



TUBOSIDER
GRUPPO RUSCALLA



S e r b a t o i e v a s c h e d i l a m i n a z i o n e

Chi siamo

Tubosider nasce dall'intuizione di Delio Ruscalla che, nel 1964, decide di attrezzare un piccolo stabilimento a Mongardino d'Asti per la costruzione di **condotte metalliche**. Il prodotto ha successo immediato. Delio Ruscalla creerà in breve tempo un'azienda in grado di primeggiare a livello internazionale. Nel 1970 nasce la nuova linea di produzione per le **barriere stradali di sicurezza**. Negli anni '90 l'attività si amplia con altri **manufatti destinati alla difesa dalla caduta di massi e valanghe, al rivestimento di gallerie, alla protezione dal rumore, alla raccolta ed al trattamento dell'acqua. Paramassi e paravalanghe** Tubosider sono presenti ovunque nel mondo: dall'Europa all'Australia, da Hong Kong al Cile, sino all'estremità antartiche dell'Argentina. **Pannelli Tubosider rivestono i più importanti trafori internazionali e italiani**, quali il Frejus, il Gran S. Bernardo, il Monte Bianco, ed esteri, il tunnel sottomarino di Oresund, che collega la Svezia alla Danimarca. **Barriere antirumore, gallerie artificiali fonoassorbenti** Tubosider sono installate sulle principali strade e ferrovie nazionali e straniere. **I serbatoi in lamiera ondulata** Tubosider trovano ampio impiego in Gran Bretagna e Francia per impianti antincendio e nelle reti fognarie, quali vasche volano e di raccolta delle acque di prima pioggia. Azienda in continua espansione, ricerca tecnologica, ideazione e progettazione di nuovi e diversificati prodotti: così Tubosider concretizza il sogno del suo fondatore.

Qualità

Tubosider sin dall'inizio della sua attività ha scelto di produrre manufatti tecnicamente perfetti, duraturi ed economicamente competitivi. Lo scopo è stato raggiunto grazie a due strategie di lavoro complementari: una raffinata progettazione tecnica unita ad un Sistema Gestione Qualità in grado di coinvolgere la totalità dei vari settori aziendali, ognuno per le proprie specifiche competenze. Il Sistema Gestione Qualità voluto da Tubosider e impostato in conformità alle vigenti norme EN ISO 9001:2000, ha ottenuto la certificazione dall'Ente Lloyd's Register Quality Assurance già dall'anno 1994. La completa conformità del Sistema Gestione Qualità alle norme internazionali è garanzia che Tubosider opera sempre in regime di Qualità Totale: dalle prime fasi di progettazione e sviluppo, sino alla produzione, spedizione ed installazione dei prodotti finiti. La scelta produttiva di seguire procedure ed istruzioni ben definite e precise consente all'Azienda di mantenere un livello qualitativo elevato e costante nell'arco dell'intera attività e nei prodotti finali.



TEST E CERTIFICAZIONI

I prodotti Tubosider sono consegnati ai committenti soltanto dopo aver superato tutti i controlli previsti ed essere risultati pienamente rispondenti alle precise indicazioni della documentazione contrattuale. È l'impegno di un'azienda che ha voluto sempre garantire l'intera sua produzione ben oltre le richieste delle norme vigenti. Tutti i manufatti Tubosider seguono infatti un ciclo di fabbricazione che prevede, in ciascuna delle varie fasi produttive, i controlli specifici atti a verificarne le caratteristiche principali. I prodotti finiti vengono sottoposti ad ulteriori prove sul campo conformemente alle richieste delle normative ufficiali. Tali verifiche, effettuate in occasione di test per l'omologazione dei prodotti, sono firmate da laboratori di Università e Politecnici o da Enti Ufficiali accreditati alle verifiche. La qualità Tubosider è rigorosamente certificata dalla Dichiarazione di Conformità ufficiale.

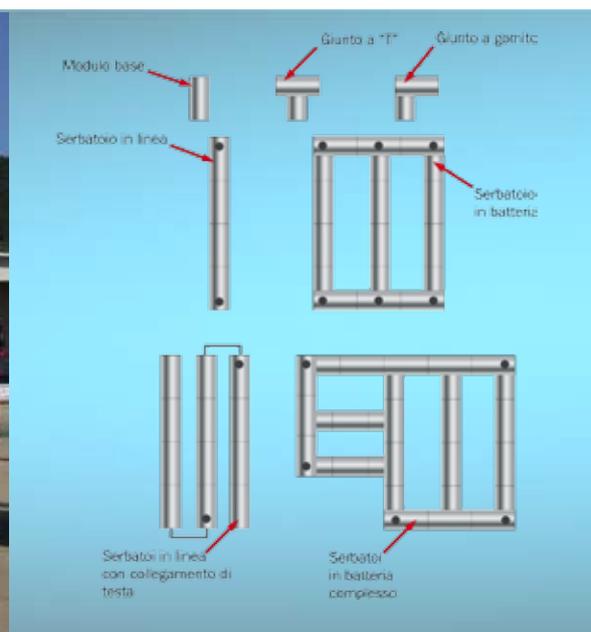
OMOLOGAZIONE PRODOTTI

Una consolidata vocazione internazionale pone Tubosider fra le primissime Aziende del mondo che possono vantare l'omologazione ottenuta, o in via di ottenimento, per tutte quelle fasce di produzione in cui è essa richiesta. Il costante adeguamento di ogni prodotto alle molteplici normative di sicurezza, sempre più restrittive ed in continuo mutamento, richiede all'azienda un grande impegno di energie, di ricerca e di capitali. L'alta qualità di tutti i manufatti Tubosider ha oggi il riconoscimento delle stesse società concorrenti: un premio di cui siamo particolarmente fieri.

Descrizione del prodotto Spirel®.

I cambiamenti climatici e l'inarrestabile antropizzazione del territorio, l'incremento del traffico dovuto al transito delle merci e delle persone sono la causa di numerosi episodi di dissesto idrogeologico dovuto all'irruenza dell'azione dell'acqua non più regimentabile nei corsi naturali e nelle reti artificiali per lei predisposte. Certamente tali fenomeni sono ulteriormente amplificati da sistemi fognari a volte, vecchi, sottodimensionati, inefficienti. Parallelamente i dissesti idrogeologici si accompagnano in molti casi a fenomeni di inquinamento ambientale in quanto le quantità di acqua legate agli eventi straordinari, avendo portate superiori a quelle trattabili dai normali impianti di depurazione sono costrette a bypassare tali impianti e a riversare gli agenti inquinanti raccolti durante il percorso nei loro naturali ricettori. Dunque l'esigenza di perfezionare le tecniche di raccolta, trattamento, depurazione e riuso delle acque appare più che mai attuale e necessaria. In questo contesto, trovano ampi campi di applicazione manufatti con funzione di vaso provvisorio della acque, quali i serbatoi. Tubosider realizza serbatoi in acciaio ondulato esplicitamente ideati per applicazioni interraste: gli SPIREL®. Sono impiegati ovunque si presenti la necessità di accumulare acqua:

- 1 Serbatoi di accumulo per il trattamento delle acque di prima pioggia;
- 2 Serbatoi per la laminazione delle acque meteoriche - vasche volano -;
- 3 Serbatoi di accumulo per alimentazione idrica di impianti antincendio;
- 4 Serbatoi di accumulo per il recupero e riutilizzo acque piovane;
- 5 Tubazioni per la canalizzazione delle acque.



I serbatoi Spirel® sono prodotti con coils in acciaio tipo S250GD zincato a caldo in continuo conforme alla norma UNI EN 10346:2009.

Tali manufatti hanno forma circolare, sono modulari, garantiscono una perfetta tenuta stagna e possono avere:

- **diametri variabili da 1,20 mt a 3 mt;**
- **lunghezza variabile da 4 mt ad un massimo di 15 mt**

E' possibile comunque produrre tubazioni di lunghezza virtualmente infinita; oltre la lunghezza consigliata di 15 mt i serbatoi vengono uniti mediante un sistema di tubazioni flangiate, in grado di assorbire eventuali piccoli movimenti tra gli stessi o del terreno, o in alternativa con apposito collare in acciaio interno ed esterno completo di guarnizioni.

Gli allacciamenti sono predisposti in corrispondenza delle pareti di testa dei serbatoi e possono comprendere prese d'ingresso e d'uscita, troppopieno e innesti di collegamento.

Accessori quali pozzetti d'ispezione e scale d'accesso, cassoni per l'accumulo di sedimenti, bocche a vortice e sistemi di filtraggio, impianti di pompaggio completano il prodotto e possono essere applicati con la massima flessibilità, assecondando qualsiasi tipo di esigenza.

I serbatoi sono facilmente assemblabili e predisposti per consentire qualsiasi tipo di allacciamento.

E' così possibile disporre di impianti di qualsiasi estensione e capacità:

- in linea, serbatoi disposti su una o più file,
- in batteria, serbatoi disposti su più file e aggregati tra di loro.

Sistemi di assemblaggio, semplici ed aggregati

Altri indiscussi vantaggi di questo tipo di prodotto sono:

- la facilità di lavorazione: il prodotto si presta a qualsiasi tipo di situazione;
- leggerezza e trasportabilità;
- tempi di consegna contenuti;
- operazioni di assemblaggio semplici e rapide.
- perfetta carrabilità delle superfici soprastanti i serbatoi.

Caratteristiche dimensionali

Diametro mt	Spessore mm	Lunghezza mt			Volume totale mc		
		Minimo	Max (in sagoma)	Max *			
1,20	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	15,50	4,50	14,50	17,50
1,50	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	15,50	7,00	22,50	27,00
1,80	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	15,50	10,00	33,00	39,00
2,00	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	15,50	12,50	40,50	48,50
2,20	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	15,50	15,00	49,00	58,50
2,40	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	15,50	18,00	58,50	70,00
2,60 *	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	15,50	21,00	68,50	82,00
2,80 *	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	15,50	24,50	80,00	95,00
3,00 **	2,00 - 2,50 - 3,00	4,00	13,00	16,50	28,00	91,50	116,50

NOTA: è inoltre possibile realizzare serbatoi / tubazioni con diametri e lunghezze intermedie a seconda delle esigenze.

Per la realizzazione di invasi con volumetrie maggiori di quelle indicate, è possibile predisporre moduli in linea o in batteria opportunamente collegati mediante tubazioni flangiate o collari di giunzione imbullonati.

* Trasporto fuori sagoma.

** Trasporto fuori sagoma con mezzi dotati di scorta tecnica.



Serbatoi di accumulo per il trattam

Indagini svolte in tutto il mondo (principalmente negli USA) sulle caratteristiche qualitative delle acque di drenaggio urbano, hanno evidenziato come quelle di prima pioggia siano certamente le più insidiose, in quanto, dilavano superfici asciutte e altamente inquinate, senza il beneficio di una opportuna diluizione.

Tali acque, oltre ad avere un impatto negativo sui ricettori finali, quali fiumi, mari e laghi, hanno anche un impatto deleterio sugli impianti di depurazione, impreparati a ricevere elevati carichi quali-quantitativi d'inquinante. Solo di recente, la normativa nazionale ha cominciato a prestare la dovuta attenzione alle acque di prima pioggia (L.152/99 e D.L. 258/00) demandando alle regioni la disciplina dei casi in cui deve essere richiesto il trattamento. Il Piemonte e l'Emilia Romagna sono entrate nel merito dell'argomento emanando specifici regolamenti, ed altre Regioni sono in fase di studio dovendosi comunque esprimere su questo importante argomento.

Il più autorevole provvedimento in materia è quello promulgato dalla regione Lombardia che con la L.R. 62 del 27 maggio 1985 che arriva a distinguere le acque meteoriche da quelle di prima pioggia definite come: **quelle corrispondenti per ogni evento meteorico ad una precipitazione di 5 mm uniformemente distribuita sull'intera superficie scolante servita dalla rete di drenaggio. Ai fini del calcolo delle portate, si stabilisce che tale valore si verifichi in 15 minuti.**

Risulta quindi indispensabile attivare dei sistemi di captazione, stoccaggio, trattamento e restituzione delle acque di prima pioggia alle normali reti idriche. A tal fine l'utilizzo di



vasche di prima pioggia in grado di intervenire nel caso di eventi atmosferici di entità medio-piccola, entrando in funzione con frequenze elevate come nel caso di eventi meteorici rilevanti con sistemi di alimentazione che permetta l'esclusione delle stesse a riempimento avvenuto, appare la scelta più razionale. Studi teorici e sperimentali hanno mostrato che vasche di prima pioggia dell'ordine di grandezza, in termini di capacità specifica di $25-30 \text{ m} \cdot \text{ha}_{\text{imp}}$ già costituiscono un volume sufficiente a limitare in modo efficace sia il numero degli sfiori, sia la massa di inquinanti nel corpo ricettore. Gli stessi studi non incontrano difficoltà a dimostrare che il massimo dei risultati si realizzano utilizzando vasche con capacità di 100 mc per ciascun ettaro impermeabile servito.

La tecnologia Spirel® permette di realizzare un'ampia gamma di vasche di prima pioggia con volumetrie variabili e flessibilità di applicazione a seconda delle richieste del cliente e dei contesti di applicazione. Con la tecnologia Spirel®, è possibile realizzare serbatoi che ben si prestano all'applicazione di accessori quali pompe di rilancio (sommerse e non), paratie di separazione, galleggianti, filtri di varia natura, sale di comando; in questo modo, oltre alla sola funzione di accumulo, i serbatoi Spirel® costituiscono già la sede per un primo trattamento delle acque di prima pioggia quali: decantazione, dissabbiatura, strigliatura e disoleatura.

ento delle acque di prima pioggia.



Serbatoi per la laminazione delle a

Durante gli eventi piovosi si formano nell'ambiente urbano portate meteoriche che solo entro certi limiti possono essere regolarmente accolte, convogliate, depurate e scaricate dalla rete fognaria. Un primo limite è costituito dai normali impianti depurativi civili che non possono accettare portate di tempo piovoso maggiori di alcune volte la portata nera media di tempo secco. Un secondo limite, di carattere idraulico, è insito nelle dimensioni stesse della rete di drenaggio urbano che, a fronte di una continua antropizzazione del territorio, risulta essere spesso insufficiente a smaltire i volumi d'acqua dei fenomeni rari ed intensi che peraltro data la tropicalizzazione in corso del nostro clima sono sempre più frequenti. Si pone, quindi, la problematica del "controllo" delle portate meteoriche finalizzato al raggiungimento di un elevato livello di protezione ed equilibrio idraulico atto a scongiurare tragedie ambientali ed umane già verificate in passato sul nostro territorio. Questa problematica trova la sua più logica risoluzione attraverso la realizzazione di invasi (in linea o fuori linea) naturali o artificiali, a cielo aperto o interrati con cui potenziare la capacità di accumulo e smaltimento delle reti fognarie nonché di tutti i sistemi di raccolta e convogliamento delle acque esistenti. **Questi invasi, destinati alla protezione idraulica del territorio, sono denominati "vasche volano" o "vasche di laminazione"**. Il compito delle vasche volano non è solo quello di accumulare volumi d'acqua, ma anche quello di restituire tali volumi alla rete idrica esistente con velocità e flussi compatibili alla effettiva capacità di portata della rete stessa senza causare fenomeni di collasso che la possano danneggiare in modo permanente. Quindi sicuramente un giusto dimensionamento della vasca di laminazione in funzione dell'area a cui è posta a servizio è essenziale. I vari enti locali dovendo comunque normare l'entità di volumetria da realizzare come vasche di laminazione standardizzando comunque i più diversi contesti, hanno determinato indicazioni generali a cui attenersi. A tal proposito prendendo come riferimento il "Piano di risanamento delle acque della regione Lombardia" che fissa il limite delle portate uscenti

entro valori dell'ordine di $20 \div 40 \text{ l/ha}_{\text{imp}}$ a seconda che si tratti di un nuovo insediamento o di uno già esistente, assumendo, inoltre, un periodo di ritorno T pari a $50 \div 100$ anni (valore accettabile per un'opera di protezione urbana) si deduce che l'ordine di grandezza dei volumi delle vasche volano risulta essere pari a $300 \div 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$. Ne risulta che, nel caso di un'unica vasca volano ubicata in corrispondenza del recapito finale di una rete fognaria a servizio di ampie zone antropizzate, siano necessari volumi considerevoli. Quando, come nella maggior parte dei casi, non sia possibile concentrare tali volumi in un unico punto, risulta opportuno frazionarli in numerosi invasi a servizio di aree minori.



entro valori dell'ordine di $20 \div 40 \text{ l/ha}_{\text{imp}}$ a seconda che si tratti di un nuovo insediamento o di uno già esistente, assumendo, inoltre, un periodo di ritorno T pari a $50 \div 100$ anni (valore accettabile per un'opera di protezione urbana) si deduce che l'ordine di grandezza dei volumi delle vasche volano risulta essere pari a $300 \div 500 \text{ m}^3/\text{ha}_{\text{imp}}$. Ne risulta che, nel caso di un'unica vasca volano ubicata in corrispondenza del recapito finale di una rete fognaria a servizio di ampie zone antropizzate, siano necessari volumi considerevoli. Quando, come nella maggior parte dei casi, non sia possibile concentrare tali volumi in un unico punto, risulta opportuno frazionarli in numerosi invasi a servizio di aree minori.

Nell'uno o nell'altro caso la tecnologia Tubosider Spirel® trova la più ampia gamma di applicazione sia perché è in grado di risolvere il problema dei grandi invasi attraverso il posizionamento di tubazioni multiple rese solidali da appositi collari e magari collegate in batteria, sia perché la modularità dello Spirel® ne permette il suo inserimento all'interno di aree fortemente urbanizzate senza particolari disagi, in linea o fuori linea il sistema di fognatura urbana esistente. Il convogliamento nei serbatoi delle acque in eccesso può avvenire attraverso la rete di drenaggio superficiale e/o sotterraneo (canalette, tombinature, fognatura...), mentre lo svuotamento graduale degli stessi può avvenire per gravità, attraverso sistemi meccanici e/o elettrici, a discrezione delle necessità ed esigenze individuate dal progettista.

Acque meteoriche - vasche volano -



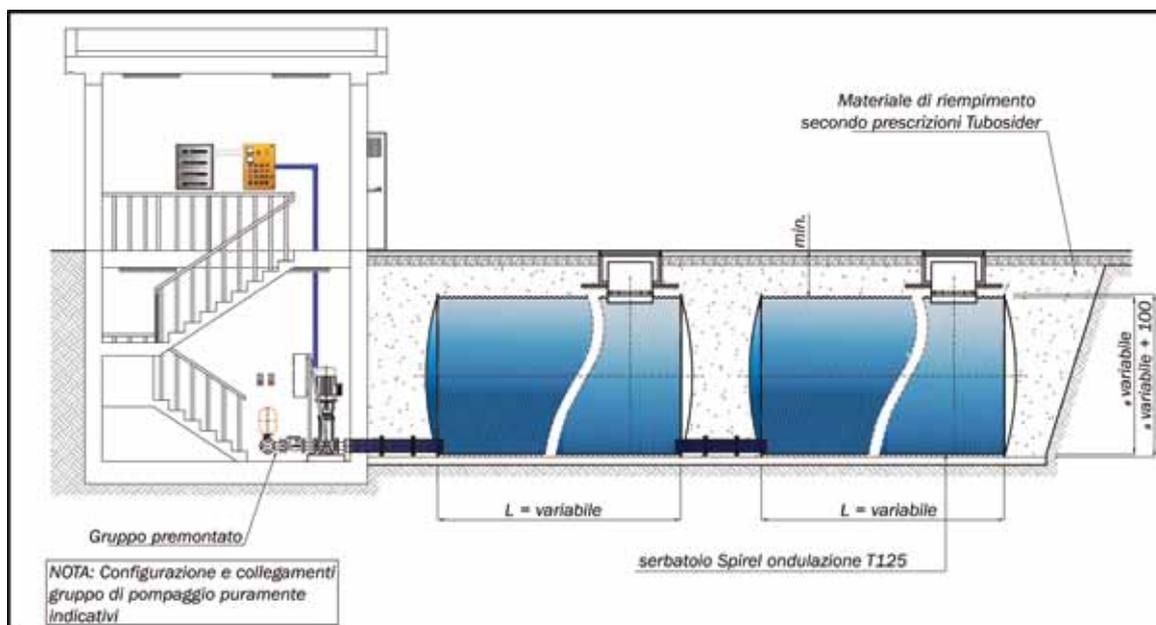
Serbatoi di accumulo per alimentazi

I Serbatoi Spirel® sono il più versatile ed efficace sistema per la realizzazione di riserve idriche finalizzate all'alimentazione di impianti antincendio.

Opportunamente dimensionati ed attrezzati secondo le richieste del committente, i nostri serbatoi di accumulo permettono di realizzare impianti completi in tempi decisamente ristretti con lavorazioni semplici e costi contenuti.

Attraverso una estrema flessibilità di soluzioni tecniche adottabili quali disposizione, (in linea o in batteria), diametri (da mt. 1,20 a mt. 3) e lunghezza (da mt. 4,00 a mt. 15) è possibile soddisfare qualsiasi richiesta volumetrica dei nostri clienti indipendentemente dal contesto di allocazione.

Ricordiamo inoltre che i serbatoi Spirel® sono portanti e quindi dopo la realizzazione del reinterro eseguito secondo le nostre prescrizioni, l'area sovrastante agli stessi sarà perfettamente carrabile.



one idrica di impianti antincendio.



Serbatoio di accumulo per il rec

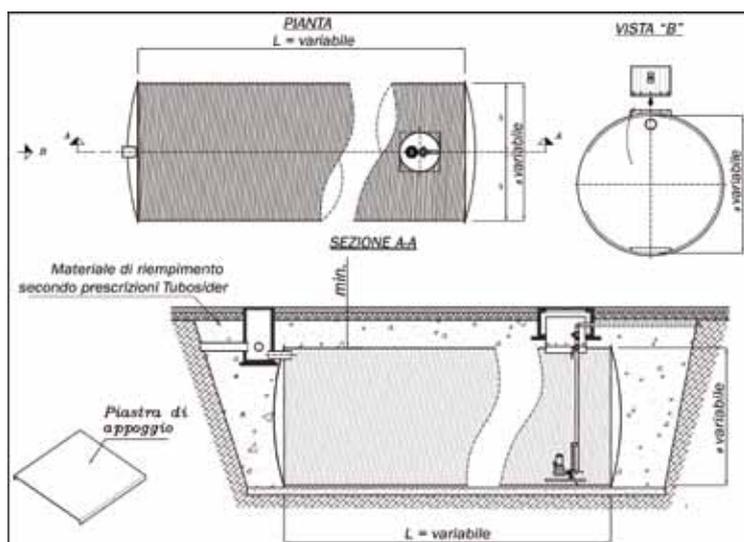
Da anni ormai l'acqua è considerata una delle risorse più importanti e preziose del pianeta.

Ogni giorno governi di tutto il mondo e associazioni internazionali, con il supporto di studiosi ed esperti, preparano ed emanano normative orientate a conservare, recuperare e riutilizzare le risorse idriche. In questo contesto raccogliere, stoccare, e riutilizzare acqua piovana appare più che mai attuale, necessario ed in futuro pensiamo anche redditizio.

Svariate possono essere le destinazioni d'uso di acque piovane captate e stoccate; si pensi solo ad usi ecologici quali l'irrigazione di giardini pubblici o privati, usi industriali quali la refrigerazione di macchinari, usi domestici quali l'utilizzo di tali acque per i w.c. o il lavaggio dell'auto.

Naturalmente affinché la collettività sia invogliata ad intraprendere azioni di recupero delle acque piovane tali attività dovrebbero, da un lato prevedere incentivazioni da parte delle amministrazioni pubbliche, dall'altro poter contare su impiantistiche semplici, poco costose e di facile realizzazione.

Proprio su questo versante riteniamo con i serbatoi Spirel® di aver centrato sicuramente tale obiettivo; semplicità, economicità, facilità realizzativa, durata sono sicuramente peculiarità riscontrabili nei nostri impianti. Possiamo inoltre contare su un'importante ottimizzazione degli spazi in quanto i nostri serbatoi sono portanti per cui sarà possibile per il cliente utilizzare l'area sovrastante l'interramento del serbatoio stesso.



Serbatoi di stoccaggio standard

Volume	Diametro	Lunghezza	Peso
20 mc	1,40 m	13,00 m	1600 Kg
30 mc	1,80 m	13,00 m	2200 Kg
40 mc	2,00 m	13,00 m	2500 Kg
50 mc	2,20 m	13,00 m	2800 Kg
60 mc	2,40 m	13,00 m	3100 Kg
80 mc	2,80 m	13,00 m	3600 Kg
90 mc	2,80 m	14,50 m	3900 Kg
100 mc	3,00 m	14,50 m	4100 Kg

* Pesi riferiti a spessori medi di 2,5mm

** Ogni variazione di diametro e lunghezza diversa da quelle elencate in tabella sono da valutarsi in fase di preventivo



Supero e riutilizzo acque piovane.



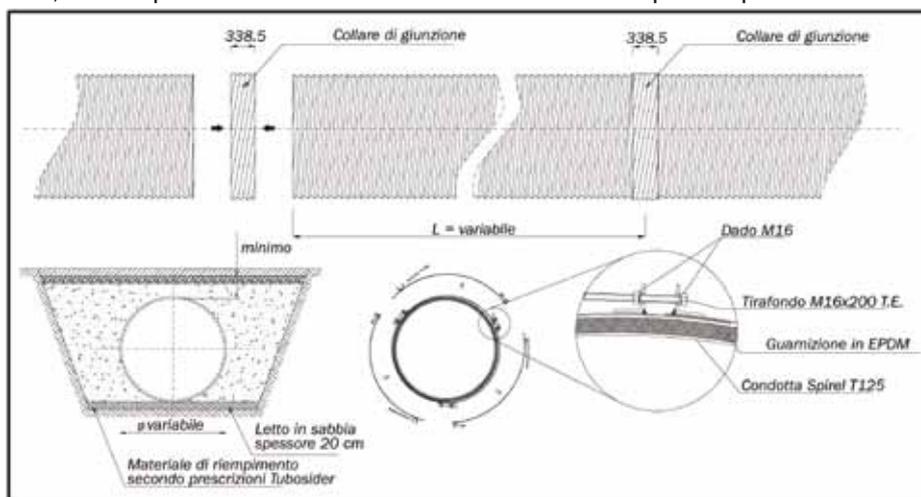
Tubazioni per la canal

Nell'ambito della realizzazione di canalizzazioni delle acque le tubazioni Spirel® rappresentano un'ottima soluzione ed un'altrettanto valida alternativa all'utilizzo di tubature in cemento rispetto alle quali possono contare su alcune proprietà particolarmente vantaggiose:

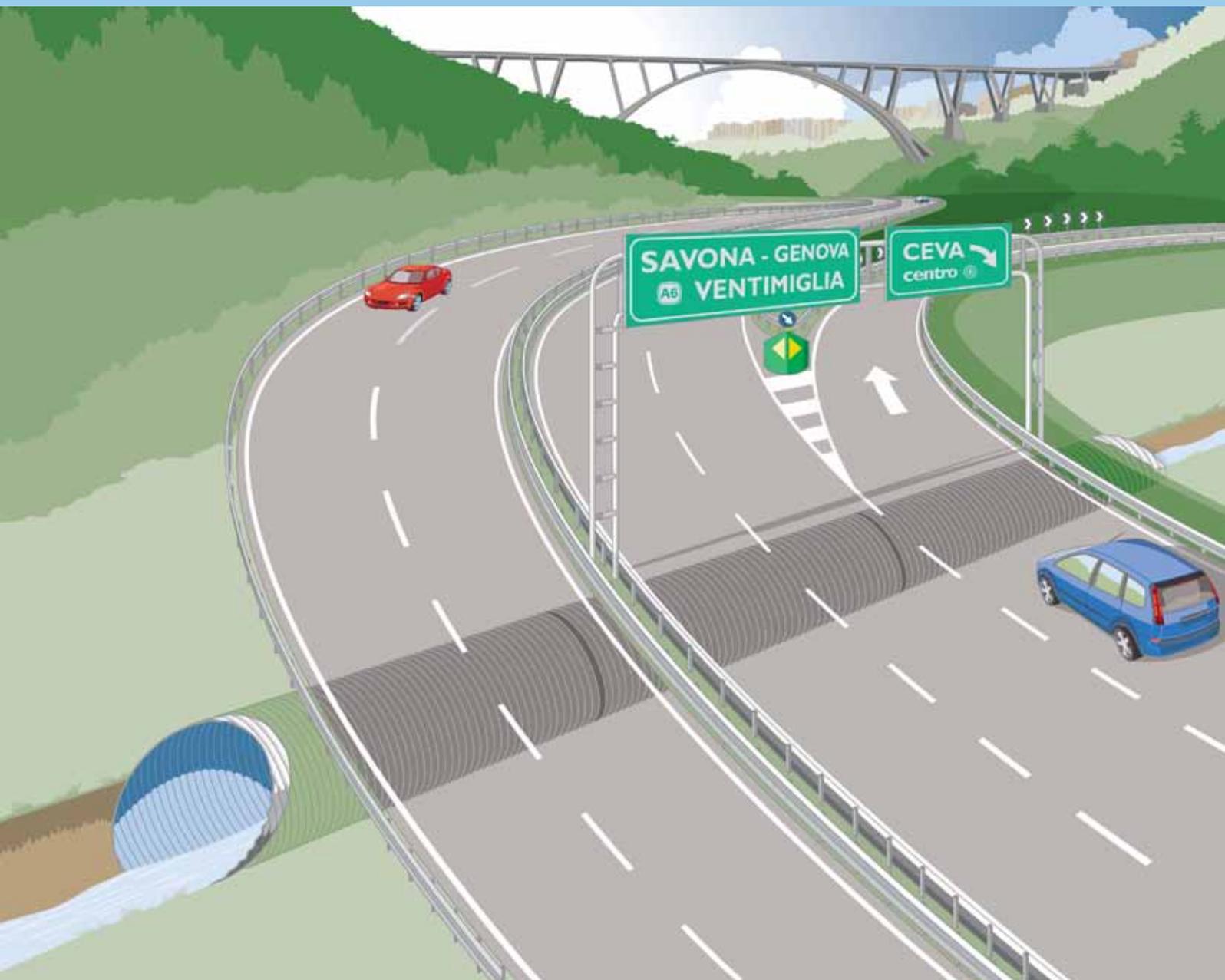
- **Leggerezza:** peso proprio decisamente inferiore al cls;
- **Elasticità:** si adatta ad eventuali cedimenti del terreno;
- **Facilità e rapidità di installazione:** non necessita di cemento nel collegamento dei vari moduli e neanche nel rinfiango;
- **Auto-portanza:** completato il blocco tecnico il tubo è in grado di sopportare carichi stradali di la categoria.

Tubazione Spirel sp. 2,00 mm			Tubazione Spirel sp. 2,50 mm		
Diametro mm	Peso (Kg/m)	Collare di giunzione kg/cad	Diametro mm	Peso (Kg/m)	Collare di giunzione kg/cad
1200	77	32	1200	95	32
1300	83	33	1300	103	33
1400	89	34	1400	110	34
1500	96	36	1500	119	36
1600	102	37	1600	126	37
1700	108	45	1700	134	45
1800	114	47	1800	142	47
1900	120	48	1900	150	48
2000	127	50	2000	158	50
2100	133	51	2100	166	51
2200	140	53	2200	173	53
2300	146	55	2300	181	55
2400	152	56	2400	188	56
2500	159	58	2500	196	58
2600	165	60	2600	204	60
			2700	212	61
			2800	219	63
			2900	227	70
			3000	236	71
			3100	236	73
			3200	236	75

Con diametri variabili da mt 1,20 a mt. 3. Lunghezze da mt 4 a mt 15 (eventualmente oltre) e la possibilità di collegare fra loro i vari moduli di tubazione con collari semplici e veloci lo Spirel® rappresenta il metodo ottimale per la realizzazione di tutti i tipi di condotta, dal semplice attraversamento carrabile alla struttura più complessa.



izzazione delle acque.



Resistenza meccanica

Il prodotto risponde ad elevati standard di qualità e sicurezza:

- ottimo comportamento meccanico (i serbatoi sono dimensionati per resistere al transito di automezzi pesanti). L'ondulazione della lamiera, del tipo S/LI125, conferisce al serbatoio un elevato modulo di resistenza. Lo spessore della lamiera varia da un minimo di 1,25 mm a un massimo di 3,5 mm.

Principi di calcolo

Il calcolo dei serbatoi si fonda sulla teoria dell'anello compresso. La struttura metallica, grazie alla sua elasticità, interagisce con il terreno circostante. I carichi trasmessi dal terreno vengono trasferiti in modo uniforme a tutta superficie della condotta. La struttura è quindi compressa e la sollecitazione indotta, "T" (Compressione dell'anello) è proporzionale a:

- la pressione "P" esercitata dal terreno sull'anello,
- la dimensione dell'anello, "S" (diametro del serbatoio),

secondo la formula: $T = P \cdot S / 2$ (1)

La teoria ammette che il terreno trasferisca in modo omogeneo i carichi alla struttura metallica e che questa reagisca in modo uniforme, senza punti di discontinuità. Se viene meno il principio della corretta distribuzione dei carichi sull'anello, ossia la struttura non lavora perfettamente a compressione, la struttura metallica potrebbe cedere. All'atto pratico, riveste quindi notevole importanza la realizzazione del blocco tecnico, ossia la composizione ed il grado di compressione con cui vengono selezionati e stesi i materiali che costituiscono il sottofondo ed il ricoprimento della condotta: materiali che devono assicurare che, effettivamente, ai fini della tenuta della condotta, la pressione del terreno P si traduca completamente in pressione radiale T. Lo spessore ed il tipo di ondulazione che conferiscono resistenza alla struttura, ossia l'area resistente "A", viene infine ricavata in relazione alla pressione T ed alle caratteristiche di snervamento del materiale (f_y), secondo la formula: $A = T / f_y$ (2)

Il metodo più applicato nel mondo per il calcolo dei serbatoi e, generalizzando, delle strutture in lamiera ondulate è sicuramente quello americano del "American Iron and Steel Institute" (AISI), introdotto dal "Handbook of steel drainage & highway construction products". A questo si sono ispirate tutte le procedure di calcolo vigenti negli Stati che impiegano diffusamente strutture in acciaio ondulato:

- Negli Stati Uniti d'America, la normativa ASTM A796
- In Gran Bretagna BD12/95
- In Francia, le specifiche SETRA "Buse metalliques, recommandations et regles de l'art" del 1981.

In Italia non esiste una procedura di calcolo normata.

Il metodo ASD ("allowable stress design") introdotto dalla norma ASTM A796

Per il calcolo dei serbatoi Tubosider ha adottato il metodo ASD illustrato nella norma A796 della ASTM. La verifica strutturale prevede due tipi di controllo del comportamento meccanico del serbatoio.

Definizione dell'Area Resistente "A" (punto 8 della A796)

La pressione P (kPa) viene ricavata considerando tre differenti tipologie di carico:

- Carichi permanenti "DL",
- Carichi stradali "LL",
- Carichi dinamici "IL",

secondo la formula: $P = DL + LL + IL$ (3)

Specifiche Tecniche

Applicando, quindi, la formula (1) si perviene alla determinazione della pressione radiale T (kN/m). L'area resistente A (mm²/mm) si ricava dalla (2), modificata dall'introduzione del fattore di sicurezza "SF", posto pari a 2;

$$A = T \cdot SF / f_{y,ASD} \quad (4),$$

dove $f_{y,ASD}$ (MPa) è il minore tra f_y , tensione di snervamento del materiale, e f_c , tensione limite per deformazione della struttura. La struttura è correttamente dimensionata quando l'area nominale della lamiera ondulata "An" è esuberante rispetto all'area resistente A ; $An > A$ (5).

L'area nominale An dipende, ovviamente, dal tipo di ondulazione applicata e dallo spessore "t" (mm) della lamiera. In Tabella 1.1 si riportano i valori di riferimento per la tipologia d'onda "S/LI 125" di produzione Tubosider.

Definizione della tensione limite per deformazione della struttura f_c

In considerazione dell'elevata elasticità che contraddistingue la struttura in esame, si conviene che, in relazione alle caratteristiche geometriche dell'onda, al tipo ed al grado di compattazione del terreno e al modulo elastico del materiale, non sempre sia possibile assumere la tensione di snervamento f_y quale termine di verifica della (4), perchè la struttura può collassare prima, nel caso si presentassero deformazioni eccessive. E' quindi definito un secondo termine di riferimento, tensione limite per deformazione " f_c " (MPa), più cautelativo di f_y nella determinazione dell'area resistente (4), nel caso si verificasse che la struttura operi in condizioni limite.

Per via sperimentale è stata ricavata una geometria critica, da cui dipende f_c .

Si determina il valore s_1 (mm), diametro critico della struttura, secondo la formula: $s_1 = r/k \cdot (24 \cdot E/f_u)^{0,5}$ (6)

essendo:

- r , il raggio giratorio della lamiera ondulata (mm)
- k , il fattore di rigidezza del suolo, pari a 0,22
- E , il modulo elastico del materiale (MPa)
- F_u , la tensione di rottura del materiale (MPa).

Nel caso si verificasse che il diametro S del serbatoio è minore di s_1 ($S < s_1$), il valore di f_c sarà:

$$f_c = f_u - ((f_u^2 / 48 \cdot E) \cdot (k \cdot s / r)^2) \quad (7)$$

Nel caso opposto ($S > s_1$): $f_c = 12 \cdot E / (k \cdot s / r)^2$ (8)

Si osserva che, all'atto pratico, il valore di f_c risulta inferiore alla f_y solamente per serbatoi con diametro superiore a 3 m. Nella maggioranza delle applicazioni reali, il dimensionamento dei serbatoi avviene, quindi, assumendo nella (4) $f_{y,ASD}$ pari a f_y .

La corretta posa in opera dei serbatoi contempla, inoltre, altri aspetti, qui di seguito illustrati.

Definizione di flessibilità del serbatoio FF

Il serbatoio deve essere in grado di resistere alle azioni derivanti dalla movimentazione e dalle operazioni d'installazione senza deformarsi.

Il serbatoio deve pertanto essere flessibile ed allo stesso tempo capace di contrastare eventuali sollecitazioni accidentali.

Il valore limite di flessibilità si ricava con la formula: $FF = s^2 / (E \cdot I)$ (9)

Essendo "I" il momento d'inerzia della lamiera ondulata.

La flessibilità FF deve essere inferiore ad un valore, funzione del tipo d'ondulazione e dell'impiego:

- In scavo, per l'ondulazione S/LI100, il valore limite sarà $FF < 0,342$ mm/N
- In rilevato, per l'ondulazione S/LI100, il valore limite sarà $FF < 0,188$ mm/N

Definizione del ricoprimento minimo ammissibile Hmin

Il ricoprimento minimo di terreno "Hmin" per assicurare il regolare funzionamento del serbatoio si ricava in funzione della relazione: $((AL*d)/(E*I))^2$ (10)

essendo:

- AL il valore del carico trasmesso al terreno dal carico di un singolo asse di veicolo pesante (200 kN)

- d (mm) la profondità d'onda.

Si assume: $H_{min} = S/8$ per $(10) < 0,23$ (11)

$H_{min} = (10)$ per $0,23 < (10) < 0,45$ (12)

$H_{min} = S/4$ pr $(10) > 0,45$ (13)

Caratteristiche Geometriche Onda S/LI125

Spessore (mm)	Distanza fibra asse neutro (mm)	Area (mm ² /mm)	Momento d'inerzia (mm ⁴ /mm)	Raggio Giratorio
1,65	1,375	1,827	152,15	9,274917595
2	1,4	2,21	190,90	9,294089008
2,5	1,425	2,768	239,70	9,302381202
3	1,45	3,32	288,50	9,321887704
3,5	1,475	3,875	337,20	9,322404008

Tabella 1.1

Carichi applicati

Ai fini del dimensionamento dei serbatoi vengono considerati i seguenti carichi:

- di tipo **statico** (DL). E' il peso proprio del terreno costituente il rilevato. Normalmente si assume il peso $\gamma_t = 20$ kN/m. La pressione "Ps" agente all'estradosso della condotta è funzione dell'altezza "h" del blocco tecnico, misurata dal piano campagna (o piano strada, o piano binario), e si ottiene dalla formula: $P_s = \gamma_t * h$ (14)

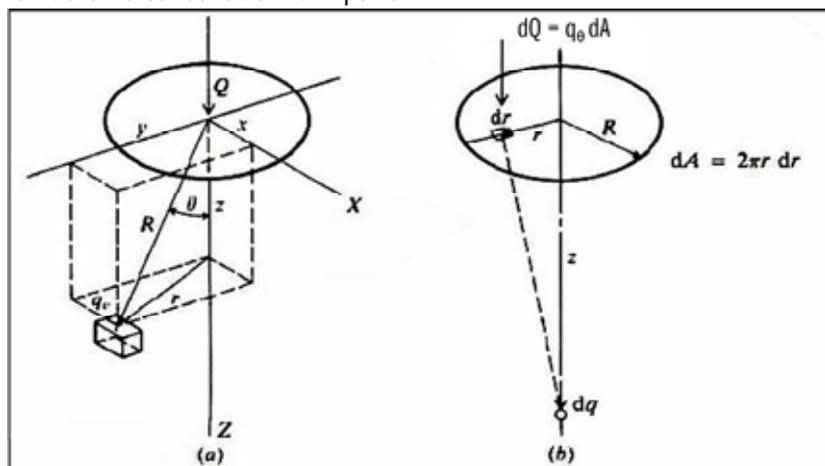
- di tipo **stradale** (LL). Sono i carichi d'esercizio, quali il transito di automezzi. Nel campo stradale e ferroviario si adottano i carichi indicati dal D.M. 04.05.90, "Criteri generali e prescrizioni tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo di ponti stradali" oppure dall'Eurocodice 1 UNI-ENV 1991-3, "Basi di calcolo ed azioni sulle strutture. Parte 3 - Carichi da ponte". Le sollecitazioni, generate all'estradosso della condotta, si ricavano ripartendo il carico sul blocco tecnico in accordo con la teoria di Boussinesq sugli sforzi nella massa del terreno (Tabella 1.2).

- di tipo **dinamico** (IL) sono i carichi accidentali dovuti a sollecitazioni d'impatto.

Q: il carico

z: la profondità

θ : il disallineamento dell'asse zenitale



Specifiche Tecniche

Profondità (m)	Carico LL (kPa)	Profondità (m)	Carico LL (kPa)	Profondità (m)	Carico LL (kPa)
0,4	332,6	1,8	43,4	3,2	26,3
0,5	229,0	1,9	42,0	3,3	25,3
0,6	167,3	2,0	40,6	3,4	24,4
0,7	128,5	2,1	39,2	3,5	23,5
0,8	103,2	2,2	37,9	3,6	22,6
0,9	86,2	2,3	36,6	3,7	21,8
1,0	74,3	2,4	35,3	3,8	21,0
1,1	65,9	2,5	34,0	3,9	20,2
1,2	59,8	2,6	32,8	4,0	19,5
1,3	55,1	2,7	31,6	4,1	19,0
1,4	51,5	2,8	30,5	4,2	18,4
1,5	48,6	2,9	29,4	4,3	18,0
1,6	46,2	3,0	28,3	4,4	17,5
1,7	44,9	3,1	27,3	4,5	17,0

Tabella 1.2 – Carichi stradali riferiti all’estradosso serbatoi per profondità variabili da 0,4-4,5 m

In assenza di carichi dinamici e senza condizionamenti di carattere ambientale la Tabella 1.3 fornisce i valori dimensionali per serbatoi d’uso corrente.

Ricoprimento terreno (m)	Spessore lamiera (mm)	Diametro serbatoio (m)						
		1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
	0,4	2	2	2	2,5	-	-	-
	0,5	1,5	1,5	2	2	2	-	-
	0,6	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	2
	0,7	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,8	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	0,9	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	1	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	1,2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	2	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	2,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	3	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5
	3,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5	1,5

Tabella 1.3



Durata nel tempo

Corrosione

Per corrosione s'intende il processo di decadimento per il quale i materiali metallici, a contatto con agenti vari, subiscono un degrado. In condizioni normali, il decadimento del materiale è conseguenza di fenomeni corrosivi di tipo elettrochimico in ambiente umido. È la risultante di due reazioni elettrodiche parziali; una reazione anodica che implica l'ossidazione del materiale metallico, e quindi rende disponibili elettroni nella fase metallica ($M = M^{z+} + z e^-$), ed una reazione catodica, che consuma tali elettroni nella riduzione di specie chimiche presenti nell'ambiente (ad es. riduzione di ossigeno secondo $O_2 + H_2O + 4a = 4OH^-$, oppure riduzione di idrogenioni secondo la $2M^{z+} + 2a = H_2$). Poiché la modificazione chimica complessiva, conseguente al processo corrosivo, non altera lo stato elettrico dell'insieme, le reazioni anodica e catodica devono risultare complementari dal punto di vista del bilancio delle cariche, cioè devono prodursi simultaneamente e con la stessa velocità le correnti dei flussi di elettroni all'anodo e al catodo.

Bloccare o rallentare la reazione catodica implica quindi annullare o diminuire la velocità di corrosione, esattamente come bloccare o rallentare la reazione anodica. L'attacco corrosivo può essere "uniforme" su tutta la superficie metallica, oppure "localizzato".

Quest'ultimo può interessare solo parti piccolissime di superficie, con formazione di caverne, ulcere, ecc. (corrosione per vaiolatura), oppure regioni di esposizione schermata (corrosione in fessura o sotto deposito); può prodursi in seguito a condizioni di contatto elettrico con altri metalli (corrosione per contatto galvanico); può manifestarsi in forma di cricche per presenza di sollecitazioni meccaniche costanti o variabili nel tempo (corrosione sotto sforzo, corrosione-fatica); può essere legato alle condizioni di moto dell'ambiente (corrosione-erosione, corrosione per cavitazione, per urto di liquidi, ecc.); può riguardare un solo costituente nel materiale metallico (attacco selettivo) oppure solo il contorno dei grani cristallini (corrosione intergranulare). Nella grande maggioranza dei casi la corrosione è spontanea, cioè dovuta a disponibilità di f.e.m. propria del sistema interessato al processo corrosivo. In qualche caso può essere dovuta all'azione elettrolitica di correnti impresse, per intervento di sorgenti esterne di f.e.m. (corrosione per correnti vaganti).

La corrosione nei serbatoi

La vita di un serbatoio è condizionato dal contesto d'intervento. In particolare, dall'aggressività dell'ambiente, che genera fenomeni più o meno gravi di corrosione ed il graduale decadimento delle proprietà meccaniche della struttura.

I fattori che influiscono maggiormente sulla durabilità sono:

- l'inquinamento atmosferico
- la presenza d'acqua
- le caratteristiche del terreno
- i metalli a contatto con la struttura
- fenomeni d'abrasione.

In particolare, la durabilità nel terreno e a contatto dell'acqua è funzione dei parametri:

- resistività
- acidità (pH)
- contenuto di umidità
- sali disciolti.

Specifiche Tecniche

I processi di corrosione comportano un flusso di corrente e perciò l'aumento della resistività del terreno e/o minori contenuti d'umidità migliorano la durabilità. Alcuni tra i menzionati fattori hanno permesso di differenziare e classificare le problematiche d'impiego dei serbatoi in relazione al tipo di terreno/acqua ed al tipo di abrasione.

Grado di corrosione struttura metallica	Acidità (pH)	Resistività (Ohm×cm)
Bassa	8,0 – 5,8	> 2000
Moderata	5,8 – 5,0	2000 – 1500
Elevata	<5,0	< 1500
Grado d'abrasione della struttura metallica	Condizioni ambientali	
Nulla (livello 1)	assenza di trasporto solido indipendente dalla velocità	
Basso (livello 2)	poco trasporto di sabbia e ghiaia e velocità medie della corrente sino a 1,5 m/s	
Moderato (livello 3)	trasporto di sabbia e ghiaia e velocità medie della corrente da 1,5 m/s a 4,5 m/s	
Elevato (livello 4)	trasporto di ciottoli e ghiaia e velocità medie della corrente superiori a 4,5 m/s	

Tabella 2.1

Per prevenire la corrosione viene di norma adottata una protezione dello strato superficiale della struttura:

- zincatura a caldo per immersione
- duplex (zincatura e rivestimento aggiuntivo).

Il principale aggressore dei metalli è l'acidità. Va quindi tenuto sotto controllo il pH ambientale. Al di sotto di 5,5 il grado di corrosione avanza rapidamente. La capacità protettiva della zincatura a caldo consiste nel formare uno strato protettivo composto da una miscela di ossido e sali basici di zinco. A contatto con l'ambiente il decadimento della pellicola protettiva e l'avvio della corrosione è imputabile allo sviluppo di ossigeno ed alla conseguente produzione di acidità per reazione con carbonati, sali, acqua, impurità del terreno, dalla presenza di CO₂ e ioni H⁺. E' dimostrato che terreni ad elevata resistività elettrica risultano meno aggressivi.

Determinazione della durata di serbatoio e canalizzazioni in SPIREL®

La Tabella 2.2 propone il metodo AISI suggerito dalla NCSA (National Corrugated Steel Pipe Association) per determinare la vita media di una condotta interrata, in relazione allo spessore della lamiera, del rivestimento di zinco (assunto pari a 43 µm), alla resistività del terreno ed al pH. Stabilito il pH e la resistività del terreno/acqua, si ricava la vita media della vasca, adottando la formula logaritmica riportata in Tabella 2.2. Il risultato viene poi moltiplicato per un fattore incrementale funzione dello spessore nominale della lamiera.

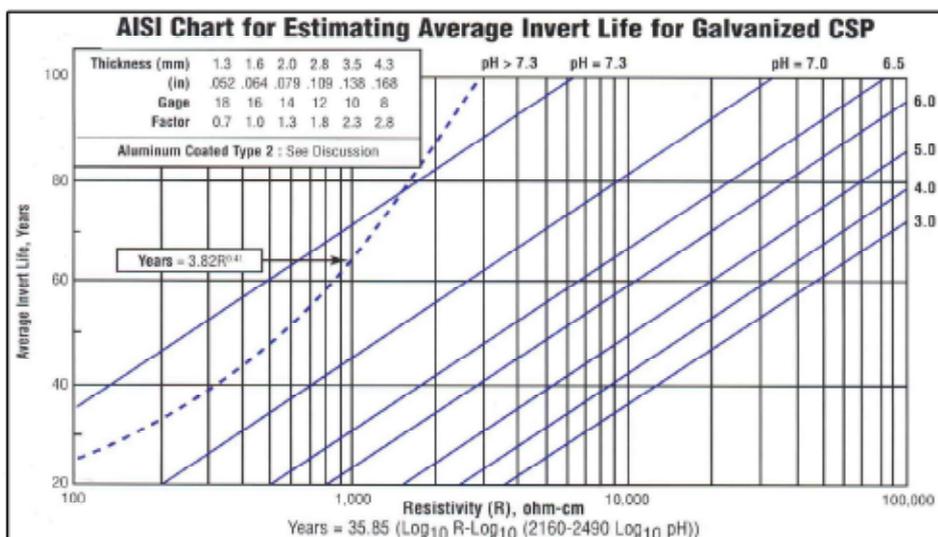


Tabella 2.2

Vita media di tubazioni in acciaio zincato.

La durata è perlomeno pari a 55 anni in condizioni ambientali ordinarie (pH > 6,5 e Resistività > 2.000 ohm; spessore lamiera: 2 mm).

Il metodo AISI si è dimostrato affidabile e cautelativo. Recenti ricerche condotte negli Stati Uniti su un campione di 12 realizzazioni, installate da almeno 20 anni in condizioni ambientali diversificate, ne ha confermato la validità. Al momento dei prelievi le strutture dimostravano un ottimo comportamento alla corrosione. Dalle analisi condotte in laboratorio è stato possibile ricavare in maniera attendibile la vita media delle strutture (Tabella 2.3), che, comparata con i valori ottenuti mediante applicazione del metodo AISI (Tabella 2.4), hanno fornito risultati assolutamente confrontabili.

Si evidenzia che che l'AISI è più cautelativo rispetto alle procedure di laboratorio comunemente adottate per determinare la vita media del prodotto.

Site No.	Sample Location	Soil Type	Sample Color	Moisture (%)	pH	Chloride (ppm)	Sulfide (ppm)	Resistivity (ohm-cm)	16 gage galvanized pipe life (yrs)	Gage Multiplier	Predicted Pipe Life
Galvanized System											
2	Top	sandy clay	gray	23,72	7,4	16	0,3	722	91,5	1	91,5
	Invert	loam	gray-brown	27,32	7,7	60	0	1684	70,9	1	70,9
3	Top	clay	gray	26,14	7,9	32	0	2538	100,11	1	100,1
	Invert	clay	gray-brown	26,51	7,4	27	0	3663	91,7	1,3	119,2
5	Top	silty loam	gray-brown	23,83	7,9	20	0	8696	141,4	1,3	183,8
	Invert	loam	gray-brown	26,51	7,4	27	0	3663	91,7	1,3	119,2
6	Top	silty loam	light red brown	27,52	6,4	37	0	4630	57,4	1,3	74,6
	Invert	silty loam	light red brown	29,18	6,8	28	0,3	5051	67,7	1,3	88
7	Top	silty clay loam	light red brown	23,67	6,3	42	0	2941	50,4	1,3	65,5
	Invert	silty clay loam	light red brown	30,21	6,6	9	0	11765	122,9	1,3	159,6
9	Invert	clay	gray-red-brown	34,00	7,6	10	0	2899	139,7	2,8	321,3
21	Top	silty clay	light red brown	24,17	6	34	0	1992	45,4	1,8	81,7

Tabella 2.3

Site No.	Sample Location	pH	Resistivity (ohm-cm)	Gage	California Pred. Life (yrs)	AISI Pred. Life (yrs)	Minimum California	Minimum AISI
Galvanized System								
2	Crown Soil	7,4	722	16	28	57		57
	Invert Soil	7,7	1684		40	80	28	
	Water	5,5	613		5	10		
3	Crown Soil	7,9	2538	16	48	95	31	62
	Water	7,5	881		31	62		
5	Crown Soil	7,9	8696	14	97	205	34	73
	Invert Soil	7,4	3663		68	144		
	Water	7,4	692		34	73		
6	Crown Soil	6,4	4630	14	33	69	32	67
	Invert Soil	6,8	5051		39	82		
	Water	6,2	5181		32	67		
7	Crown Soil	6,3	2941	14	27	58	27	58
	Invert Soil	6,6	11765		44	93		
	Water	7,3	3165		55	116		
9	Invert Soil	7,6	2899	10	108	231	94	201
	Water	7,9	2066		94	201		
21	Crown Soil	6	1992	12	29	61	29	61
	Water	6,2	8333		50	106		

Tabella 2.4

Specifiche Tecniche

Scelta della pellicola protettiva di zinco

La durata della struttura è subordinata anche ad una regolare manutenzione. La scelta del tipo e dello spessore dello strato protettivo innalzano la vita media del manufatto e consentono di diluire nel tempo le ispezioni.

Le tabelle che seguono forniscono delle indicazioni sul decadimento medio della zincatura (sistema di zincatura a caldo per immersione) in atmosfera, in acqua, nel terreno.

Atmosfera		Velocità approssimativa di perdita dei materiali ($\mu\text{m}/\text{anno}$)
Ambienti chiusi		< 0,15
Aree di montagna		< 0,5
Atmosfera rurale, entroterra		0,5 - 1
Atmosfera marina		
Costa occidentale,	area urbana	1 - 2
	area rurale	0,75 - 1,5
Costa orientale,	area urbana	1 - 1,5
	area rurale	0,5 - 1
Atmosfera urbana		
Piccole città, entroterra		0,75 - 1,5
Stoccolma, Goteborg		1 - 2,5
Zona di Örestad		2 - 5
Atmosfera industriale		2 - 10

Tabella 2.5: i dati sono riferiti ad uno studio condotto dall'Istituto Svedese della Corrosione

Tipo di acqua	Sostanze ossidanti	Sostanze passivanti	Prodotto di corrosione		Velocità di corrosione relativa
			solubilità	adesione	
Dura	$\text{O}_2 + \text{CO}_2$	Ca + Mg	Bassissima	Ottima	Bassissima
Marina	$\text{O}_2 + \text{CO}_2 + \text{Cl}$	Mg + Ca			Moderata
Dolce con libero apporto d'aria	$\text{O}_2 + \text{CO}_2$	-	Alta	Buona	Alta
Dolce o distillata con modesto apporto d'aria	O_2	-	Altissima	Scarsissima	Altissima

Tipo di acqua	Perdita approssimativa di materiale ($\mu\text{m}/\text{anno}$)
<i>Acqua di mare</i>	
Oceani in genere, media	15 - 25
Mare del Nord	12
Mar Baltico	10
<i>Acqua dolce</i>	
Dura	2 - 4
Acqua dolce di fiume	20 ¹⁾
Acqua dolce di rubinetto	5 - 10
<i>Acqua distillata</i>	
	50 - 200 ²⁾

1) Fortemente dipendente dalla quantità di ossigeno e di anidride carbonica
2) Istituto Svedese di Corrosione "Trattamento della superficie dei metalli", K3210

Tabella 2.6

Categorie ambientali, rischi di corrosione e tassi di corrosione

Codice	Categoria di corrosione	Rischio di corrosione	Tasso di corrosione perdita media di spessore di zinco ^{a, b} $\mu\text{m}/\text{anno}$
C1	Interno: asciutto	Molto basso	$\leq 0,1$
C2	Interno: condensa occasionale Esterno: ambiente rurale	Basso	Da 0,1 a 0,7
C3	Interno: alta umidità, leggero inquinamento Esterno: ambiente rurale o costiero temperato	Medio	Da 0,7 a 2
C4	Interno: piscine, impianti chimici, ecc... Esterno: ambiente industriale o urbano costiero	Alto	Da 2 a 4
C5	Esterno: ambiente industriale con alta umidità o alta salinità costiera	Molto alto	Da 4 a 8
Lm2	Acqua marina in regioni temperate	Molto alto	Da 10 a 20

Tabella 2.7

a) I valori della perdita di spessore sono identici a quelli dati nella ISO 9223, eccetto per i tassi di 2 mm (per anno) o più, che sono stati arrotondati al numero intero.

b) Cambiamenti nell'aria per i vari ambienti negli anni.

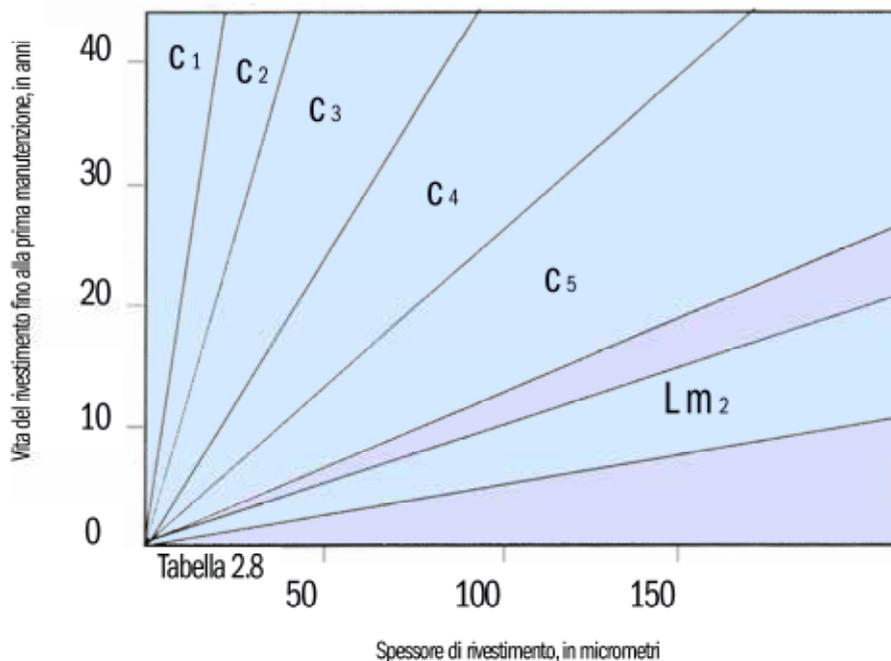
Una sostanziale riduzione dell'inquinamento, specialmente del biossido di zolfo, si è verificata negli ultimi 30 anni nel mondo intero. Questo vuol dire che i presenti tassi di corrosione (la tabella è basata su dati che si riferiscono ad un periodo dal 1990 al 1995) per ciascuna categoria di ambiente sono molto più bassi dei tassi storici, sono da prevedere anche tassi più bassi in futuro se l'inquinamento continuerà a diminuire.

c) L'acqua marina nelle regioni temperate è meno corrosiva per lo zinco dell'acqua salata tropicale, che solitamente è a temperature più alte.

Questa tabella può essere utilizzata negli ambienti marini in regioni temperature europee.

Per le condizioni tropicali si consiglia di rivolgersi a degli specialisti di zincatura.

Durata tipica del rivestimento di zinco fino alla prima manutenzione per diverse categorie di ambiente e relativi tassi di corrosione.



Specifiche Tecniche

Si conclude che un adeguato rivestimento in zinco, in conformità con le norme EN 1461, sulle specifiche applicative del rivestimento di zincatura, è in grado di assicurare una protezione variabile tra i 10-40 anni ed oltre, in relazione alle condizioni del terreno, mentre l'azione dell'acqua determina un decadimento più accelerato del trattamento, che potrebbe limitare la sua azione protettiva ad alcuni anni di vita. Studi recenti hanno dimostrato che adottando processi di zincatura industrializzati, quali la zincatura a caldo in continuo (secondo EN 10142), si migliora notevolmente la capacità di resistenza del trattamento protettivo. La zincatura a caldo in continuo assicura, infatti, maggiore omogeneità allo strato protettivo, con conseguente miglioramento delle qualità di adesione tra i materiali e di compattezza.

Le analisi di laboratorio condotte dal "Laboratoire des Ponts et Chaussées" di Parigi, in collaborazione con Arcelor e Tubosider hanno evidenziato un incremento delle prestazioni pari al doppio. I risultati sono riferiti a prove in nebbia salina, che hanno dimostrato un decadimento delle proprietà protettive dello zinco steso in continuo dopo 940 ore di esposizione (tempo richiesto per rilevare l'insorgere della ruggine su almeno il 50% della superficie del campione esaminato) rispetto alle 454 ore, misurate con la tradizionale zincatura a caldo.

La zincatura in continuo eleva le prestazioni del trattamento protettivo, in grado, così, di mantenere inalterata la propria funzione per almeno 20-80 anni, in relazioni alle condizioni del terreno, per almeno 10 anni in presenza di acque ad elevata acidità.

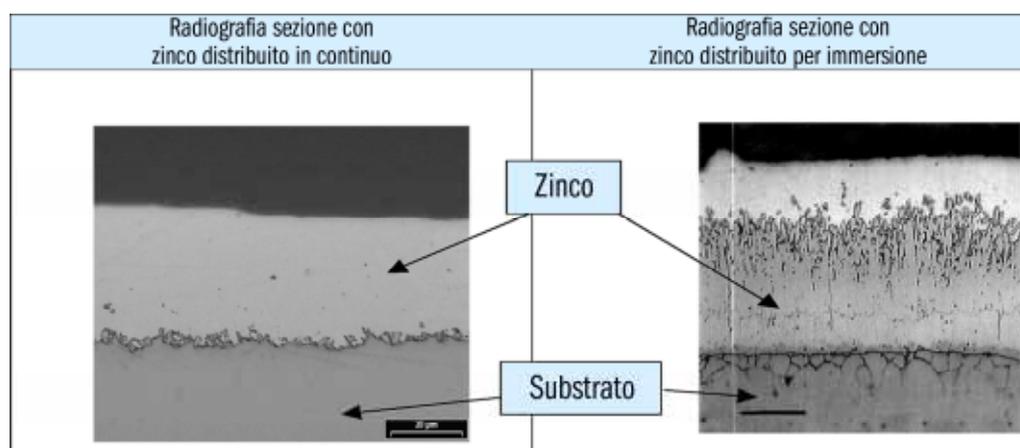


Tabella 2.9



Sistemi Duplex

In generale, le prestazioni del rivestimento protettivo vengono incrementate del 50% adottando sistemi duplex, che abbinano al tradizionale strato in zinco l'applicazione di uno strato aggiuntivo non metallico.

Al tradizionale strato protettivo in zinco, possono essere abbinati rivestimenti bituminosi, cementizi e vernici polimerizzate a base di uno dei seguenti componenti:

- Gomma clorurata e resina acrilica
- Cloruro di venile e acetato di venile
- Resine epossidiche
- Resine epossiviniliche
- Resine poliuretaniche
- Epossibitumi
- PVC e PVC acrilico.

Si prende in considerazione l'impiego di vernici polimerizzate.

La Tabella 2.10 elenca le più ricorrenti soluzioni protettive, relazionandole alle normali condizioni ambientali d'intervento.

La Tabella 2.11 fornisce delle indicazioni sul valore aggiunto, in termini di durabilità, assicurato dalle diverse soluzioni praticabili.

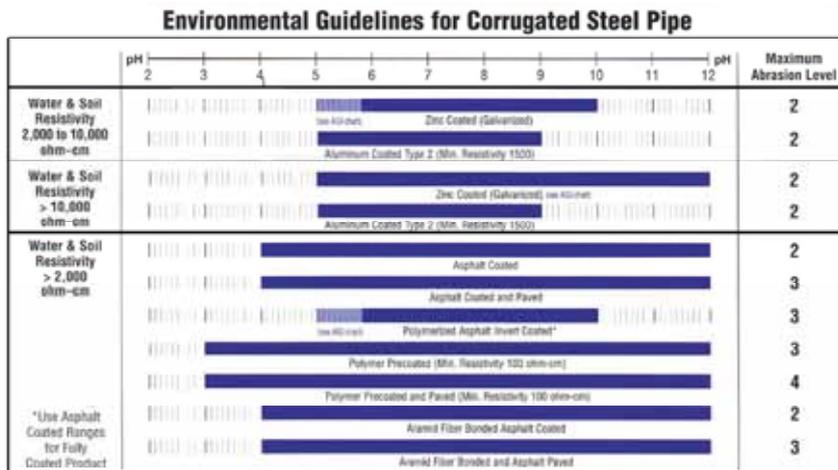


Tabella 2.10

Estimated Service Life

COATING	WATER SIDE		
	Level 1 & 2	Level 3	Level 4
Asphalt Coated	10	N/R	N/R
Asphalt Coated and Paved	30	30	30
Polymerized Asphalt Invert Coated*	45	35	N/R
Polymer Precoat	80+	70	N/R
Polymer Precoat and Paved	80+	80+	30
Polymer Precoat with Polymerized Asphalt Invert Coated	80+	80+	30
Aramid Fiber Asphalt Coated	40	N/R	N/R
Aramid Fiber Asphalt Paved	50	40	N/R
High Strength Concrete Lined	75	50	N/R
Concrete Invert Paved (75mm (3 in.) cover)	80+	80+	50

Tabella 2.11

Dalla Tabella 2.10 si evidenzia la capacità di una condotta zincata di ben comportarsi in presenza di suoli/acque a resistività superiore di 2000 Ohm x cm e poco acidi (pH < 6). Trattamenti quali la polimerizzazione della pellicola protettiva assicurano ottime prestazioni anche in ambienti acidi ed una migliore resistenza all'abrasione. In tali condizioni il suddetto trattamento aggiuntivo assicura un incremento medio della vita della condotta di 70-80 anni.

Specifiche Tecniche

Determinazione della vita media del serbatoio e delle canalizzazioni in SPIREL

Si adotta uno spessore maggiorato della lamiera, che risulta sovradimensionata rispetto alle reali esigenze di resistenza meccanica (almeno 1 mm di maggiorazione), ma in grado, così, di sopperire a eventuali fenomeni di rapido deterioramento fisico della struttura. Il calcolo dello spessore sacrificale viene determinato secondo le procedure illustrate nei capitoli precedenti. La durata nel tempo del serbatoio viene quindi valutata esclusivamente in relazione allo spessore del materiale aggiunto, assicurando inalterate nel tempo le prestazioni meccaniche del prodotto finito. In relazione allo strato protettivo in zinco, l'impiego di acciai trattati industrialmente (zincatura per immersione in continuo) assicura una resistenza agli agenti corrosivi superiore al doppio di quella assicurata in condizioni analoghe da un comune strato di zinco.

Per i serbatoi si assume nullo il grado di abrasione, mentre si identificano, in modo convenzionale, tre livelli di corrosione:

BASSA		
	Terreno	Acqua
pH	6,8	6,8
Resistività (Ohm)	10000	10000
MODERATA		
	Terreno	Acqua
pH	5,5	5,5
Resistività (Ohm)	2000	2000
ELEVATA		
	Terreno	Acqua
pH	5	5
Resistività (Ohm)	1000	1000

Tabella 2.12

Le tabelle che seguono permettono di determinare lo spessore ed il diametro dello SPIREL nonché la durata del manufatto nel tempo, in presenza di carichi stradali ed in relazione alle suddette condizioni ambientali ed al ricoprimento di terreno.

		Livello di aggressività ambientale: BASSO				Durata: 100 anni			
		Diametro serbatoio (m)							
Spessore lamiera (mm)		1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4	2,4
Ricoprimento terreno (m)	0,4	3	3	3,5	3,5	-	-	-	-
	0,5	2,5	2,5	3	3	3	-	-	-
	0,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3
	0,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3	3
	0,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	0,9	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	1,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	

Tabella 2.13

Livello di aggressività ambientale: BASSO

Durata: 70 anni

Ricooprimento terreno (m)	Spessore lamiera (mm)	Diametro serbatoio (m)						
		1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
	0,4	3	3	3,5	3,5	-	-	-
	0,5	2,5	2,5	3	3	3	-	-
	0,6	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3
	0,7	2	2	2,5	2,5	2,5	3	3
	0,8	2	2	2	2	2	2,5	2,5
	0,9	1,5	2	2	2	2	2	2
	1	1,5	2	2	2	2	2	2
	1,2	1,5	2	2	2	2	2	2
	1,5	1,5	2	2	2	2	2	2
	2	1,5	2	2	2	2	2	2
	2,5	1,5	2	2	2	2	2	2
	3	1,5	2	2	2	2	2	2
	3,5	1,5	2	2	2	2	2	1

Tabella 2.14

Livello di aggressività ambientale: MEDIO

Durata: 40 anni

Ricooprimento terreno (m)	Spessore lamiera (mm)	Diametro serbatoio (m)						
		1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
	0,4	3	3	3,5	3,5	-	-	-
	0,5	2,5	2,5	3	3	3	-	-
	0,6	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3
	0,7	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	3	3
	0,8	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	0,9	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	1	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	1,2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	1,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	2	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	3	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5
	3,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5	2,5

Tabella 2.15

Livello di aggressività ambientale: ALTO

Durata: 30 anni

Ricooprimento terreno (m)	Spessore lamiera (mm)	Diametro serbatoio (m)						
		1,2	1,4	1,6	1,8	2	2,2	2,4
	0,4	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-	-
	0,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	-	-
	0,6	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	0,7	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	0,8	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	0,9	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	1	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	1,2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	1,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	2	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	2,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	3	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5
	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5	3,5

Tabella 2.16



L'estrema leggerezza del manufatto consente una facile movimentazione.



Esempio di canalizzazione.



Esempio di montaggio dei collari di giunzione.

Modalità di reinterro

Il serbatoio necessita di un adeguato letto di posa compattato nel suo intorno, definito blocco tecnico.

Il blocco tecnico permette una ripartizione omogenea dei carichi sulla struttura e gli conferisce rigidità (impedisce cioè che la struttura, assestata e ricoperta con terreno, si deformi).

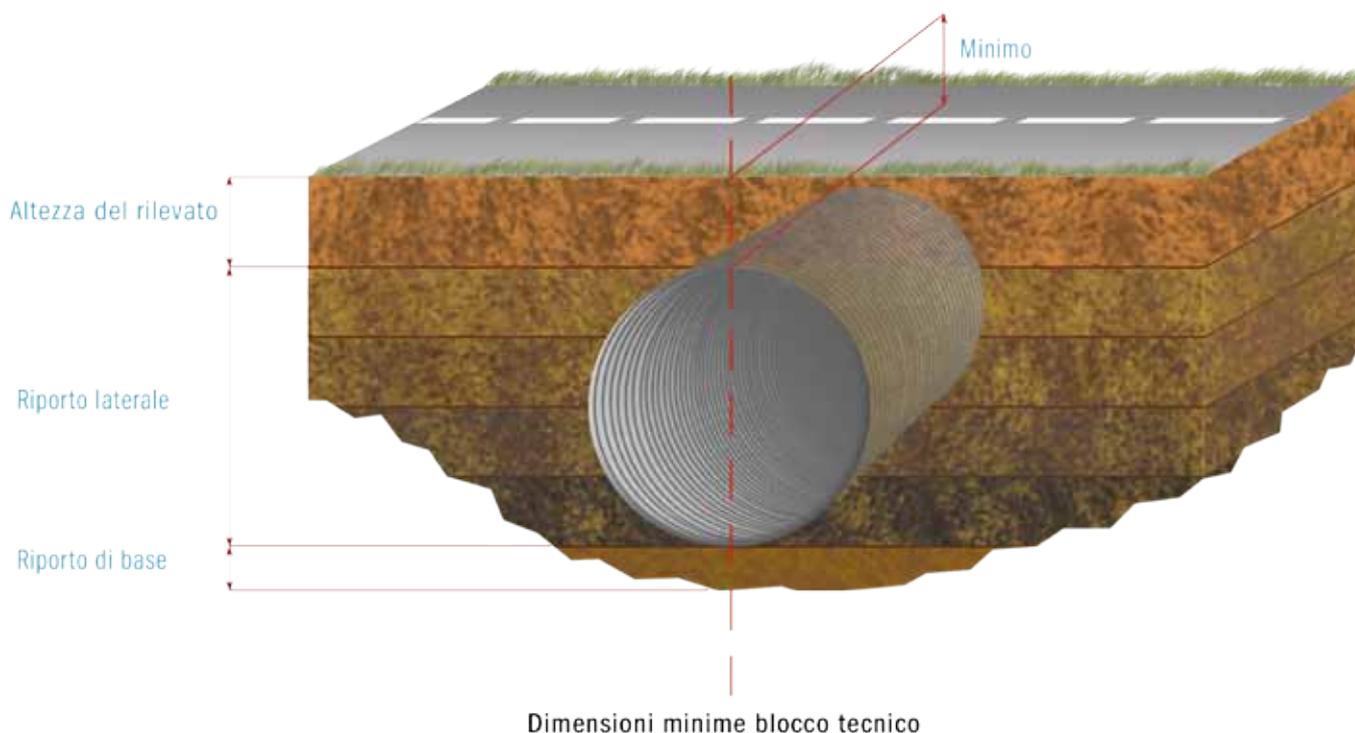
E' indispensabile che il serbatoio sia posato su un letto uniforme, omogeneo, stabile e resistente, evitando fondi rigidi con asperità; in nessun caso si consiglia la posa della struttura direttamente sopra un fondo roccioso od una piattaforma di calcestruzzo.

Nel caso di terreno a debole portanza conviene realizzare un letto di posa mediante un cuscinetto di materiale granulare compatto, con profondità adeguata e comunque non inferiore a 15 cm, ai fini di ottenere una buona ripartizione delle pressioni sul terreno sottostante.

Per il costipamento laterale posare e compattare gli strati orizzontali di spessore max 20/30 cm, disposti alternativamente da un lato all'altro del serbatoio, in modo che il livello d'interramento risulti uguale in tutte le fasi di lavoro.

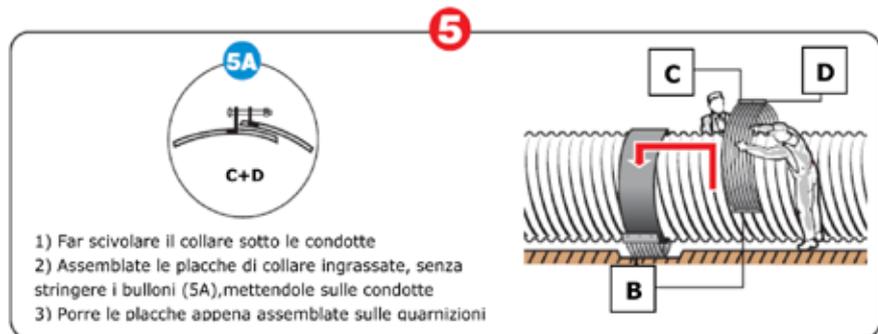
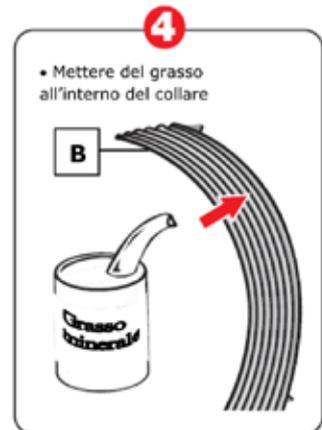
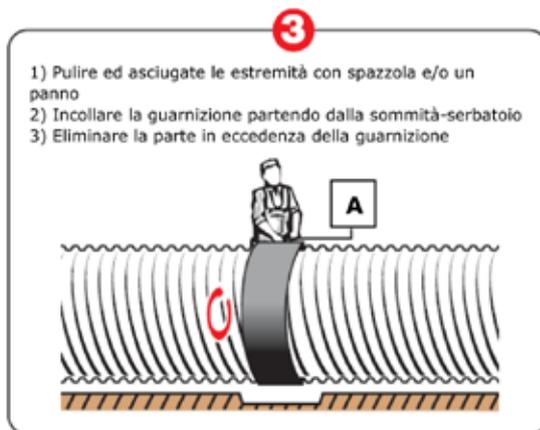
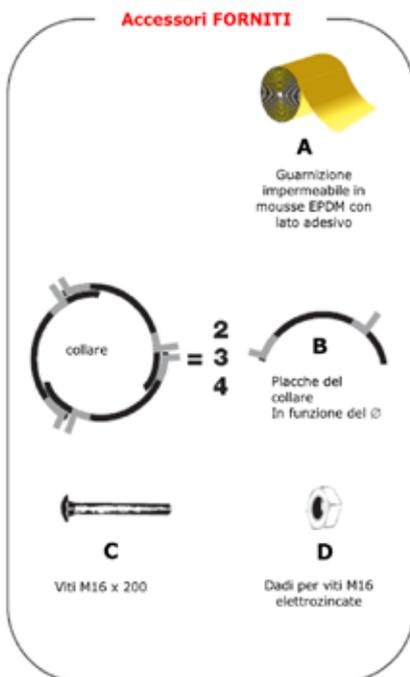
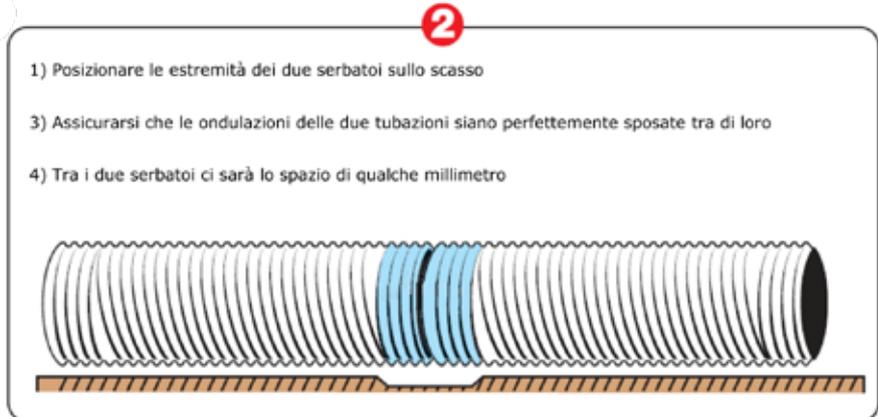
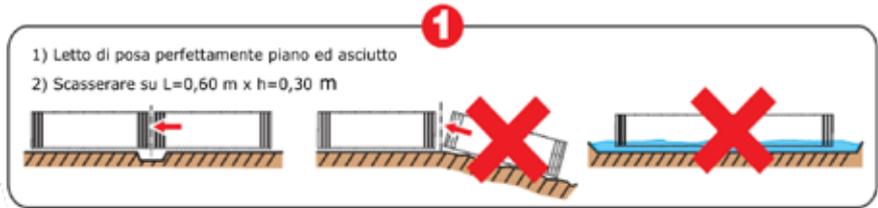
Si raccomanda di compattare ogni strato al 90 - 95% della densità secca d'optimum della prova AASHTO Standard Modificata.

Intorno alla struttura si consiglia di impiegare materiale monogranulare diametro 5 mm max per uno strato intorno al tubo di cm 20 circa, al fine di sposare perfettamente la parete ondulata della struttura con il rilevato tecnico. La rimanente parte del blocco tecnico sarà realizzata con materiale da rilevato stradale classificato secondo CNR UNI 10006 del gruppo A1 - A2 - A3, con assenza di impurezze organiche ed inorganiche, ultimo stato sottostante la fondazione stradale per 30 cm minimo del gruppo A1 - A2-4 - A2-5. Ai fini della durata della struttura nel tempo, per evitare forti corrosioni dal lato rilevato sulle piastre d'acciaio costituenti il manufatto e protette da zincatura, si consiglia di adottare per la realizzazione del rilevato stesso materiali che offrano una resistività elettrica maggiore di 10.000 Ohm x cm e con Ph prossimo al valore neutro di 7.



Specifiche Tecniche

Consigli d'installazione dei collari esterni di giunzione



CONSIGLIO PRATICO: per un maggior comfort, porre del geotessuto nello scasso per montare il vostro collare su un supporto adeguato: Efficacia-Rapidità-Tenuta stagna!

VOCE DI CAPITOLATO
Art. _____

SERBATOIO PER STOCCAGGIO ACQUE ED ANTINCENDIO

Fornitura, trasporto ed installazione di serbatoio per stoccaggio acque ed antincendio, di tipo cilindrico e modulare denominato "Spirel", carrabile, in lamiera ondulata 125x26 (passo minimo 125 mm e profondità d'onda 26 mm) di acciaio prezincolato secondo Norma UNI EN 10147, realizzato attraverso un processo di profilatura, calandratura ed aggraffaggio della lamiera stessa.

Il serbatoio, costituito da moduli della lunghezza max. di 13,00 m, diametro variabile da 1,20 a 3 m (tolleranza diametro: $\pm 2\%$) e munito di:

- fondi circolari in acciaio S235JR zincato secondo UNI EN 1461, di idoneo spessore;
- pozzetti d'ispezione in acciaio S235JR zincato secondo UNI EN 1461, di diametro non inferiore a mm. 800;
- tubazioni in ingresso/uscita in acciaio zincato a caldo;
- tubazioni per troppo pieno in acciaio zincato a caldo;
- raccordi e collegamenti.

La tenuta stagna sarà assicurata da guarnizioni in EPDM diametro 4mm inserite lungo le zone di aggraffaggio della lamiera.

Per sviluppi superiori a 13 m i moduli dovranno essere collegati mediante tubazioni in acciaio zincato a caldo munite di flangie e compensatori in gomma o giunti multi-diametro in gomma EPDM completi di fascette in acciaio inox.

Il serbatoio sarà dimensionato per reggere ai carichi stradali di norma (D.M. 04.05.90). Lo spessore della lamiera varierà tra 2 e 3 mm. Il serbatoio andrà posato in trincea che sarà di larghezza pari ad almeno 2 volte il diametro del serbatoio e di profondità non inferiore al diametro maggiorato di 0,80 / 1,00 mt. Il sottofondo, un letto di almeno 0,20 mt di profondità, deve essere realizzato con materiale sabbioso. Le pareti laterali della trincea ed il ricoprimento vengono compattati perfettamente a strati di spessore 0,20 - 0,30 mt e realizzati con materiale da rilevato stradale classificato secondo CNR UNI 10006 del gruppo A1 - A2 - A3, con assenza di impurezze organiche ed inorganiche.

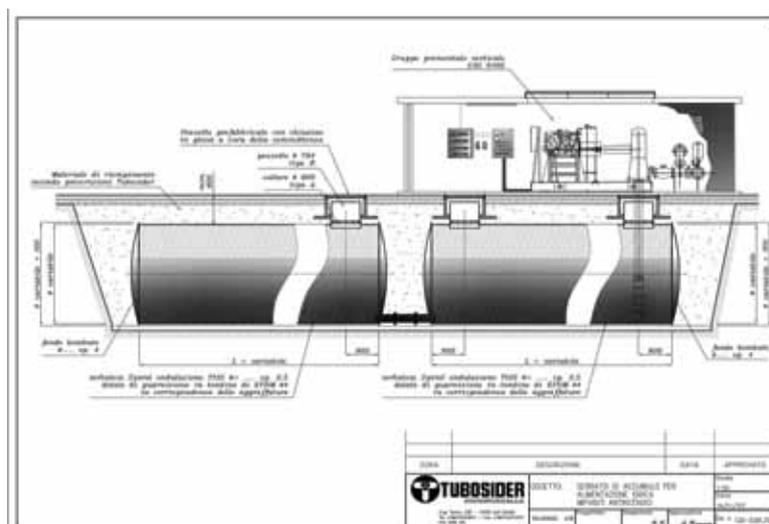
Il serbatoio dovrà essere dimensionato per garantire una durata minima dell'impianto di 50 anni in ambiente con livello di aggressività medio-basso (Acidità terreno/acqua: pH compreso tra 6 ed 8. - Resistività terreno/acqua 10.000 Ohm*cm.). Per livelli di aggressività superiore sarà necessario l'impiego di trattamenti protettivi aggiuntivi (aumento dello spessore della lamiera oppure applicazione di pellicole tipo Trench Coat o similari).

Restano esclusi la fornitura e posa di chiusini carrabili ed eventuali collari in cls prefabbricato, il collegamento ad impianti e/o reti fognarie esistenti, tutte le opere inerenti allo scavo ed al reinterro, l'eventuale esaurimento di acque di falda, tutti gli impianti di sollevamento e depurazione, ed eventuali trattamenti protettivi aggiuntivi.

VOCE DI ELENCO PREZZI:
Art. _____

Fornitura, trasporto ed installazione di serbatoio per stoccaggio acque ed antincendio, in acciaio, di tipo cilindrico e modulare denominato "Spirel", carrabile ai carichi stradali di norma (D.M. 04.05.90), di spessore variabile tra 2 e 3 mm e dimensionato per garantire una durata minima di 50 anni.

Prezzo fornitura e trasporto serbatoi: €/a corpo



Specifiche Tecniche

VOCE DI CAPITOLATO

Art. _____

SERBATOIO PER ACQUE DI PRIMA PIOGGIA/LAMINAZIONE

Fornitura, trasporto ed installazione di serbatoio per acque di prima pioggia e/o laminazione di tipo cilindrico e modulare denominato "Spirel", carrabile, in lamiera ondulata 125x26 (passo minimo 125 mm e profondità d'onda 26 mm) di acciaio prezinco secondo Norma UNI EN 10147, realizzato attraverso un processo di profilatura, calandratura ed aggraffaggio della lamiera stessa.

Il serbatoio, lunghezza max. di 15,00 m, diametro 2,80 m (tolleranza diametro: $\pm 2\%$) e munito di:
fondi circolari in acciaio S235JR zincato secondo UNI EN 1461, di idoneo spessore;
pozzetti d'ispezione in acciaio S235JR zincato secondo UNI EN 1461, di diametro non inferiore a mm. 800;
tubazioni in ingresso/uscita in acciaio zincato a caldo;
raccordi e collegamenti.

La tenuta stagna sarà assicurata da guarnizioni in EPDM diametro 4mm inserite lungo le zone di aggraffaggio della lamiera.

Il serbatoio sarà dimensionato per reggere ai carichi stradali di norma (D.M. 04.05.90). Lo spessore della lamiera sarà di 2,50 mm. Il serbatoio andrà posato in trincea che sarà di larghezza pari ad almeno 2 volte il diametro del serbatoio e di profondità non inferiore al diametro maggiorato di 0,80 /1,00 mt. Il sottofondo, un letto di almeno 0,20 mt di profondità, deve essere realizzato con materiale sabbioso. Le pareti laterali della trincea ed il ricoprimento vengono compattati perfettamente a strati di spessore 0,20 - 0,30 mt e realizzati con materiale da rilevato stradale classificato secondo CNR UNI 10006 del gruppo A1 - A2 - A3, con assenza di impurezze organiche ed inorganiche.

Il serbatoio dovrà essere dimensionato per garantire una durata minima di 50 anni in ambiente con livello di aggressività medio-basso (Acidità terreno/acqua: pH compreso tra 6 ed 8. - Resistività terreno/acqua 10.000 Ohm*cm.).

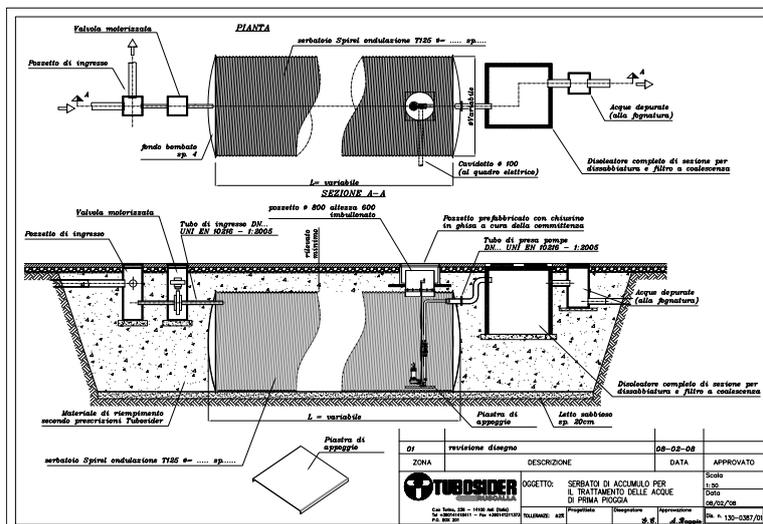
Restano esclusi la fornitura e posa di chiusini carrabili ed eventuali collari in cls prefabbricato, il collegamento ad impianti e/o reti fognarie esistenti, tutte le opere inerenti allo scavo ed al reinterro, l'eventuale esaurimento di acque di falda, tutti gli impianti di sollevamento e depurazione, ed eventuali trattamenti protettivi aggiuntivi.

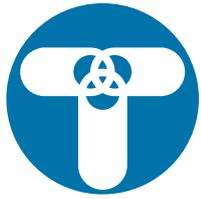
VOCE DI ELENCO PREZZI:

Art. _____

Fornitura, trasporto ed installazione di serbatoio per acque di prima pioggia e/o laminazione, in acciaio, di tipo cilindrico e modulare denominato "Spirel", carrabile ai carichi stradali di norma (D.M. 04.05.90), di spessore variabile 2,5 mm e dimensionato per garantire una durata minima di 50 anni.

Prezzo fornitura e trasporto serbatoi: €/a corpo





TUBOSIDER
GRUPPO RUSCALLA



TUBOSIDER
GRUPPO TUSCALLA



TUBOSIDER S.p.A
Corso Torino, 236 - 14100 ASTI (Italy)
Tel +39 0141 418411 - Fax +39 0141 211373
e-mail: Info@tubosider.it
<http://www.tubosider.com>

TUBOSIDER ESPAÑOLA S.A.
Pelleter, 9, Entlo. - 46008 VALENCIA (España)
Tel. +34 96 3849807 - Fax +34 96 3849801
e-mail: tubosidercentral@tubosider.es
<http://www.tubosider.es>

TUBOSIDER FRANCE S.A.
Z.I. Lyon Nord - 765, avenue des Frères Lumière - 69250 NEUVILLE SUR SAONE (France)
Tel +33 472082410 - Fax +33 4789177299
e-mail: contact@tubosider.fr
<http://www.tubosider.fr>

TUBOSIDER HUNGÁRIA Kft
Budai Utca, 12 - H-2051 BIATORBÁGY (Hungária)
Tel. +36 23 311669 - Fax +36 23 312116
e-mail: info@tubosider.hu
<http://www.tubosider.hu>

TUBOSIDER UK Ltd
10 Sutton Fold Industrial Estate - Off Lancots Lane - Sutton - ST HELENS - Merseyside - WA9 3EX
Tel +44 1744 452900 - Fax +44 1744 452949
e-mail: sales@tubosider.co.uk
<http://www.tubosider.co.uk>

TUBOSIDER AMERICA LATINA S.A.
Avda. Pdte. Kennedy 5757 Of.801 - Torre Oriente - Las Condes - SANTIAGO (Chile)
Tel. +56 2 4303700 - Fax +56 2 4303777
e-mail: tubosider@tubosider.cl
<http://www.tubosider.cl>



CONDOTTE e strutture portanti in acciaio ondulato



SERBATOI e vasche di laminazione



BARRIERE metalliche di sicurezza



TERRITORIO opere di protezione



GALLERIE rivestimenti e allestimenti



RUMORE opere di difesa

www.tubosider.com



Versione 3.0