



COMUNE DI TERMOLI
Provincia di Campobasso

P.A.R. 2007-2013

PROGETTO DEFINITIVO/ESECUTIVO

N. elaborato: A1.3.2	Lavori di: OTTIMIZZAZIONE RETE IDRICA	
Data: 29/10/2015	Elaborato: Relazione di calcolo Verifica statica condotta	
SCALA: -	Committente: AMMINISTRAZIONE COMUNALE Via Sannitica n. 5 86039 - Termoli (CB)	Estremi approvazione:
<u>ING. MARCO MANES</u> Via Calvario n. 56 - 86037 Palata (CB) C.so Umberto I° n. 30 - 86039 Termoli (CB) mob. 339 5689147 - fax 0875 911313 marcomanes@gmail.com marcomanes@pec.it		Progettazione: <i>Ing. Marco MANES</i> _____

INDICE

PREMESSA	2
VERIFICA STATICA TUBAZIONI INTERRATE - CALCOLO DELLA DEFORMAZIONE DIAMETRALE.....	2
CALCOLO DEL CARICO ESTERNO	2
CARICO DEL TERRENO	3
CARICO MOBILE	4
CARICO DI FALDA	5
CALCOLO DELLE INTERAZIONE TUBO / TERRENO.....	5
RISULTATI DI CALCOLO	6

PREMESSA

La presente relazione mira all'esecuzione della verifica strutturale delle condotte che costituiranno la rete di distribuzione di che trattasi. La sezione in corrispondenza della quale viene eseguita la verifica è la n. 44 in corrispondenza della quale l'estradosso superiore della condotta (generatrice superiore) è posto a distanza di 0,84 m dal piano campagna (distanza minima dell'intera rete).

VERIFICA STATICA TUBAZIONI INTERRATE - CALCOLO DELLA DEFORMAZIONE DIAMETRALE

Lo scopo del calcolo statico applicato alle tubazioni interrate in resina (PE) oggetto della presente relazione, è quello di determinare la deformazione diametrale a breve e medio termine, di un tubo flessibile interrato soggetto a carichi esterni quali il peso del terreno, i carichi mobili derivanti da traffico e la presenza di falda.

L'esperienza fissa i valori ammessi per le deformazioni che devono essere a **breve termine inferiori al 2,5% e, a lungo termine inferiori al 5%**.

Nelle tubazioni destinate al trasporto in pressione di fluidi i carichi esterni sono compensati ampiamente dalle sollecitazioni di segno opposto derivanti dalla pressione idrostatica interna, è intuitivo che il calcolo statico abbia quindi significato per le tubazioni destinate alla fognature a pelo libero dove il riempimento del tubo è sempre parziale, o per le tubazioni interrate destinate al trasporto di fluidi in pressione che possono temporaneamente trovarsi non in esercizio (in assenza di pressione interna) o svuotarsi.

CALCOLO DEL CARICO ESTERNO

Il carico esterno q per unità di superficie (espresso in kg/m^2) è dato dalla somma dei contributi:

q_t - carico del terreno

q_m - carichi mobili (traffico)

q_f - carico di falda

Il carico esterno Q per unità di lunghezza (espresso in kg/m) è dato $q \cdot D_e$ dove D_e è il diametro esterno nominale della tubazione espresso in m.

Per la trincea sono definiti i parametri:

B = larghezza della trincea in metri ovvero distanza delle pareti della trincea in corrispondenza della generatrice superiore del tubo;

H = profondità dell'interro ovvero la distanza fra la generatrice superiore del tubo e il piano di calpestio.

Carico del terreno

1 - Trincea stretta dove si verifica $B \leq 3D_e$ $B \leq H/2$

Il carico del terreno q_{t1} è dato dalla formula:

$$q_{t1} = C \cdot \gamma \cdot B \quad \text{con} \quad (a)$$

$$C = (1 - e^{-2 \cdot K \cdot \text{tg} \theta \cdot H/B}) / 2 \cdot K \cdot \text{tg} \theta$$

$$K = \text{tg}^2(\pi/4 - \phi/2)$$

dove:

γ = peso specifico del terreno [kg/m^3]

θ = angolo di attrito tra materiale di riempimento e pareti della trincea

ϕ = angolo di attrito interno del materiale di riempimento

Si assumono i valori:

Tipo di terreno di riempimento	Peso specifico [kg/m^3]
Terreni asciutti e ghiaia	1800
Terreno bagnato, argille limose	2000
Terreno sabbioso, sabbia argillosa	1900

ϕ (°)	k
32	0.307
38	0.238
34	0.283

θ (°)	tg θ
35	0.726
30	0.577
33	0.649

2 - Trincea infinita o terrapieno $B \leq 10De$ $B \leq H/2$

Il carico è dato dall'espressione (a) dove C assume il valore costante di 1.

Carico mobile

Per la determinazione del contributo del carico da traffico è usata l'espressione:

$$q_m = 3/2\pi * P * \varphi / (H + De/2)^2$$

dove :

De = diametro esterno nominale della tubazione [m]

H = altezza del riempimento misurato dalla generatrice superiore del tubo [m];

φ = coefficiente correttivo pari a

1 + 0,3/H per i soli mezzi stradali,

1 + 0,3/H per i soli mezzi ferroviari nel caso il tubo non sia incamiciato da un tubo di

acciaio così come previsto dalle normative di legge vigenti.

P = 3000 kg per Tipo traffico Agricolo (autovetture e autocarri di cantiere),

6000 kg per Tipo traffico Medio (autovetture e autocarri leggeri),

10000 kg per Tipo traffico Pesante (autovetture e autotreni pesanti).

Carico di falda

Per la determinazione del carico di falda (eventuale), è usata l'espressione:

$$q_f = \gamma_{H_2O} * (H - H_1 + De/2)$$

dove:

γ_{H_2O} = peso specifico dell'acqua di falda [kg/m³] che per semplicità si assume uguale a 1;

H = altezza del riempimento misurato dalla generatrice superiore del tubo [m];

H₁ = altezza del riempimento misurato a partire dal livello dell'acqua di falda [m];

De = diametro nominale esterno della tubazione [m].

CALCOLO DELLE INTERAZIONE TUBO / TERRENO

Il metodo adottato per la determinazione delle interazioni tubo terreno è quello di **Spangler**.

Si assume per semplicità che il carico sovrastante sia distribuito sull'intera semisezione, siamo nel caso di tubi lisci e al tempo **t=0** la formula di Sapngler applicata è:

$$\Delta_x = \Delta y = (0.125 * Q) / (E * (s/De)^3 + 0.0915 * E_1)$$

dove :

$\Delta_x = \Delta y$ = deformazione diametrale, differenza tra il diametro del tubo a riposo e il diametro dopo la deformazione;

Q = carico complessivo [kg/m] derivante dai contributi peso del terreno, traffico ed eventuale falda;

E = modulo di elasticità del tubo (PE o PVC-U) [kg/m²];

s = spessore della tubazione, nel caso di pareti struttura è lo spessore equivalente [m];

De = diametro esterno della tubazione [m];

E₁ = modulo di elasticità del terreno [kg/m²].

Il modulo di elasticità del terreno cui è proporzionata la contropinta del terreno stesso sulle pareti laterali della tubazione è dato dalla espressione:

$$E_1 = (9 * 10^4) * (H + 4) / \alpha'$$

dove:

α' = fattore numerico che dipende dalla compattazione (vedi tab. seguente)

H = altezza del riempimento a partire dalla generatrice superiore del tubo [m].

Per la determinazione della deformazione diamtrale a lungo termine si utilizza la stessa formula introducendo un fattore correttivo T:

$$\Delta_x = \Delta y = (0.125 * T * Q) / ((E/T) * (s/De)^3 + 0.0915 * E_1)$$

dove :

T = 2 (valore raccomandato)

Compattazione Proctor %	α'
95	1.0
90	1.5
85	1.5 ²
80	1.5 ³
75	1.2 ⁴

Per il calcolo della deformazione percentuale è applicata la formula:

$$\text{Def}\% = (\Delta_x / De) * 100$$

RISULTATI DI CALCOLO

Come è possibile osservare dalla seguente tabella di calcolo, applicando il metodo sopra descritto si ottiene una deformazione a **breve termine** massima del **1,76%** ed a **lungo termine** massima del **4,47%**. Come riportato in precedenza l'esperienza fissa i valori ammessi per le deformazioni che devono essere a **breve termine inferiori al 2,5% e, a lungo termine inferiori al 5%**.

Pertanto la verifica è soddisfatta.

E' il caso di sottolineare che per ottenere materialmente il risultato di calcolo, occorre che in fase realizzativa sia verificata l'effettiva compattazione del materiale di riempimento dello scavo almeno sino ad un grado pari all' 85% della prova Proctor.

Condotta Materiale <input type="text" value="PE"/> Diametro [mm] <input type="text" value="110.00"/> Spessore [mm] <input type="text" value="6.60"/>		Prodotti commerciali Linea prodotti <input type="text" value="PE100 UNI EN 12201"/> <table border="1"> <thead> <tr> <th>Diametro</th> <th>Spessore</th> <th>PN</th> <th>SDR</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td>75.00</td><td>4.50</td><td>10.00</td><td>17.00</td></tr> <tr><td>75.00</td><td>6.80</td><td>16.00</td><td>11.00</td></tr> <tr><td>75.00</td><td>10.30</td><td>25.00</td><td>7.40</td></tr> <tr><td>90.00</td><td>5.40</td><td>10.00</td><td>17.00</td></tr> <tr><td>90.00</td><td>8.20</td><td>16.00</td><td>11.00</td></tr> <tr><td>90.00</td><td>12.30</td><td>25.00</td><td>7.40</td></tr> <tr><td>110.00</td><td>6.60</td><td>10.00</td><td>17.00</td></tr> <tr><td>110.00</td><td>10.00</td><td>16.00</td><td>11.00</td></tr> <tr><td>110.00</td><td>15.10</td><td>25.00</td><td>7.40</td></tr> <tr><td>125.00</td><td>7.40</td><td>10.00</td><td>17.00</td></tr> </tbody> </table>		Diametro	Spessore	PN	SDR	75.00	4.50	10.00	17.00	75.00	6.80	16.00	11.00	75.00	10.30	25.00	7.40	90.00	5.40	10.00	17.00	90.00	8.20	16.00	11.00	90.00	12.30	25.00	7.40	110.00	6.60	10.00	17.00	110.00	10.00	16.00	11.00	110.00	15.10	25.00	7.40	125.00	7.40	10.00	17.00
Diametro	Spessore	PN	SDR																																												
75.00	4.50	10.00	17.00																																												
75.00	6.80	16.00	11.00																																												
75.00	10.30	25.00	7.40																																												
90.00	5.40	10.00	17.00																																												
90.00	8.20	16.00	11.00																																												
90.00	12.30	25.00	7.40																																												
110.00	6.60	10.00	17.00																																												
110.00	10.00	16.00	11.00																																												
110.00	15.10	25.00	7.40																																												
125.00	7.40	10.00	17.00																																												
Trincea Riempimento <input type="text" value="Terreni asciutti e gl"/> Larghezza [mm] <input type="text" value="800"/> Altezza min [mm] <input type="text" value="830"/> Altezza max [mm] <input type="text" value="2390"/>																																															
Posa Compattazione <input type="text" value="90% Proctor-Sabbia o ghiaia (>=10cm), reinterro compattato sino gen. Tubo"/>																																															
Falda <i>(input facoltativo)</i> Altezza [m] <input type="text" value=""/> Peso specifico [kg/m³] <input type="text" value="1000"/>		Traffico Carico <input type="text" value="Medio"/> Tipo <input type="text" value="Stradale"/>																																													
Risultati breve periodo Altezza min [%] <input type="text" value="1.76"/> Altezza max [%] <input type="text" value="0.47"/>		Risultati lungo periodo Altezza min [%] <input type="text" value="4.47"/> Altezza max [%] <input type="text" value="1.13"/>																																													

IL TECNICO

ing. Marco MANES