglio 1994