

# Trenchless Technologies

Guida per l'impiego delle Tecnologie  
a basso impatto ambientale





1994-2024



**ITALIAN  
ASSOCIATION  
FOR  
TRENCHLESS  
TECHNOLOGY**





**Stampa**

**Fotolito Moggio Srl**

Strada Galli 5 - 00100

Villa Adriana (RM)

Tel. 0774381922 - 0774382426

Fax 077450904

[info@fotolitomoggio.it](mailto:info@fotolitomoggio.it)



*“Ogni sfida è un’opportunità per imparare,  
una possibilità di testare le nostre capacità e conoscenze”*





# Indice

---

<b>Introduzione del curatore del libro</b>	<b>3</b>
<b>Prefazione del Presidente IATT</b>	<b>4</b>
<b>L'Associazione</b>	<b>6</b>
<b>Lavorare con le tecnologie Trenchless</b>	<b>8</b>
<b>Impatti ambientali, energetici e sicurezza sul lavoro</b>	<b>10</b>
<b>Classificazione delle tecnologie Trenchless (o No Dig)</b>	<b>12</b>
<b>Visita la Trenchless City!</b>	<b>14</b>
<b>Indagini conoscitive - Localizzazione</b>	<b>17</b>
Sistemi Georadar (GPR Ground Penetrating Radar)	19
Metodi Elettromagnetici (EML - Electro Magnetic Locator)	22
Sistemi Sonar e Laser	24
Sistemi per la caratterizzazione del suolo e sottosuolo	25
Sistemi per la marcatura elettronica delle reti del sottosuolo	28
<b>Indagini conoscitive - Ispezione</b>	<b>31</b>
Sistemi di ispezione con telecamere (CCTV)	33
Sistemi per la ricerca delle perdite	35
Sistemi di ispezione con Pig intelligenti	37
Sistemi d'ispezione con Drone	40
<b>Nuove Installazioni - Perforazioni orizzontali guidate</b>	<b>43</b>
Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)	45
Scudo Direzionale Aperto (Pipe Jacking)	48
Micro tunnel (Microtunnelling)	51
Talpa Meccanica (TBM - Tunnel Boring Machine)	54
Micro tunnel con spinta e tiro del tubo (Direct Steerable Pipe Thrusting)	57
Pozzi sub verticali (Raise Boring)	59
Perforazione a spinta controllata (Pilot System)	61

<b>Nuove Installazioni - Perforazioni orizzontali non guidate</b>	<b>65</b>
Pressotrivella	67
Spingitubo a percussione pneumatica (Pipe Ramming)	69
Talpa a percussione	71
<b>Nuove Installazioni - Tecnologie associate</b>	<b>75</b>
Miniscavi (Mini e Micro trincee)	77
Aratro (Mole Ploughing)	80
Posa di cavi in Fibra Ottica in infrastrutture fognarie	82
<b>Risanamento - Rinnovo non strutturale</b>	<b>87</b>
Rivestimento con malte cementizie (Cement Mortar Line)	89
Rivestimento con resine epossidiche (Spray Epoxy Lining)	91
<b>Risanamento - Rinnovo strutturale</b>	<b>95</b>
Rivestimento con liner polimerizzato in sito (CIPP - Cured in Place Pipe)	97
Spiral Wound	100
Relining con Liner incollati (Adhesive Baked Hoses)	103
Tubolari fibro-rinforzati (Hose Lining)	106
Risanamento di pozzetti fognari e manufatti con liner in poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV)	108
<b>Risanamento - Sostituzione (strutturale)</b>	<b>111</b>
Risanamento di condotte con tubi continui (Slip Lining)	113
Risanamento a Conci (Discrete Pipes)	115
Tecnologie Close Fit	117
Sostituzione di tubi con frantumazione (Pipe Bursting) o con taglio (Pipe Splitting)	121
<b>Risanamento - Riparazione</b>	<b>125</b>
Riparazione delle tubazioni in caso di danni localizzati (Local Repair)	127
Riparazione automatizzata delle perdite idriche (TALR-Trenchless Automated Leakage Repair)	129
Riparazione di pozzetti fognari e manufatti con elementi discreti (Panel Lining)	131



Tecnologie robotiche di aspirazione	133
Riparazione con tecnologie a spruzzo per condotte di scarico negli edifici	135
<b>Tecnologie per lavori trenchless e Materiali</b>	<b>139</b>
Sistemi di Scavo con escavatore a risucchio	141
Trattamento dei fanghi con Decanter Centrifugo	143
Tubazioni	145
Giunti per lavori CIPP - Cured in Place Pipe	150
<b>Il quadro normativo</b>	<b>153</b>
Norme e Decreti	154
Le Prassi di Riferimento	156
<b>I nostri Sponsor</b>	<b>159</b>





## Introduzione del curatore del libro

Ho dedicato molti anni della mia carriera a SNAM, dove ho avuto l'opportunità di contribuire attivamente all'implementazione di numerose tecnologie trenchless che hanno portato a successi tangibili. Successivamente, ho proseguito la mia collaborazione con Imprese del settore, convinto dell'importanza della diffusione della cultura trenchless. Durante questo percorso, mi sono reso conto della straordinaria eccellenza tecnologica presente in Italia, contrapposta a una diffusa mancanza di conoscenza e consapevolezza a tutti i livelli decisionali. È grazie all'inestimabile supporto di IATT e alla collaborazione di soci e amici che è stato possibile realizzare questo libro. Il suo scopo è quello di permettere anche a chi è inesperto in materia, di familiarizzare con queste tecnologie, di comprenderle e di stimolare la possibilità del loro utilizzo.

Ringrazio, in particolare, il dr. Feliciano Esposto, Coordinatore delle Commissioni Tecniche Permanenti di IATT, per la paziente raccolta del materiale e il suo assemblaggio, e il dr. Alessandro Olcese, Direttore Scientifico di IATT, per l'importante contributo tecnico fornito.

Questo volume non pretende di essere un trattato tecnico; al contrario, si propone di offrire brevi e chiare descrizioni delle diverse tecnologie. Auspico che possa raggiungere gli operatori del settore in tutte le regioni d'Italia, fornendo loro gli strumenti necessari per valutare quale tecnologia sia più idonea ai progetti in corso. Sono certo che i cittadini apprezzeranno i benefici derivanti da queste innovazioni.



**Gianmario Giurlani**  
*Consigliere IATT*

# **Prefazione**

---

## **del Presidente IATT**

Negli ultimi dieci anni il settore delle tecnologie trenchless si è velocemente ampliato in termini di prodotti, macchinari, sistemi e attrezzature.

Tale espansione è frutto della continua ricerca volta a individuare soluzioni sempre più performanti per la posa e la manutenzione delle reti dei servizi.

Inoltre, si è cominciato a registrare un cambio di mindset nei confronti del no dig, prima fortemente demonizzato e spesso considerato solo l'alternativa ai metodi tradizionali di scavo per installare o mantenere condutture.

Il sottosuolo delle nostre città è ormai congestionato dalla presenza di sottoservizi e intervenire diventa difficoltoso. Inoltre, il costo dei ripristini di una strada o di un'area paesaggistica dopo la posa di reti con tecniche tradizionali è decisamente superiore al costo d'installazione dell'infrastruttura stessa. Di contro, le tecniche che evitano o limitano l'effrazione della superficie viabile e/o pedonale determinano importanti benefici ambientali e sociali per la collettività.

Ancora oggi, però, il concetto di trenchless technology è associato a un'idea futuristica, anche se le soluzioni no dig non sono nuove tecnologie; già nel 1800, infatti, si praticavano metodi per la perforazione orizzontale e da allora questo comparto si è evoluto molto.

Gli strumenti odierni comprendono sofisticati metodi di perforazione e risanamento, sistemi di alimentazione all'avanguardia, tecniche di guida elettronica e materiali sempre più efficienti. Queste tecnologie possono essere utilizzate più rapidamente, in modo più sicuro, più accurato e in molti casi più economico rispetto ai metodi tradizionali.

La tecnologia ha svolto un ruolo importante in termini di progresso, ma



l'economicità è diventata la forza trainante che ha reso popolari questi sistemi; "trenchless" è certamente diventata la parola d'ordine nella costruzione e manutenzione dei sottoservizi e assisteremo a un impatto crescente man mano che appaltatori, imprese, utilities e studi di progettazione acquisiranno le migliori conoscenze, individuando vantaggi e limiti.

Quando l'idea di questo libro è stata concepita, era difficile identificare e selezionare gli argomenti specifici da includere. Appena abbiamo cominciato a ragionarci, però, è diventato evidente come in diversi ambienti manchi ancora una cultura di base del no dig.

La maggior parte delle informazioni relative all'uso di tali tecnologie è stata diffusa attraverso riviste specializzate e atti dei convegni, ma ciò non basta.

Lo scopo di questa pubblicazione, dunque, è fornire un'ampia panoramica delle opzioni oggi presenti in Italia, fungendo da introduzione al trenchless con un carattere divulgativo. In queste pagine si avrà un primo approccio alle potenzialità di settore, non un manuale di progettazione per l'utente.

Il volume è costituito in schede classificate per tipologia di intervento, corredate da immagini e video, richiamando norme o prassi tecniche di riferimento dove presenti e fornendo collegamenti ai relativi prezziari (tramite il sito web della IATT).

Sono fiducioso che questo libro possa sensibilizzare quanti ancora non hanno potuto percepire appieno le potenzialità, i campi di applicazione e la centralità delle tecnologie trenchless in termini di sviluppo sostenibile. Ringrazio il consigliere Gianmario Giurlani, promotore di questa iniziativa, e i componenti del Comitato di Redazione.



**Paolo Trombetti**  
*Presidente IATT*

## L'Associazione

---



IATT (Italian Association for Trenchless Technology) è una associazione nazionale di categoria senza fini di lucro fondata nel 1994 con il fine di promuovere le conoscenze tecniche e scientifiche nel campo delle tecnologie trenchless (o no dig) per la posa e il risanamento delle reti dei sottoservizi (elettriche, di telecomunicazione, gas, energia, acquedotti e fognature), favorendone la diffusione presso le Pubbliche Amministrazioni, le Aziende di gestione delle reti di servizi, le Imprese e i professionisti del settore.

Le tecnologie trenchless o no dig - letteralmente traducibile in "tecnologie senza scavo" - sono soluzioni tecnologicamente avanzate che permettono di effettuare interventi nel sottosuolo, limitan-

do o eliminando del tutto lo scavo a cielo aperto, la movimentazione dei terreni da cava e verso discarica, il danneggiamento delle strade e di conseguenza, limitando il disturbo alle attività economiche, di residenza e di svago, grazie a cantierizzazioni veloci e di ridotta dimensione.

Alcune di queste tecnologie trovano inoltre applicazione per il consolidamento di versanti franosi e per la bonifica di siti inquinati, coadiuvando così la salvaguardia del patrimonio ambientale.

L'Associazione è affiliata alla ISTT (International Society for Trenchless Technology), organizzazione internazionale con sede a Londra, cui fanno riferimento 28 Associazioni in rappresentanza di 34 Paesi.



La forza dell'Associazione è quella di rappresentare gli interessi dell'intera filiera del no dig: i produttori di macchinari e materiali, le Imprese installatrici, importanti Aziende di gestione delle reti di servizi e diverse Amministrazioni Pubbliche.

Perché scavare quando esistono soluzioni alternative? Questa è la nostra filosofia e per la diffusione della cultura trenchless, l'Associazione organizza Convegni, Corsi e Seminari tecnici e collabora attivamente con Enti e Associazioni nazionali di categoria, quali l'ANCE, Formedil, Unindustria, Utilitalia, i vari Ordini professionali, ANCI, Eursafe e diverse Università italiane.

Dal 2019, l'Associazione pubblica la rivista Italia NO DIG - La rivista nazionale delle tecnologie a basso impatto ambientale, di carattere tecnico istituzionale, scaricabile gratuitamente dal sito IATT, per diffondere la voce di importanti stakeholders e l'esperienza delle Aziende specialistiche del settore.



**Paola Finocchi**  
*Segretario Generale IATT*

**Italia NO DIG**  
La rivista nazionale delle tecnologie a basso impatto ambientale

una strategia chiara per il Paese

Intervista ad Alessio Butti  
Sottosegretario alla Presidenza del Consiglio per l'Innovazione

# Lavorare con le tecnologie Trenchless

## Normativa

Il Decreto Legislativo 163/2006 - Regolamento di esecuzione e di attuazione Codice dei Contratti Pubblici (DLgs 36/2023), ha introdotto per le tecnologie trenchless una specifica Categoria di Opere specialistiche (Categoria OS35) denominata «Tecnologie a basso impatto ambientale» per evidenziarne la peculiarità principale di sostenibilità degli interventi.

Questo importante riconoscimento sancisce l'alta professionalità del personale impiegato dalle Imprese installatrici e permette, oggi, di poter appaltare direttamente lavori trenchless alle Imprese del settore, da sempre relegate al subappalto, con conseguente beneficio economico per l'intera filiera.

Inoltre, per alcuni settori specifici, come le telecomunicazioni, il Legislatore ha emanato una serie di decreti (ad esempio DLgs 33/2016, c.d. "Decreto Fibra") che raccomandano l'uso delle tecnologie trenchless, riconoscendole come abilitanti per l'attuazione dei grandi piani, pubblici e privati, volti ad abbattere il Digital Divide.

## Prassi di Riferimento e Norme Tecniche

Per favorire l'appalto di opere trenchless, l'Associazione collabora da oltre dieci anni con l'UNI - Ente Nazionale Italiano di Unificazione o Ente Italiano di Normazione - e con Unindustria, alla pubblicazione di Prassi di Riferimento (PdR) sulle tecnologie trenchless, documenti tecnici al servizio della normazione e del mercato, proposti da soggetti rappresentativi del settore, qual è IATT, e scaricabili gratuitamente dal sito dell'UNI. Trascorsi cinque anni dall'immissione sul mercato, se ritenute di interesse, le PdR vengono trasformate in vere e proprie



Norme Tecniche.

## Prezzari

Per orientare le Stazioni appaltanti sugli aspetti economici, l'Associazione dal 2008 collabora con il DEI - Tipografia del Genio Civile - alla pubblicazione semestrale (edizioni maggio e novembre) del Volume "Urbanizzazione Infrastrutture e Ambiente" della collana editoriale "Prezzi Informativi dell'Edilizia", dove cura lo specifico Capitolo dedicato alle «Tecnologie a basso impatto ambientale». L'Associazione, inoltre, supporta le Commissioni regionali deputate, nell'elaborazione dei prezzari locali di riferimento.

## Figure professionali

Scegliere tra le tante tecnologie disponibili sul mercato, individuare quella migliore e più conveniente per il tipo di intervento che si vuole effettuare, può risultare a volte difficile, anche considerando la velocità con cui queste tecnologie innovative evolvono, spinte dal mercato e dalle richieste della Committenza. L'Associazione ha, pertanto, promosso con una specifica Prassi di Riferimento, la creazione di nuove figure professionali, certificate da organismi qualificati, che permetterà soprattutto ai tanti professionisti del settore di vedere riconosciuta la propria professionalità.

Le nuove figure sono il Trenchless Specialist, progettista specializzato dell'opera trenchless e il Trenchless Manager, figura di supporto alla Committenza e alle Imprese nelle scelte e nella risoluzione di qualsiasi problematica connessa alla progettazione, appalto, ed esecuzione di una lavorazione trenchless.



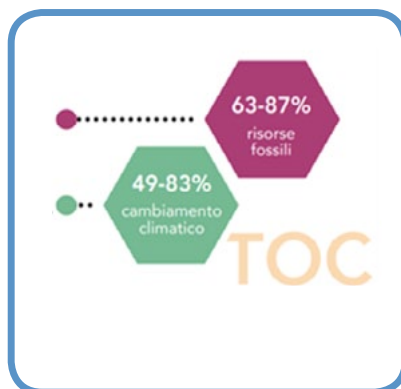
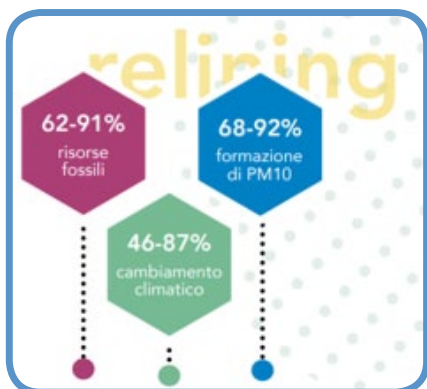
**Stefano Tani**  
Vice Presidente IATT



## Impatti ambientali, energetici e sicurezza sul lavoro

Studi condotti dall'Associazione con l'Università La Sapienza di Roma per il settore delle Telecomunicazioni, e con l'Università Politecnica delle Marche per il Servizio Idrico Integrato, mostrano significativi vantaggi ambientali ( 80%) e sensibili risparmi energetici (-56%) rispetto agli interventi con scavo tradizionali.

Tipologia di costo (riferimento 150 metri di scavo)	Riduzione % dei costi delle tecnologie no-dig vs scavo tradizionale	
	% di riduzione con Directional drilling	% di riduzione con Minitrincea
Costo d'installazione	-29%	-64%
Costo legato all'aumento del traffico viario	-74%	-74%
Costo d'impatto ambientale	-74%	-74%
<b>RIDUZIONE % MEDIA TOTALE</b>	<b>-70%</b>	<b>-73%</b>





Riferimento: 1 km di scavo	TECNOLOGIA	CONSUMO (litri)				CONSUMO (TEP/km)
		LAVORAZIONE		MOVIMENTAZIONE		
		Benzina	Diesel	Benzina	Diesel	
TRADIZIONALE	SCAVO TRADIZIONALE	180	1260	-	780	<b>1,98</b>
INNOVATIVA	MINITRINCEA CLASSICA	11	532	-	346	<b>0,79</b>
	MINITRINCEA RIDOTTA	7	399	-	346	<b>0,67</b>
	DIRECTIONAL DRILLING	11	865	-	240	<b>0,99</b>

	Scavo Tradizionale	Mini Trincea Classica	Mini Trincea Ridotta	Directional Drilling
<b>RISPARMIO % (TEP/km)</b>	-	60%	66%	50%

Inoltre, uno studio condotto dall'Inail, evidenzia come le tecnologie trenchless riducano fino a 70% gli incidenti sui cantieri, grazie alla drastica riduzione dello scavo e l'assenza di operatori nel fronte di scavo.

## Volume sullo studio condotto da Inail nel 2016:

Riduzione del rischio nelle attività di scavo

*Guida per datori di lavoro, responsabili tecnici e committenti*



L'Associazione, in questi ultimi anni, si è impegnata assiduamente per il riconoscimento di questi importanti risultati, convinta che le tecnologie trenchless possano davvero dare un contributo significativo al raggiungimento degli obiettivi di sostenibilità ambientale e ricoprire un ruolo strategico nella transizione ecologica e digitale, perfettamente in linea con i dettami della tassonomia europea.

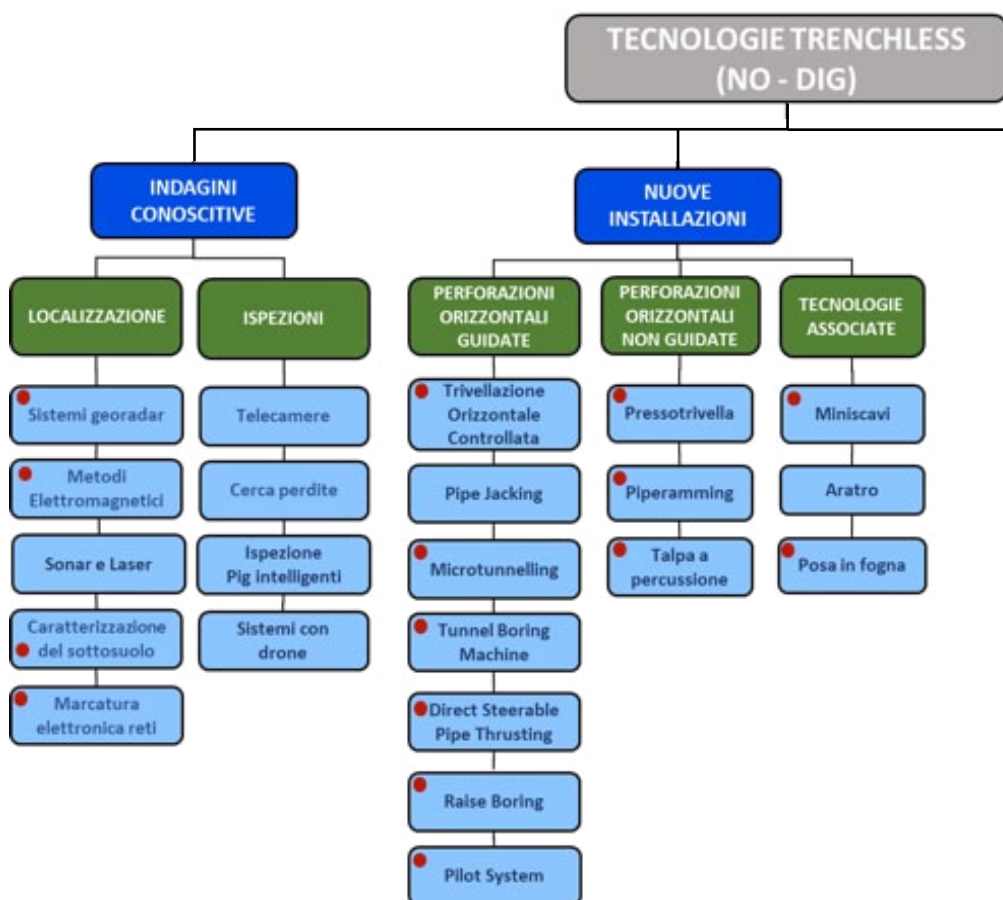


**Alessandro Olcese**  
Direttore Scientifico IATT

# Classificazione delle tecnologie Trenchless (o No Dig)

Le tecnologie trenchless sono suddivise, a livello internazionale, in tre principali famiglie a seconda del tipo di intervento "non invasivo" a cui sono destinate. Nello schema sono rappresentate le tecnologie utilizzate in Italia e descritte nel presente libro.

● pubblicata la relativa Prassi di Riferimento UNI



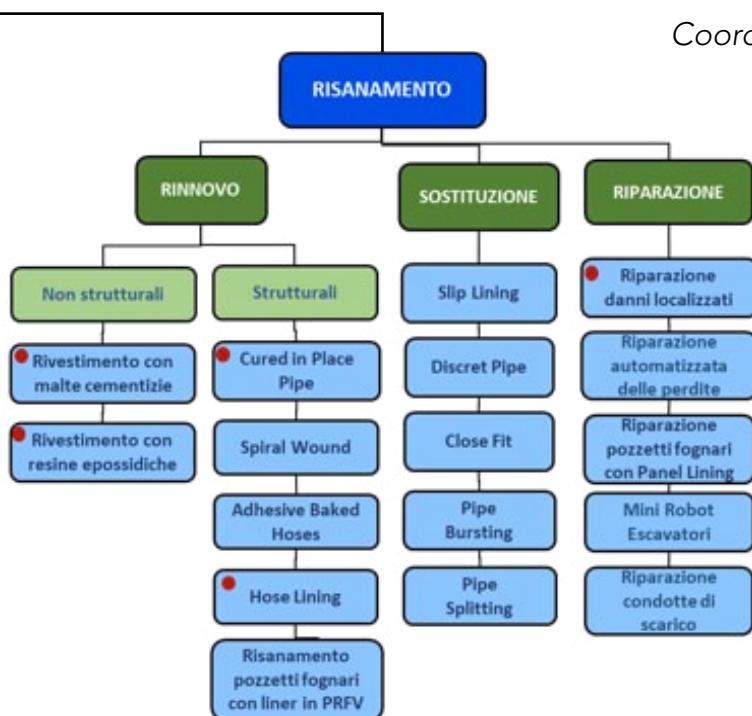


L'Associazione ha costituito al proprio interno delle Commissioni Tecniche Permanenti (CTP) per famiglia tecnologica, con lo scopo di verificare lo stato dell'arte della normativa italiana, europea e extraeuropea, di redigere documenti tecnici e prezari di riferimento propeedeutici alla stesura di Capitolati d'appalto, oltre che promuovere

azioni volte alla diffusione delle tecnologie trenchless. La costituzione di questi organismi ha consentito un grande balzo in avanti per la diffusione della cultura trenchless e il presidio del mercato di riferimento, con risultati tangibili in termini di ricorso a queste tecnologie che, negli ultimi tre anni, ha registrato un aumento del 30%.



**Feliciano Esposto**  
*Coordinatore delle CTP IATT*



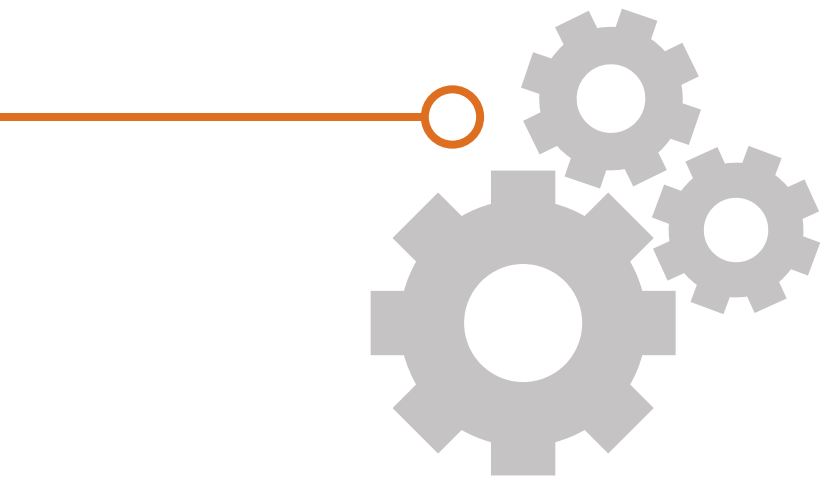
## Visita la Trenchless City!

L'Associazione organizza periodicamente la manifestazione "Italia NO DIG LIVE", unica in Italia dedicata esclusivamente alle tecnologie trenchless, vetrina per l'intera filiera produttiva del settore, soprattutto nazionale, offre l'opportunità di:

- assistere dal vivo all'impiego delle tecnologie trenchless, attraverso prove in campo
- accrescere le proprie conoscenze teoriche e pratiche attraverso la partecipazione a Convegni e Seminari, accreditati da vari ordini professionali;
- instaurare nuove collaborazioni sia di valore tecnologico che di business con aziende italiane ed estere.







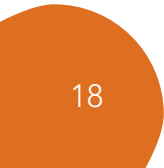


INDAGINI  
CONOSCITIVE  

---

  
LOCALIZZAZIONE







## **Sistemi Georadar** (GPR Ground Penetrating Radar)

---

Prima di effettuare qualsiasi intervento di posa con tecnologie trenchless, è importante conoscere lo stato di occupazione del sottosuolo con altre infrastrutture dei servizi.

Una mappatura puntuale, infatti, permette di effettuare la migliore progettazione in termini di scelta del tracciato di posa e della tecnologia trenchless più adatta, evitando così dispendiose varianti in fase di lavorazione, con conseguenti oneri economici e temporali, blocchi cantiere e/o danni alle infrastrutture esistenti.

Le tecnologie per il rilevamento delle tubazioni nel sottosuolo - comprese nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - si basano su principi fisici, pertanto, variano in funzione delle caratteristiche delle tubazioni, delle proprietà intrinseche dei materiali e della natura del fluido trasportato.

Per una corretta scelta della tecnologia, vanno distinte:

- **Reti che emettono campi elettromagnetici**
  - reti conduttive generatrici di campi (rame, alluminio, piombo, acciaio, ghisa, ecc.)
  - reti non conduttive in cui il campo viene generato da un elemento supplementare
- **Reti che non emettono campi elettromagnetici**
  - reti non conduttive utilizzate sia per il trasporto a secco che umido, realizzate con materiali non metallici (Polietilene alta densità PEHD, PVC, guaina composita, cavi in fibra ottica, calcestruzzo, gres, ecc.)
  - reti conduttive che non generano campi nonostante siano metalliche (ad esempio ghisa con giunti isolanti)

## Descrizione

La tecnologia Georadar - compresa nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - consente di rilevare, in modo non distruttivo e non invasivo, la presenza e la posizione di oggetti presenti nel sottosuolo per diversi metri in profondità, utilizzando il fenomeno della riflessione delle onde elettromagnetiche a particolari frequenze. Tale tecnologia permette di rilevare oggetti di qualsiasi tipo di materiale, sia conduttivo che non conduttivo.

Il sistema - costituito da un'unità di controllo e da una o più antenne - permette di acquisire, elaborare e interpretare i dati, restituendo elaborati grafici (cartacei o elettronici) bi/tri dimensionali in pianta o in sezione.

A seconda del numero di antenne e della frequenza utilizzata per l'indagine, la tecnica permette di rilevare, più o meno accuratamente, la posizione e la dimensione degli oggetti presenti nel sottosuolo.

## Campi di applicazione

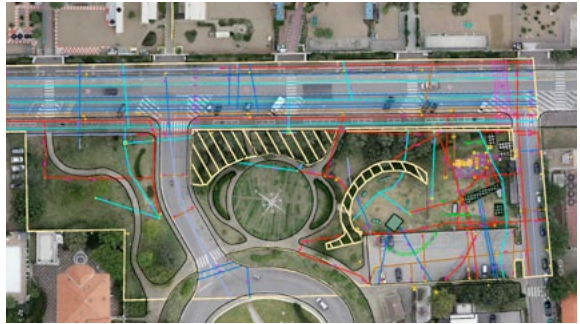
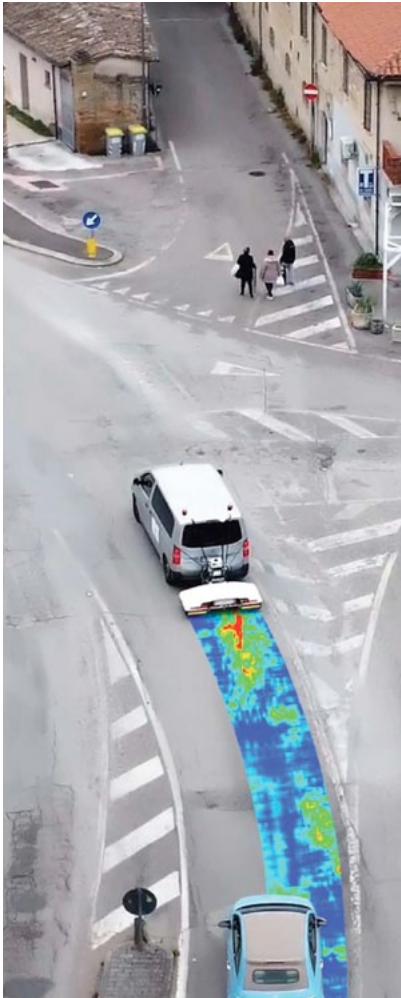
L'uso della tecnologia è propedeutico all'impiego delle tecnologie di posa trenchless che comportino perforazioni o scavi ridotti perché permette di effettuare la progettazione della posa in funzione della presenza delle reti dei sottoservizi. Permette inoltre di effettuare analisi dei profili stratigrafici, indagini archeologiche e di ingegneria civile e ambientale.

Il suo impiego è condizionato principalmente dalle caratteristiche geologiche del terreno (la presenza di acqua, ad esempio, attenua la capacità di penetrazione dell'onda elettromagnetica) e dal tipo di oggetti presenti nel sottosuolo (per esempio la presenza di maglie metalliche).



## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 26.1:2017 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Sistemi per la localizzazione e mappatura delle infrastrutture nel sottosuolo" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili



# Metodi Elettromagnetici (EML - Electro Magnetic Locator)

---

## Descrizione

I Metodi Elettromagnetici consentono l'individuazione nel sottosuolo di strutture metalliche (cavi e condotte), sfruttando la proprietà di generazione di campi magnetici. I localizzatori possono essere utilizzati nelle seguenti modalità:

- **localizzazione passiva:** il ricevitore localizza i cavi o i tubi che emettono campi elettromagnetici o radiofrequenze.
- **localizzazione attiva:** il ricevitore localizza i cavi o tubi che sono stati energizzati attraverso un trasmettitore o rileva la posizione di sonde inserite all'interno delle tubazioni da localizzare.

### I localizzatori elettromagnetici hanno le seguenti caratteristiche:

- rilevano il campo magnetico irradiato da cavi elettrici sotto tensione con un flusso di corrente attivo. Questa strumentazione ha il limite di non rilevare i cavi nei quali non vi è flusso di corrente, ad esempio l'illuminazione pubblica durante il giorno.
- rilevano segnali radio a bassa frequenza, che possono essere raccolti e riemessi per induzione elettromagnetica da cavi e tubi metallici.

Questa tecnologia permette di fornire risultati rapidi per i progettisti e gli installatori in modo da evitare guasti sulle reti durante le lavorazioni.

## Campi di applicazione

Tale tecnologia copre un vasto campo di applicazione permettendo di individuare reti di sottoservizi metalliche di vario materiale quali cavi



elettrici a bassa, media e alta tensione, tubazioni rivestite in acciaio, ghisa, rame, piombo, alluminio ed anche cavi elettrici e in fibra ottica se contenenti un elemento centrale o armature in acciaio o alluminio.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 26.1:2017 – “Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrato a basso impatto ambientale - Sistemi per la localizzazione e mappatura delle infrastrutture nel sottosuolo”



Link utili



# Sistemi Sonar e Laser

---

I Sistemi Sonar e Laser - compresi nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - permettono di individuare le tubazioni dei sottoservizi e di caratterizzarne profilo e dimensione.

I Sistemi Sonar sono impiegati per effettuare indagini su tubazioni convoglianti acqua potabile o industriale, mentre i Sistemi Laser su tubazioni vuote.

## Descrizione

- **Sistema Sonar:** si basa sull'emissione di onde sonore e l'analisi del loro comportamento nella propagazione attraverso l'acqua. Quando le onde sonore incontrano un oggetto o un liquido, parte della loro energia viene rifratta nella direzione di un trasmettitore che, spostato nei vari punti sul terreno permette di individuare l'esatta posizione e profondità dell'oggetto colpito attraverso il ritardo con cui il segnale viene riflesso attraverso il terreno.
- **Sistema Laser:** si basa sull'emissione di onde elettromagnetiche monocromatiche e coerenti che permettono una scansione rapida e precisa di un oggetto, attraverso la registrazione dell'onda riflessa dall'oggetto colpito.

## Campi di applicazione

Questi sistemi consentono di individuare e caratterizzare qualsiasi tipologia di tubazione, misurandone il profilo, i diametri assoluti, l'ovalità, le crepe e le discontinuità che possono influire sulle prestazioni della tubazione e rilevano la presenza di eventuali detriti accumulati nella stessa. Permettono inoltre di individuare cambi significativi nella stratigrafia geologica del terreno.



## Sistemi per la caratterizzazione del suolo e sottosuolo

---

Effettuare interventi nel sottosuolo per la posa delle infrastrutture dei servizi con tecnologie trenchless richiede un'accurata caratterizzazione preliminare del suolo e del sottosuolo al fine di valutare la fattibilità tecnica dell'intervento, la migliore tecnologia trenchless da adottare, oltre che la definizione delle varie fasi progettuali e del profilo di scavo da seguire.

### Descrizione

Le tecnologie di caratterizzazione del suolo e sottosuolo - comprese nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - dipendono dal contesto ambientale, dalla tipologia dell'opera da realizzare (puntuale o lineare) e dall'ambito in cui si opera (urbano, extraurbano).

In ambito extraurbano, di norma, saranno necessari:

- rilievo topografico (con particolare attenzione ai punti in cui è necessario effettuare lo scavo);
- inquadramento geologico del sito con esame della cartografia geologica esistente e osservazioni in sito;
- indagini geognostiche, con saggi e/o con sondaggi a carotaggio continuo in numero adeguato alla ricostruzione stratigrafica e prove penetrometriche, utili alla valutazione della resistenza dei terreni coinvolti (limi, sabbie, argille e ghiaie), del peso di volume, dell'angolo di attrito interno, del modulo elastico e del "fattore sottosuolo" che corrisponde alla costante necessaria per calcolare il raggio di curvatura di una perforazione;
- indagini geofisiche, utili per l'identificazione geologica del terreno, la rilevazione della presenza di falda acquifera, cavità, manufatti sepolti, ricerca della dimensione di un substrato e la valuta-



zione delle caratteristiche meccaniche degli strati. Le principali indagini di questo ambito sono quelle geoelettriche (misurazione della resistività apparente mediante immissione di corrente diretta e misurazione della differenza potenziale), sismiche (a rifrazione e a riflessione, ovvero indagini attive che studiano la propagazione delle onde di taglio nel sottosuolo), microgravimetria (studio delle variazioni locali del campo gravitazionale) e georadar (GPR);

- prove di laboratorio geotecnico per la classificazione dei terreni (analisi petrografiche, peso di volume, granulometrie, limiti di Atterberg), per la valutazione della compressione non confinata (prove triassiali su terreni coesivi e prove monoassiali su rocce), per la definizione di abrasione e durezza su rocce e di permeabilità per terreni fini (prove edometriche). Per i sondaggi in roccia risulta importante l'esecuzione di prove RQD (rock quality designation) per la rilevazione del numero e della frequenza di eventuali fessurazioni. Per effettuare una perforazione è importante conoscere la tipologia precisa del terreno, poiché terreni coesivi possono essere privi di consistenza o molto consistenti, terreni rocciosi possono avere una resistenza molto alta (es. quarziti) o molto bassa (es. arenarie e tufi). È importante, pertanto, acquisire tutti i parametri che permettano di effettuare le giuste scelte progettuali (resistenza a compressione, spaziatura tra i giunti, condizione idraulica, ecc.);
- stesura di una relazione geotecnica, che sintetizza i risultati di tutte le prove eseguite e che definisce il modello geologico dell'area.

In ambito urbano vengono eseguite le medesime attività, con l'aggiunta di una mappatura dei sottoservizi esistenti più dettagliata da effettuare con tecniche georadar (GPR).

Una buona campagna di indagini rappresenta la giusta base per una sana progettazione che, di fatto, si traduce nella migliore scelta della tecnologia da utilizzare, nel limitare varianti dispendiose in termini economici e temporali, oltre che nell'evitare danni alle infrastrutture esistenti durante la posa delle nuove reti.



## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 26.3:2017 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Sistemi di perforazione guidata: Trivellazione orizzontale controllata (TOC)" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili



# Sistemi per la marcatura elettronica delle reti del sottosuolo

---

La marcatura elettronica delle reti dei sottoservizi - compresa nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - permette una localizzazione precisa, veloce ed efficiente delle infrastrutture presenti nel sottosuolo (condotte o manufatti di vario genere), facilitandone le successive fasi di controllo e, in caso di manutenzione o di guasto, consentendo di individuare in maniera mirata i punti di intervento. Può essere applicata sia in occasione della posa delle infrastrutture, sia successivamente sugli elementi di rete esistenti.

## Descrizione

La marcatura può essere effettuata con Marker di vario tipo che, oltre a permettere l'individuazione dell'elemento di rete, forniscono informazioni sulle caratteristiche della rete. Un localizzatore elettronico permette successivamente di individuare i marker e di acquisire le informazioni memorizzate.

Dal punto di vista tecnologico la marcatura elettronica può avvenire con:

- **Marker con dati preinstallati:** permettono la sola lettura dei dati inseriti in fase di posa (lettura);
- **Marker con dati modificabili:** che permettono di inserire, anche successivamente alla posa, i dati che interessa memorizzare (scrittura/lettura).

In funzione della natura del terreno, della profondità dell'infrastruttura posata o da posare e dei materiali della rete dei sottoservizi, si può scegliere di installare gli elementi di marcatura con diverse caratteristiche:

- **Passivi discontinui sotterranei:** posizionati ancorati alla rete, integrati in altri dispositivi della rete o posizionati in prossimità di essa.
- **Passivi continui sotterranei:** posizionati ancorati lungo la rete in uno spazio predefinito o inseriti in nastri di segnalazione posati in prossimità della rete.



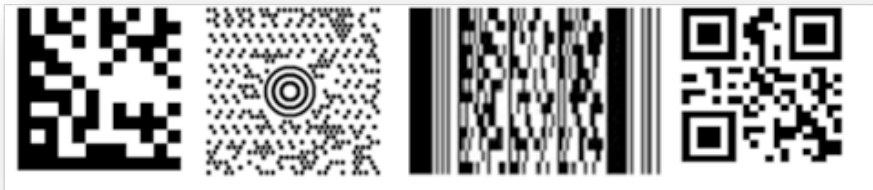
- **Passivi per il soprasuolo:** posizionati su elementi superficiali della rete e muniti di Barcode, QR Code o con “memoria a contatto”.

## Campi di applicazione

La marcatura elettronica è applicabile a qualsiasi tipo di sottoservizio, quali telecomunicazioni, energia, gas e Servizio idrico integrato.

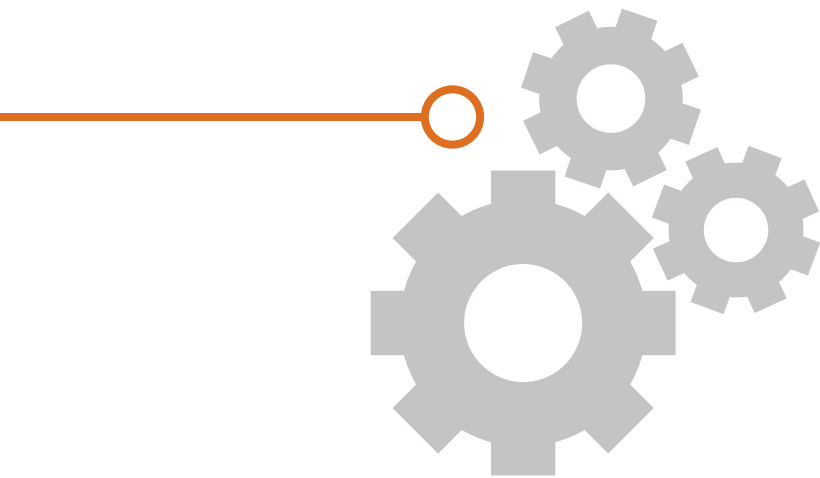
## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 38:2018 - “Marcatura elettronica di reti interrate e infrastrutture nel sottosuolo” (scaricabile gratuitamente dal sito dell’UNI).



Link utili



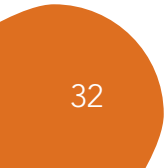




INDAGINI  
CONOSCITIVE  

---

  
ISPEZIONE



## Sistemi di ispezione con telecamere (CCTV)

---

Prima di effettuare qualsiasi intervento di Risanamento sulle infrastrutture delle reti dei servizi presenti nel sottosuolo, è necessario effettuare un'analisi puntuale dello stato delle condotte.

### Descrizione

I Sistemi di ispezione con telecamere - compresi nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - si basano su tecnologia di televisione a circuito chiuso (CCTV) e permettono di ispezionare visivamente la superficie interna delle condotte e di verificarne lo stato, valutarne le dimensioni reali, individuare la presenza di fratture, intrusioni, infiltrazioni e ovalizzazioni (difetti) e quindi di progettare il loro risanamento, scegliendo la tecnologia più appropriata.

Il sistema è costituito da telecamere a colori posizionate su carrelli filo-guidati, cavi di connessione, sistema di registrazione, monitor e software. La telecamera può essere fatta avanzare a spinta per indagare brevi tratte di condotta. Il sistema è dotato di una testa girevole assialmente per 360° e brandeggiabile per 270°, con luci regolabili per l'illuminazione della condotta e sistemi per rilevare la posizione assoluta, la dimensione dei difetti e la pendenza della condotta. La velocità di esplorazione dipende dal diametro della condotta.

La telecamera è collegata a un monitor esterno di controllo e le informazioni rilevate vengono memorizzate su supporti magnetici o digitali. Alcuni software danno la possibilità di stimare anche le dimensioni dei difetti tramite distanziometri laser o fotointerpretazione.

Le dimensioni e il grado di occlusione delle condotte possono condizionare l'impiego di questa tecnica di indagine, pertanto, la condotta dovrà essere preventivamente pulita e liberata da ostacoli per permettere di farvi scorrere la telecamera all'interno.



## Campi di applicazione

La tecnologia è impiegata prevalentemente per analizzare lo stato delle reti idriche, fognarie, del gas, del teleriscaldamento, nonché per i serbatoi, i pozzi e le cisterne.

In caso di ispezione di condotte del gas, il sistema deve essere certificato non deflagrante, mentre nel caso di condotte idriche devono essere presi tutti gli accorgimenti necessari ad evitare il verificarsi di inquinamento della tubazione.



# Sistemi per la ricerca delle perdite

---

Uno dei casi più frequenti di intervento di manutenzione sulle condotte idriche è legato alla necessità di sanare le rotture, con conseguente fuoriuscita di acqua, dovute alla non integrità o alla mancanza di tenuta degli elementi che costituiscono la rete, quali la condotta stessa, i giunti, le derivazioni di utenza, gli organi idraulici o le pareti dei serbatoi. I fattori che maggiormente influenzano le perdite sono il tipo di terreno, le condizioni di posa e la vetustà delle condotte.

## Descrizione

Le più diffuse tecnologie per l'individuazione non invasiva delle perdite idriche - comprese nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - sono quelle "acustiche", che si basano sul rilevamento delle onde sonore prodotte dall'acqua che fuoriesce dal punto di rottura di un elemento di rete.

In alcuni casi possono essere utili anche elementi osservabili superficialmente, quali la presenza di cambiamenti della vegetazione che ricopre una condotta idrica o, in prossimità di una condotta che trasporta petrolio, gas o elementi chimici, il rilevamento di tracce chimiche nell'aria o nelle acque sotterranee.

Gli strumenti, tipicamente, utilizzati sono:

- Geofoni, che rilevano, tramite sensori, le onde sonore che si propagano nel terreno circostante la perdita;
- Correlatori, che misurano, tramite sensori collocati in due punti della tubazione idrica, la differenza di tempo con la quale il rumore della perdita si propaga.

## Campi di applicazione

La tecnologia è impiegata prevalentemente per l'individuazione di perdite in tubazioni convoglianti fluidi.





# Sistemi di ispezione con Pig intelligenti

---

La tecnologia è largamente utilizzata per l'ispezione delle condotte in acciaio che possono presentare rotture, riconducibili ad azioni di terze parti, a sovrappressioni interne alle condotte, a frane, alluvioni, a difetti della tubazione o a corrosioni interne o esterne.

## Descrizione

I sistemi con Pig intelligenti - compresi nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - sono delle sonde (scovoli) che, percorrendo l'interno della condotta, ne rilevano lo spessore, le anomalie, l'integrità delle saldature, le dimensioni dei difetti, le cricche di saldatura, la corrosione o la deformazione associata alla curvatura indotta. Sulla base di tali dati è possibile progettare il risanamento della condotta, scegliendo la tecnologia più appropriata.

Gli strumenti automatici di registrazione delle anomalie sono magnetici o a ultrasuoni e i dati raccolti vengono analizzati da specifici software e riportati su report di integrità della condotta.

Preliminarmente all'impiego di questa tipologia è necessario il controllo della geometria interna della condotta e la sua accurata pulizia.

Gli strumenti di ispezione vengono immessi nella tubazione tramite una "trappola di partenza" e terminano il loro percorso in una "trappola di ricezione", che può distare dalla prima anche centinaia di chilometri. I Pig intelligenti possono esser spinti direttamente dal fluido

trasportato dalla condotta (idrocarburi o acqua), oppure con il supporto di azoto appositamente immesso.

I Pig intelligenti possono essere:

- **a flusso magnetico disperso (MFL)** che registrano le variazioni di spessore della tubazione rispetto a un valore di riferimento, misurato in partenza o dichiarato dal proprietario dell'impianto;
- **ad ultrasuoni (UT)** che misurano il valore assoluto delle pareti della condotta punto per punto con sensori, installati su un porta-sensori elastico, in grado di discriminare la posizione interna o esterna dei difetti.

I sensori UT necessitano di un contatto diretto con la parete della condotta tramite un liquido di connessione, sia esso prodotto petrolifero o acqua, e perciò non sono solitamente utilizzati nei gasdotti. Esistono, tuttavia, sviluppi tecnologici che tendono ad estendere anche ai gasdotti questi strumenti.

In generale, considerando che le ispezioni vengono ripetute con una frequenza di minimo sette anni (o più spesso in caso di attraversamento di terreni aggressivi e dell'importanza della tubazione), è consigliato eseguire un'ispezione UT, seguita da altre ispezioni MFL.

## Campi di applicazione

Questa tecnologia viene ampiamente utilizzata in campo Oil, Gas e Idrico per gli acquedotti in acciaio.

Un'altra applicazione dei Pig intelligenti è la possibilità di ricostruire tridimensionalmente l'esatta geometria della condotta, importante specialmente nelle aree franose, dove le variazioni del raggio di curvatura della condotta sono indice di modificazioni geometriche indotte dai movimenti del terreno.



Verifica  
geometrica



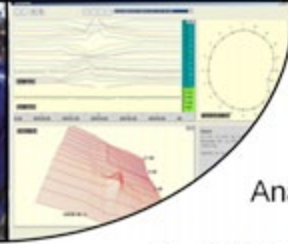
Pulizia pre-ispettiva



In Line Inspection  
(ILI)



Analisi dati  
e  
Studi di integrità avanzata



# Sistemi d'ispezione con Drone

## Descrizione

La tecnologia con l'impiego di droni - compresa nella famiglia trenchless delle Indagini Conoscitive - consente di ispezionare grandi condotte o cavidotti di difficile accesso con i sistemi tradizionali.

Il sistema è costituito da un'unità di controllo, un drone alimentato da quattro motori a batteria intercambiabili, dotato di telecamera, termocamera a infrarossi, sensori di volo, magnetometro e barometro e da un sistema che restituisce una mappatura tridimensionale del manufatto ispezionato di supporto per la progettazione di lavorazioni con tecnologie trenchless.

In caso di perdita di segnale con l'unità di controllo, il drone è programmato per rientrare in autonomia al punto di partenza.

## Campi di applicazione

L'uso di questa tecnologia permette di esplorare e immagazzinare dati in condotte di grandi dimensioni o di difficile percorrenza e negli ambienti definiti "spazi confinati" ai sensi del DPR 177/2011.

SISTEMA DI CONTROLLO A TERRA

DRONE

CONTROLLO DEL VOLO



TERRA



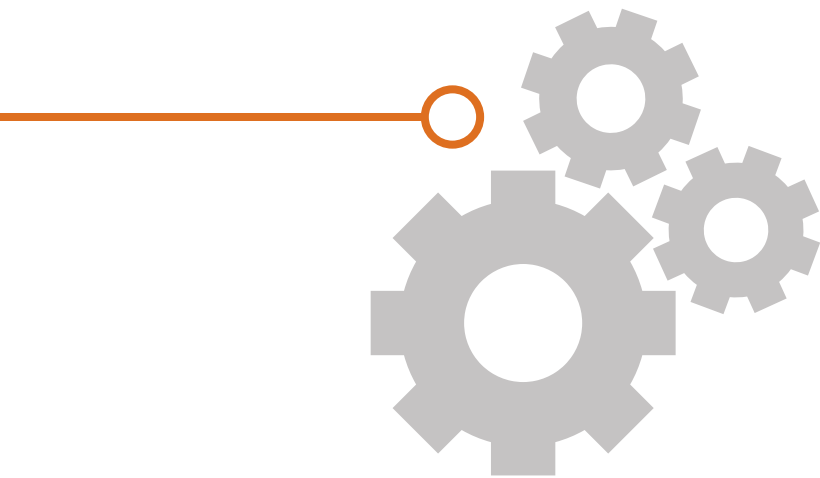
ARIA



ELABORAZIONE





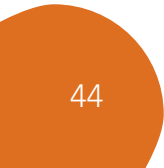





NUOVE INSTALLAZIONI  

---

  
PERFORAZIONI  
ORIZZONTALI GUIDATE





# Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)

---

Gli interventi di posa nel sottosuolo delle infrastrutture dei sottoservizi arrecano spesso forti disagi alla collettività, oltre ad indebolire la tenuta delle strade su cui si interviene.

La tecnologia della Trivellazione Orizzontale Controllata - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - è stata sviluppata per ovviare a questi inconvenienti, permettendo di intervenire in maniera non distruttiva e con cantieri di dimensioni limitate.

## Descrizione

La posa avviene mediante una trivellazione sotterranea guidata elettronicamente. La tecnologia sfrutta una batteria di aste che vengono immerse nel terreno, creando così il percorso del sottoservizio da posare. Il terreno viene asportato dal foro grazie all'utilizzo dei fluidi di perforazione che agevolano ed aumentano l'efficienza della lavorazione. Per il controllo dell'avanzamento si utilizzano sistemi di localizzazione più o meno complessi in funzione della complessità della perforazione stessa. Il sistema di localizzazione standard è detto walk-over e prevede l'utilizzo di un localizzatore e di una sonda posta all'interno della testa di perforazione.

La posa dell'infrastruttura avviene attraverso le seguenti fasi:

- preliminarmente vengono scelti i punti di ingresso e di uscita della perforazione in cui posizionare il cantiere;
- viene quindi realizzato il "foro pilota" mediante l'introduzione nel punto di ingresso di una colonna di aste, con un utensile di perforazione posto in testa ed avente una punta a faccia inclinata (becco d'anatra), il cui orientamento determina la direzione di avanza-

mento. Le aste vengono guidate alla quota e nella direzione voluta dall'operatore posto sulla macchina che riceve le informazioni sul posizionamento della testa di perforazione da un operatore munito di apposito localizzatore;

- raggiunto il punto di uscita prestabilito, viene montato un alesatore che, con una o più passate in direzione contraria alla precedente, permette di allargare il diametro del foro pilota fino a raggiungere la dimensione volute, utili per l'alloggiamento della tubazione da posare;
- contestualmente all'ultima alesatura, viene tirata la tubazione all'interno del foro;
- completata la posa si procede con il ripristino dei punti di ingresso e di uscita.

Per una buona progettazione dell'intervento è importante conoscere le caratteristiche del terreno (attraverso carotaggi, prove penetrometriche e indagini geofisiche) e la presenza di altri sottoservizi nel sottosuolo.

## Campi di applicazione

La tecnologia consente la posa di tubazioni in polietilene alta densità (PEHD), PVC-A, acciaio, di diametro fino a 1.800 mm, o ghisa sferoidale, per qualsiasi tipo di sottoservizio (telecomunicazioni, energia, oil&gas, servizio idrico integrato) sia in ambito urbano che extraurbano.

È particolarmente adatta per il superamento di ostacoli, quali fiumi, canali, strade di grande comunicazione, aree pubbliche, e trova impiego anche nel consolidamento di versanti franosi e nel risanamento/contenimento di siti inquinati.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 26.3:2017 - "Tecnologia di re-



alizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale  
- Sistemi di perforazione guidata: Trivellazione orizzontale controllata (TOC)" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili



# Scudo Direzionale Aperto (Pipe Jacking)

---

## Descrizione

La tecnologia dello Scudo Direzionale Aperto - compreso nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consiste nell'utilizzare una macchina di perforazione costituita da uno scudo articolato, incernierato su tre oppure quattro cilindri oleodinamici che ne consentono la direzionalità, e dal corpo principale che contiene la maggior parte degli equipaggiamenti di scavo e raccolta dello smarino nonché la consolle di controllo e pilotaggio. Il corpo principale può essere dotato di cilindri di spinta autonoma.

Sezioni di tubazioni vengono calate nel pozzo di spinta e fatte avanzare utilizzando opportuni martinetti.

La rilevante peculiarità di questo sistema di perforazione è quello di avere sempre il fronte di avanzamento "a vista" per poter agire ed intervenire in qualsiasi momento nel modo più efficiente ed efficace, anche per superare eventuali ostacoli ed interferenze imprevisi.

Esistono due tipologie di macchine da utilizzare in funzione del terreno:

- Scudo per terreni sciolti granulari, fino ad una resistenza a compressione di circa 4 Mpa, dove la perforazione avviene per escavazione del terreno tramite una benna montata su braccio idraulico brandeggiabile;
- Scudo per terreni rocciosi, con resistenza a compressione comprese tra 4 e 40 Mpa circa, dove il fronte lapideo viene disgregato da una fresa puntuale, anch'essa brandeggiabile.

In entrambi i casi, lo smarino viene convogliato dall'utensile di scavo su un nastro trasportatore e quindi in vagoncini da miniera che lo trasportano a giorno.

Non essendo il fronte di scavo sostenuto da una pressione di bilancia-



mento applicata artificialmente, lo scudo, nella sua sezione anteriore, per garantire la massima sicurezza all'operatore e la stabilità del terreno, è conformato con un certo angolo di inclinazione (becco di flauto), tale da garantire una costante protezione operativa e un angolo di sicurezza per lo scavo del fronte in relazione all'angolo di attrito del terreno. Per favorire ciò, possono inoltre essere installate lame orizzontali, anche estendibili, e/o lamiere trasversali parzializzatrici. Infine, anche dal punto di vista della sequenza operativa, prima lo scudo viene infisso nel terreno per una quantità di centimetri adeguata alla resistenza al penetramento dello scudo stesso nel terreno, e solo successivamente viene asportato il terreno che è "entrato" all'interno dello scudo. In tal modo, viene mantenuta in equilibrio la stabilità del terreno sul fronte di avanzamento in termini geotecnici grazie al mantenimento costante sia dell'angolo di attrito sia dei volumi di terreno asportati. Il problema del sostentamento del fronte non si pone nel caso di terreni rocciosi. Il controllo visivo dell'operatore è essenziale per garantire la stabilità del fronte di scavo.

Con opportuni accorgimenti è possibile l'utilizzo di questa tecnologia anche in presenza di falda a quota inferiore della mezzeria del tubo.

Per la navigazione sono utilizzabili sistemi con guida a raggio laser per tratte rettilinee oppure con teodolite o giroscopici per tratte curvilinee.

Al fine di ridurre gli attriti è possibile utilizzare sistemi di lubrificazione, iniettando fluidi bentonitici e/o polimerici biodegradabili nell'intercapedine tra tubo e terreno.

Per tratte particolarmente lunghe con diametri superiori a 1.200 mm è possibile utilizzare stazioni di spinta intermedie con le quali parzializzare il tronco di tunnel in sezioni più corte sulle quali redistribuire gli sforzi.

## Campi di applicazione

Grazie alla flessibilità del sistema, che permette il monitoraggio continuo del fronte e degli utensili di scavo, la tecnologia dello scudo direzionale



aperto consente di affrontare quasi tutti i tipi di terreno. È utilizzabile per costruzione di infrastrutture idrauliche, fognarie, gasdotti, come tubazione portante o tubo camicia.

Fino al diametro 1.200 mm, si raccomandano tratte non superiori a poche decine di metri, in funzione anche delle caratteristiche dei terreni. Per diametri superiori si possono valutare anche tratte di lunghezza maggiore, utilizzando stazioni di spinta intermedie con le quali è possibile percorrere distanze anche di circa 1.000 metri.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 26.2:2017 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili





# Micro tunnel (Microtunnelling)

---

## Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consente la posa di condotte mediante la spinta di tubazioni rigide dietro una testa fresante (scudo o microtunneller), monitorata e teleguidata da remoto. Questa testa avanza, scavando e disgregando il terreno, da un pozzo di partenza (pozzo di spinta) fino a un pozzo intermedio o finale (pozzo di arrivo).

L'unità di spinta è costituita da una slitta in acciaio azionata da pistoni idraulici, vincolata a un muro di controspinta in cemento armato all'interno del pozzo di partenza. La tecnologia prevede la spinta ciclica di segmenti di tubazione, posizionati uno dopo l'altro nel pozzo di partenza tra i martinetti idraulici e la macchina/fresa o il segmento precedente di tubazione e fatti avanzare alla stessa velocità con cui procede lo scavo.

Il sistema di guida impiega un laser che monitora costantemente la posizione della testa fresante, assicurando un avanzamento preciso. Per tratte di elevata lunghezza o curvilinee, vengono adottati sistemi più sofisticati quali giroscopio coadiuvato da livelletta idraulica fino ad arrivare a sistemi che prevedono stazioni laser (teodolite e punti di riferimento).

Un circuito idraulico chiuso, con un fluido di scavo, svolge una doppia funzione: sostiene il fronte di scavo mediante la pressione del fluido e trasporta il materiale scavato (smarino) in superficie. Un sistema di separazione integrato rimuove la frazione solida dalla miscela, consentendo al fluido di scavo di circolare nuovamente nel circuito. La lubrificazione delle tubazioni con una miscela di acqua e bentonite du-

rante la posa riduce l'attrito, facilitando l'avanzamento. Il sostegno del fronte di scavo differenzia il microtunnelling dalla tecnologia a "scudo direzionale aperto".

## Campi di applicazione

La tecnologia consente la posa di tubazioni in calcestruzzo, gres, poliestere rinforzato con fibra di vetro (PFRV) e acciaio di diametro compreso tra 350 - 3.600 mm. Viene utilizzata principalmente per la posa di tubazioni acquedottistiche, fognature, condotte per gas e petrolifere, per realizzare attraversamenti stradali e ferroviari, o superare fiumi e altri ostacoli naturali. Le lunghezze di posa variano in funzione del diametro della tubazione da posare, oltre che delle caratteristiche dei terreni nei quali si sviluppa lo scavo. Per i diametri maggiori (2.000 mm o più), è possibile raggiungere lunghezze di posa superiori a 1.000 metri, ricorrendo all'impiego di stazioni di spinta intermedie per la parzializzazione della spinta complessiva.

La tecnologia è applicabile in un'ampia gamma di terreni, anche sotto-falda, progettando la testa fresante con gli adeguati utensili.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 26.2:2017 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).

Link utili





# Talpa Meccanica

## (TBM - Tunnel Boring Machine)

---

### Descrizione

La tecnologia del Tunnel Boring Machine (TBM) - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - dalla quale è derivato il Microtunneling per applicazioni di dimensioni inferiori, consente di realizzare tunnel di grandi dimensioni, di notevole lunghezza e in qualsiasi tipo di terreno, con l'uso di frese, eventualmente seguite da rivestimenti o sostegni del tunnel che si realizza.

Il ricorso a questa metodologia consente di realizzare percorsi di posa più brevi rispetto a tracciati esterni, il superamento in sicurezza di aree ad alta densità abitativa e la riduzione al minimo di opere di ripristino ambientale.

Il sistema è basato sull'avanzamento di una testa di perforazione a piena sezione e della relativa struttura portante. Le tecnologie TBM possono essere suddivise in:

- TBM aperte (open gripper), impiegate generalmente in roccia dura o quantomeno di media autoportanza, anche in presenza di limitate quantità d'acqua;
- TBM scudate (shield) o doppio scudate (double shield), impiegate quando la roccia diventa più tenera o fratturata.

Per le TBM aperte, l'azione di avanzamento è esercitata da una trave portante corredata di pistoni idraulici, mentre l'azione di contrasto è esercitata da una serie di martinetti idraulici solidali con il corpo macchina (non meno di due coppie), che garantiscono l'aderenza della macchina alla roccia circostante.

La TBM scudata o doppio scudata consente il montaggio di un rivesti-



mento in conci. La spinta viene in questi casi esercitata direttamente sull'anello di conci montato o con sistema misto (gripper e conci) per le TBM doppio scudo.

Per lo scavo con rocce "terrigene" o in presenza di strutture sensibili è possibile esercitare una contropressione al fronte con sistemi di schiume e polimeri (TBM EPB - Earth Pressure Balanced) o fanghi bentonitici (Slurry TBM).

Le fasi operative per l'esecuzione di un tunnel con TBM sono essenzialmente quattro:

- realizzazione degli imbocchi e montaggio della TBM;
- scavo del tunnel;
- realizzazione di consolidamenti e/o rivestimenti del cavo;
- posa degli eventuali servizi.

In generale, come tutti gli scavi in sotterraneo, il progetto di un tunnel risulta notevolmente influenzato dalle condizioni geotecniche del terreno. La conoscenza dei parametri geotecnici è essenziale in ordine ai seguenti punti:

- definizione del progetto e in particolare del profilo del tunnel; è preferibile scegliere un profilo che resti il più possibile confinato all'interno di uno strato geologicamente omogeneo;
- scelta del metodo di perforazione; esso dipende dalle caratteristiche della roccia, dalla presenza di acqua, dalla presenza di rocce rigonfianti e/o spingenti, dalla possibile instabilità del fronte scavo;
- scelta della metodologia di rivestimento; in funzione delle caratteristiche della roccia e delle macchine a disposizione, si deciderà se procedere con il rivestimento tradizionale o con il rivestimento continuo in avanzamento. Quest'ultimo garantisce una maggiore sicurezza in fase esecutiva.

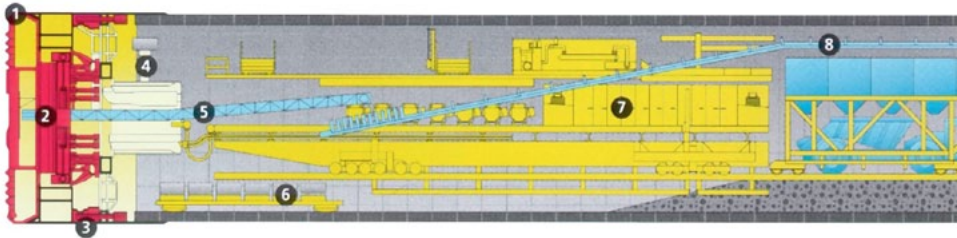
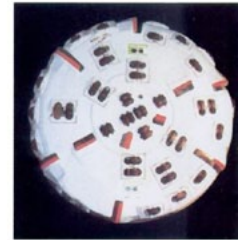
L'utilizzo di frese e/o di utensili adeguati al tipo di terreno da attraversare garantisce il buon esito della perforazione.

## Campi di applicazione

Le applicazioni con questa metodologia, a prescindere dalle caratteristiche geologiche delle rocce da attraversare, sono relative alla realizzazione di fori pilota per tunnel stradali, ferroviari, a uso idroelettrico e/o cunicoli per servizi.

La gamma di impiego di queste macchine va da circa 2,5 m a oltre 12 m di diametro del tunnel. In funzione del contesto geologico e del futuro impiego del tunnel.

- |                            |                           |
|----------------------------|---------------------------|
| 1 Testa fresante da roccia | 5 1° nastro trasportatore |
| 2 Unità di guida           | 6 Conci in c.a.           |
| 3 Cilindri di spinta       | 7 Motori elettrici        |
| 4 Elevatore per conchi     | 8 2° nastro trasportatore |





## Micro tunnel con spinta e tiro del tubo (Direct Steerable Pipe Thrusting)

---

Il Direct Steerable Pipe Thrusting è un sistema di posa di tubazioni, prevalentemente in acciaio, che combina le caratteristiche delle tecnologie del Microtunnelling con quella della Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC).

### Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consente la posa, in un'unica fase, di tubazioni in acciaio. Si basa sulla medesima metodologia di scavo del microtunnelling, con bilanciamento idraulico delle pressioni al fronte ed evacuazione del terreno scavato sotto forma di smarino. A differenza del Microtunnelling, dove la forza di spinta viene applicata al singolo segmento di tubo nel pozzo di partenza, nel Direct Steerable Pipe Thrusting la forza di spinta viene applicata, attraverso una speciale unità chiamata Pipe Thruster, sulla tubazione precedentemente assemblata e posizionata sulla via di scorrimento, per tutta la lunghezza di installazione o in singole stringhe da comporre progressivamente, in modo simile alla Trivellazione orizzontale controllata. Rispetto a quest'ultima, essendo lo scavo sempre sostenuto dalla presenza della tubazione da posare al suo interno, non è necessario l'utilizzo di grossi volumi di fango né di pressioni elevate.

Il Pipe Thruster viene ancorato a una struttura di idonee caratteristiche di resistenza, il pozzo di partenza, e trasferisce la sua spinta alla tubazione mediante una clampa (sistema a morse circolari), per attrito, senza danneggiare il tubo. Il Pipe Thruster è in grado di applicare sia una forza di spinta che una forza di tiro, consentendo di tirare indietro tubazione e fresa in caso di gravi problemi durante lo scavo.

### Campi di applicazione

La tecnologia è utilizzata per tubazioni in acciaio di diametro fino a 1.400-



1.500 mm nel settore idrico, fognario e reti gas. Trova la sua principale applicazione nella posa diretta delle tubazioni di linea; tuttavia, è anche impiegata per la posa di tubazioni camicia o di protezione ("casing"). Risulta particolarmente adatta per attraversamenti fluviali e perforazioni in presenza di extra dossi limitati. L'unità di spinta, Pipe Thruster, può anche essere utilizzata come attrezzature ausiliaria nel varo delle Trivellazioni Orizzontali Controllate.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta in:

- UNI/ PdR 26.2.2017 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI);
- Volume "La costruzione delle condotte in acciaio nel segno del rispetto ambientale: le tecnologie trenchless", a cura di Snam (nuova edizione 2021 aggiornata).



Link utili



# Pozzi sub verticali (Raise Boring)

## Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consente di creare pozzi verticali o molto inclinati e consiste nella realizzazione di un foro pilota che viene poi alesato fino a raggiungere le dimensioni volute.

Pur non utilizzando fanghi di perforazione, spesso è necessario l'impiego di acqua per il raffreddamento e la rimozione dei detriti (smarino). Lo smaltimento dello smarino avviene per gravità verso la base del pozzo, recuperandolo all'apertura del diaframma di raccordo alla tratta orizzontale. Il pozzo può essere utilizzato come condotto o come sede nella quale installare dei servizi (acquedotti, metanodotti, oleodotti, cavi, ecc.).

Il procedimento impiegato con questa metodologia prevede le seguenti fasi:

- esecuzione di un foro pilota;
- realizzazione di una galleria orizzontale al piede della scarpata, per raggiungere il punto di arrivo della testa di perforazione;
- allargamento del foro pilota fino al diametro finale, richiesto dalla destinazione d'uso prevista;
- posa del servizio (tubazione o altro) all'interno del foro e dell'eventuale galleria di base.

## Campi di applicazione

Il Raise Boring trova applicazione nel settore oil, idrico ed elettrico, esclusivamente in roccia autoportante e permette di superare pareti rocciose molto ripide. In questo modo si evita la ricerca di lunghi percorsi alternativi o di intervenire lungo la parete da superare con conseguenti opere di ripristino, economicamente e paesaggisticamente problematiche.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta in:

- UNI/PdR 26.2:2017 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrato a basso impatto ambientale - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).
- Volume "La costruzione delle condotte in acciaio nel segno del rispetto ambientale: le Tecnologie Trenchless", a cura di Snam (nuova edizione 2021 aggiornata).



Link utili





# Perforazione a spinta controllata (Pilot System)

---

## Descrizione

Il Pilot System - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - è una tecnologia di perforazione a spinta controllata e tolleranza garantita che consente di realizzare condotte sotterranee in terreni sciolti.

La tecnica prevede l'esecuzione di un "pre-foro" mediante l'infissione di "aste pilota", da una buca/pozzetto di partenza ad uno di arrivo, utilizzando per lo scavo una punta inclinata per mantenere la direzione e la pendenza del tracciato. Il successivo alesaggio del foro permette di allargarlo fino al raggiungimento del diametro della nuova tubazione da posare.

La direzione è controllata mediante un target luminoso installato all'interno della testa, la cui posizione è monitorata dall'operatore attraverso monitor di controllo. Il terreno di scavo viene portato alla luce attraverso delle coclee posizionate all'interno delle tubazioni.

## Campi di applicazione

Il Pilot System consente la realizzazione di tratti di tubazione di rete fognaria, acquedottistica ed energia, in gres, calcestruzzo, acciaio e poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV), con diametri fino a 1.000 mm e con lunghezze entro i 40 - 80 m a seconda della tipologia del terreno.

La tecnologia è utilizzabile in assenza di falda, anche se, specifici accorgimenti tecnologici, in taluni casi, consentono la fattibilità anche in presenza d'acqua.

## Riferimenti

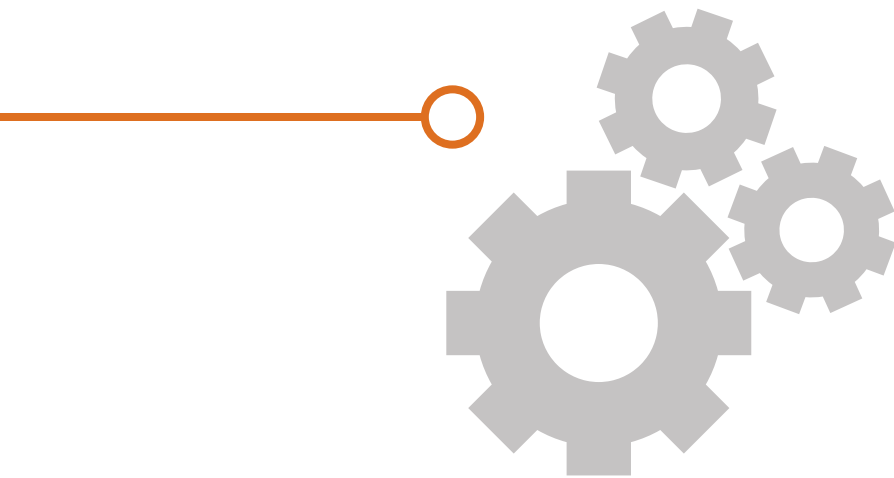
La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 26.2:2017 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili







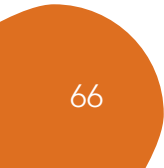


NUOVE INSTALLAZIONI

---

PERFORAZIONI  
ORIZZONTALI  
NON GUIDATE







# Pressotrivella

---

## Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consente la posa di tubazioni in terreni relativamente morbidi e stabili, come argilla o terreni ciottolosi. Tale posa avviene mediante spinta e contemporanea trivellazione ed evacuazione del materiale di risulta per mezzo di una testa di perforazione rotante provvista di coclea che trasporta il materiale (smarino) dal fronte di scavo all'esterno.

La lavorazione prevede le seguenti fasi:

- realizzazione della camera di spinta, di dimensioni adeguate all'alloggiamento della trivella e alla lunghezza dei tubi da posare;
- viene poi posizionata la pressotrivella alla quota piano altimetrica desiderata;
- quindi sul telaio della trivella viene posto il primo tubo da infiggere nel terreno con all'interno la prima coclea che ha funzione sia di tagliente (mediante un piatto fresante posto sulla punta) sia di raccolta e trasporto dello smarino;
- man mano che il tubo penetra nel terreno, si procede con l'infissione dei successivi, ognuno dei quali accoppiato e saldato al precedente;
- alla fine della trivellazione vengono recuperate le coclee.

Durante la spinta vengono continuamente monitorate la pressione di spinta, la velocità di rotazione della trivella, la lunghezza effettiva di infissione, la consistenza e tipologia del materiale scavato.

## Campi di applicazione

La tecnologia viene utilizzata principalmente per la posa di tubazioni per acqua, fognature, gas, in acciaio, vetroresina, gres e calcestruzzo, di diametro compreso tra 250 mm e 1.400 mm, per lunghezze fino a 100 m. La tecnologia non permette la posa lungo tratti curvilinei.

Particolarmente adatta per gli attraversamenti stradali e ferroviari perché, trattenendo i terreni all'interno della macchina, riduce la probabilità di smottamenti durante lo scavo.


## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 26.2:2017 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazione orizzontali" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili





# Spingitubo a percussione pneumatica (Pipe Ramming)

---

## Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consente la posa di tubazioni mediante un martello che, azionato da un compressore ad aria, spinge il tubo camicia nel terreno. La parte anteriore è aperta per consentire al terreno di entrare nella tubazione durante l'avanzamento, minimizzandone la compressione esterna. Durante la spinta, i detriti rocciosi, di diametro massimo pari al diametro del tubo camicia, vengono incamerati all'interno del tubo e rimossi una volta terminata la posa.

La lavorazione prevede le seguenti fasi:

- preparazione della base di appoggio costituita normalmente da un getto di calcestruzzo sul quale viene fissata una slitta - allineata alla direzione di spinta - di sezione adatta a sostenere il tubo camicia;
- preparazione della prima sezione di tubo camicia da interrare, attraverso il rinforzo del bordo di entrata e preparazione di una linea di lubrificazione, sia esterna sia interna al tubo stesso, realizzata attraverso l'iniezione di un composto di acqua e polimeri che crea un film utile a ridurre l'attrito durante la perforazione e nello smarino del materiale di risulta;
- spinta del primo tubo nel terreno e saldatura dei successivi. La spinta iniziale è lenta per permettere al martello di fissarsi stabilmente nel tubo camicia, successivamente si aumenta l'energia di spinta fino alla massima potenza;
- terminata la posa, il tubo camicia viene ripulito al suo interno. Per diametri fino a 1.000 mm generalmente si procede alla pulizia con aria e/o acqua a pressione, mentre per diametri maggiori si può intervenire manualmente con jet washing, coclee o altri sistemi.





## Talpa a percussione

La tecnologia della Talpa a percussione è stata sviluppata per la posa sotterranea di tubazioni di piccolo diametro, su terreni compatti e per brevi distanze.

### Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consiste nell'utilizzo di perforatori a martello, dalla testa a punta di scalpello, che avanzano grazie all'azione di un compressore ad aria.

La lunghezza del corpo della talpa aiuta la stessa a mantenere la posizione lungo il tracciato prestabilito. La precisione di queste macchine può essere ritenuta affidabile per lunghezze di posa variabili da 10 m a 40 m.

La nuova tubazione può essere tirata e dunque posata direttamente dalla "talpa" (perforatore a percussione) a cui è agganciata oppure posata in un secondo momento.

Gli elementi che compongono il sistema a percussione sono i seguenti:

- base di partenza: costituita da una slitta regolabile in altezza e inclinazione, fissabile al terreno, su cui viene posizionata la talpa;
- sistema di puntamento: mirino ottico che consente di identificare la linea di varo da seguire (altezza ed inclinazione) secondo cui verrà poi posizionata la base di partenza;
- nebulizzatore per il lubrificante: assolutamente necessario, polverizza l'olio e lo invia con l'aria alla talpa; si tratta di un lubrificante sintetico a base di acqua e glucosio che preserva dalla corrosione i pezzi con cui viene a contatto, non è tossico ed è ecologico e biodegradabile.

Durante la fase di avanzamento della talpa si possono applicare alcuni accessori che ne permettono il traino diretto.

Prima di iniziare la perforazione si devono avere sufficienti informazioni sulla tipologia di terreno e sui sottoservizi esistenti che potrebbero essere danneggiati dal percussore durante la posa.

Inoltre, data la modalità di avanzamento a percussione, l'uso di tale tecnica è opportuno per profondità di installazione pari ad almeno dieci volte il diametro del perforatore utilizzato. Si possono realizzare anche perforazioni affiancate purché si rispetti una distanza di almeno quattro volte il diametro (della perforazione), così da annullare l'effetto di "costipazione" che la talpa stessa genera nel terreno.

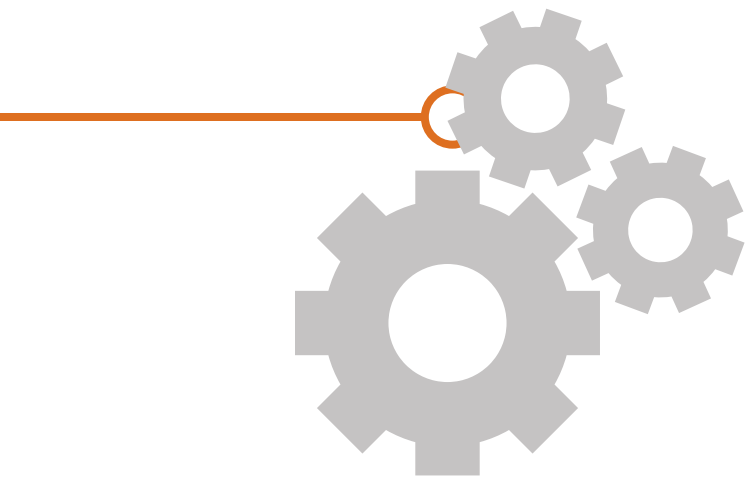
## Campi di impiego

La tecnologia viene impiegata nella posa sotterranea di tubazioni di diametro fino a 500 mm per lunghezze fino a 100 m, per attraversamenti stradali e ferroviari, per l'esecuzione di allacci domestici di gas, acqua e acque reflue, per il passaggio di cavi di telecomunicazioni.







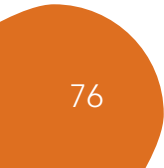




NUOVE INSTALLAZIONI  

---

TECNOLOGIE ASSOCIATE





## Miniscavi (Mini e Micro trincee)

---

### Descrizione

Le tecnologie di miniscavo - comprese nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consentono la posa di infrastrutture dei sottoservizi attraverso l'esecuzione di una trincea di dimensioni ridotte (larghezza di 2-20 cm, profondità di 20-50 cm).

Seppur prevedano uno scavo lungo il tracciato di posa, le tecnologie sono considerate a tutti gli effetti trenchless per la velocità di installazione e la ridottissima movimentazione di terreno.

Le fasi di lavorazione, eseguibili anche contemporaneamente, sono le seguenti:

- fresatura del manto stradale (taglio);
- posa di cavi o di minitubi;
- riempimento dello scavo;
- ripristino superficiale a seconda del tipo di materiale di riempimento.

In funzione delle dimensioni del miniscavo, si distinguono le seguenti tecnologie che prevedono macchine di dimensioni diverse e materiali di riempimento idonei:

- Minitrinca (larghezza da 5 cm a 20 cm, profondità fino a 50 cm), il cui riempimento viene realizzato con una malta cementizia aerata fino a 3 cm dal piano di calpestio, completando il riempimento con il materiale con cui si realizza il tappetino di usura;
- Minitrinca ridotta (larghezza < 5 cm, profondità fino a 50 cm), il cui riempimento viene realizzato con una malta a presa rapida fino al piano di calpestio o carrabile, con caratteristiche tali da non richie-

- dere ulteriori ripristini del tappetino di usura;
- Microtrincea (larghezza < 2 cm, profondità fino a 20 cm), il cui riempimento viene realizzato con una malta a presa rapida fino al piano di calpestio o carrabile, con caratteristiche tali da non richiedere ulteriori ripristini del tappetino di usura.

Le attrezzature, di dimensioni contenute, consentono di allestire agevolmente i cantieri sia in ambito urbano che extraurbano. Per una buona progettazione dell'intervento e la sua esecuzione in sicurezza è necessario conoscere preventivamente le caratteristiche del terreno e la presenza di altri sottoservizi nel sottosuolo.

## Campi di applicazione

Le tecnologie sono applicabili in settori quali l'idrico, l'energia, le telecomunicazioni, la posa di sensori ottici, su tracciati che contengono superfici asfaltate o cementate, con un sottofondo compatto. In presenza di trovanti di medie dimensioni o di fondi di tipo sabbioso o ghiaioso la tecnica deve essere opportunamente valutata.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 7:2014 – "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrato a basso impatto ambientale - Sistemi di Minitrincea".

Nel settore delle telecomunicazioni, l'impiego delle tecnologie dei miniscavi è particolarmente raccomandato da specifiche norme di legge, in quanto ritenute abilitanti per la riduzione del Digital Divide.

Link utili





## Aratro (Mole Ploughing)

---

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - consente la posa di infrastrutture dei sottoservizi di piccolo diametro a profondità fino a 2 metri.

Seppur preveda uno scavo lungo il tracciato di posa, la tecnologia è considerata a tutti gli effetti trenchless per la velocità di installazione e la ridottissima movimentazione di terreno.

### Descrizione

Questa tecnologia utilizza una macchina dotata di lama che taglia e penetra nel terreno permettendo di posare alla profondità desiderata il sottoservizio (tubi di drenaggio, cavi elettrici o per TLC). Il cavo elettrico, ottico, in rame o il tubo fessurato da posare, sono avvolti su una bobina montata direttamente sulla trattore che traina l'aratro. Attraverso una guida posta dietro la lama di taglio, le infrastrutture vengono posate direttamente nel terreno. Il tutto, pertanto, avviene con una sola operazione contemporanea che raggruppa taglio, posa e chiusura spontanea del taglio, senza necessità di riempimento dello stesso.

### Campi di applicazione

La tecnologia è utilizzabile per la posa di tutti i sottoservizi che richiedano tubazioni di piccolo diametro, in spazi aperti, ad esempio aree rurali prive di elementi di confinamento e che non presentino superfici quali asfalto, cemento o roccia nella zona di taglio. È impiegato anche per i drenaggi agricoli e industriali, posando tubi in policlorigo di vinile (PVC) corrugati e fessurati.

Il diametro delle tubazioni che si possono posare con questa tecnologia va dai 50 mm ai 160 mm.



La tecnologia prevede anche applicazioni specialistiche, quali ad esempio la posa di infrastrutture sul fondo del mare con "aratri sottomarini".





# Posa di cavi in Fibra Ottica in infrastrutture fognarie

---

La posa della fibra ottica all'interno delle infrastrutture fognarie rappresenta una soluzione alternativa, veloce e molto meno invasiva per lo sviluppo delle reti di telecomunicazioni. Le strutture fognarie sono intrinsecamente sicure per loro natura, costituendo una protezione naturale (ad esempio in caso di scavi per interventi su altri sottoservizi), pertanto, tale tipologia di posa ha il vantaggio di limitare drasticamente la necessità di interventi successivi sui cavi di telecomunicazioni.

## Descrizione

Questa tecnologia - compresa nella famiglia trenchless delle Nuove Installazioni - permette la posa, in ambienti difficili, di cavi opportunamente armati, di ridotto diametro e raggio di curvatura. I cavi sono costituiti da una guaina esterna in materiale ad elevati valori di durezza superficiale, resistenza ad abrasione e immersione in liquidi polari o apolari. I cavi sono protetti da una barriera metallica o da una guaina plastica che evita l'ingresso di acqua, gas o altro fluido al loro interno.

La resistenza meccanica a schiacciamento e tiro è affidata a un doppio strato di trefoli in acciaio galvanizzato, di opportuno spessore, tale da permettere, senza danneggiare il cavo, anche la pulizia dei condotti fognari con idro-jet ad alta pressione. Per aree ad alto rischio di presenza roditori, il cavo è rinforzato e protetto esternamente da una guaina LSZH (cavi senza alogeni a bassa generazione di fumi), con uno strato di tondini in vetroresina o acciaio isolato.

L'attività di posa - che non necessita di discesa di personale all'interno della condotta - prevede le seguenti fasi:



- inserimento, a partire dal torrino dell'infrastruttura fognaria, di un "cordino" legato ad un galleggiante che avanza trasportato dal flusso del liquido presente nella condotta. Nel caso in cui il flusso risultasse insufficiente, vengono utilizzati particolari robot per l'avanzamento del cordino guida;
- dal torrino di arrivo della tratta interessata alla posa, viene quindi recuperato il cordino che, collegato alla "funne d'arganello", ne permette l'inserimento contemporaneo nella condotta fognaria;
- con il riavvolgimento della funne d'arganello, viene posata la "funne d'argano", più resistente della prima, a cui viene collegato il cavo di telecomunicazioni con un giunto a snodo che ne evita la torsione durante il tiro;
- con il riavvolgimento della funne d'argano viene quindi posato il cavo che, grazie al suo peso, non necessita di essere fissato né ancorato al fondale della condotta ospitante;
- il cavo viene staffato all'interno del torrino della condotta fognaria e giuntato in un pozzetto esterno, realizzato in prossimità e collegato attraverso un tubo opportunamente sigillato per evitarne l'ostruzione per eventuale risalita dei fluidi.

Eventuali deviazioni ad angolo retto della condotta, potranno essere superate installando dei "ruotismi" con discesa di personale, opportunamente protetto, all'interno della condotta.

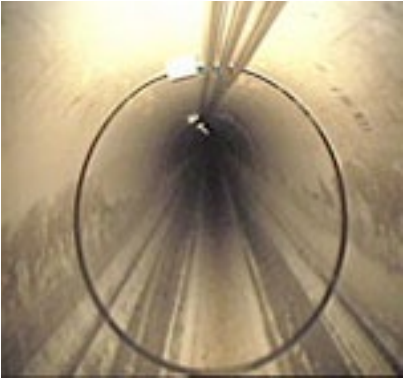
## Campi di applicazione

La tecnologia si applica alle reti fognarie, al complesso di reti che convoglia ai depuratori le acque di scarico e parte di quelle piovane, nei condotti con moto a pelo libero, ad esclusione dei tratti con moto in pressione, dei passaggi interni a stazioni di pompaggio e sollevamento dei reflui. A seconda delle dimensioni del cavo da posare, la tecnologia è applicabile a condotte fognarie anche di 400 mm di diametro.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 101:2020 - "Metodologie di

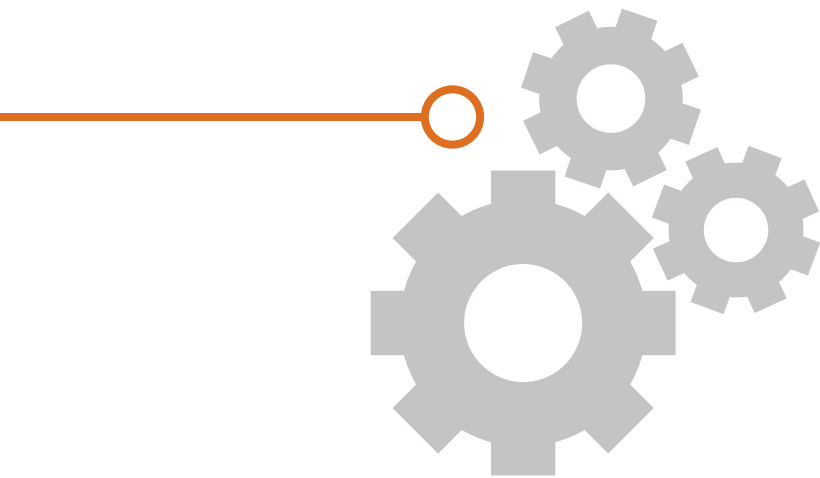
posa della fibra ottica nelle infrastrutture esistenti di gestori e operatori" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili





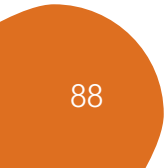




RISANAMENTO

---

RINNOVO  
NON STRUTTURALE





## Rivestimento con malte cementizie (Cement Mortar Line)

---

### Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - consente di risanare, le condotte rigide (in acciaio e in ghisa) che siano ancora in grado di garantire la necessaria resistenza statica e di tenuta, mediante il rivestimento interno con malte cementizie.

Il rivestimento, oltre a proteggere la condotta dalla corrosione interna e dalla formazione di incrostazioni, elimina le perdite nei tubi e/o nei giunti e ne migliora le caratteristiche idrauliche.

Le principali fasi di lavorazione prevedono:

- ispezione e messa fuori servizio delle tratte interessate, realizzando piccoli scavi se necessario;
- pulizia idraulica e meccanica delle pareti e ispezione visiva finale di controllo;
- rivestimento interno della condotta con la malta cementizia, spruzzata mediante una macchina a testa rotante, per uno spessore costante (min 3 mm - max 10 mm) e collaudo;
- messa in funzione della condotta, dopo l'indurimento della malta cementizia.

Le attrezzature utilizzate, di dimensioni contenute, consentono di allestire agevolmente i cantieri in ambito sia urbano sia extraurbano.

### Campi di applicazione

La tecnologia è applicabile per il rivestimento interno di condotte rigide (in acciaio e in ghisa) idriche di acqua potabile, industriali di acqua



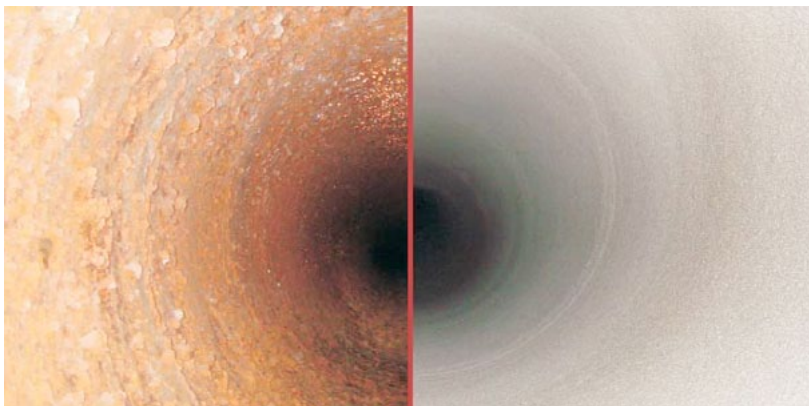
dolce, condotte forzate nel settore idroelettrico e per gli impianti di irrigazione. La tecnologia permette di risanare tratti rettilinei di condotta, per una lunghezza che dipende dal diametro della stessa.


## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 37:2018 - "Risanamento di tubazioni sotterranee rigide per acqua potabile mediante rivestimento con malte o resine" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili





# Rivestimento con resine epossidiche (Spray Epoxy Lining)

---

## Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - consente in particolare la riabilitazione di condotte rigide (in acciaio e in ghisa), ancora in buone condizioni ancorché corrose, che siano ancora in grado di garantire la necessaria resistenza statica e di tenuta, mediante il rivestimento interno con resina epossidica.

Il rivestimento resinoso ha funzione anticorrosiva e scongiura la formazione di nuove incrostazioni, oltre ad eliminare le perdite sia nelle tubazioni che nei punti di saldatura, migliorandone, quindi le caratteristiche idrauliche.

Le principali fasi di lavorazione prevedono:

- messa fuori servizio delle tratte interessate e successiva ispezione interna, realizzando anche piccoli scavi se necessario;
- pulizia idraulica ad alta pressione e meccanica delle pareti della condotta, quindi ispezione visiva finale di controllo;
- asciugatura della condotta attraverso un soffiatore d'aria;
- verifica di presenza di eventuali fori che dovranno essere preliminarmente riparati;
- rivestimento interno della condotta con resina epossidica, esente da solventi ed approvata anche per l'uso potabile, per uno spessore costante (min 3 mm - max 10 mm) da progettare a seconda del grado di corrosione della condotta metallica, spruzzata mediante robot, posizionato su slitta o con ruote, dotato di una testa rotante collegata da opportuna attrezzatura bi mixer in testa alla condotta da risanare;
- polimerizzazione della resina secondo le direttive del produttore;
- messa in funzione della condotta con prova di pressione secondo la normativa in vigore;
- videoispezione finale.

Le attrezzature utilizzate, di dimensioni contenute, consentono di allestire agevolmente i cantieri in ambito sia urbano sia extraurbano.

## Campi di applicazione

La tecnologia è applicabile per il rivestimento interno di condotte rigide (in acciaio e in ghisa) idriche di acqua potabile, industriali di acqua dolce, condotte forzate nel settore idroelettrico e per gli impianti di irrigazione. La tecnologia permette di risanare tratti rettilinei di condotta per una lunghezza che dipende dal diametro della stessa.

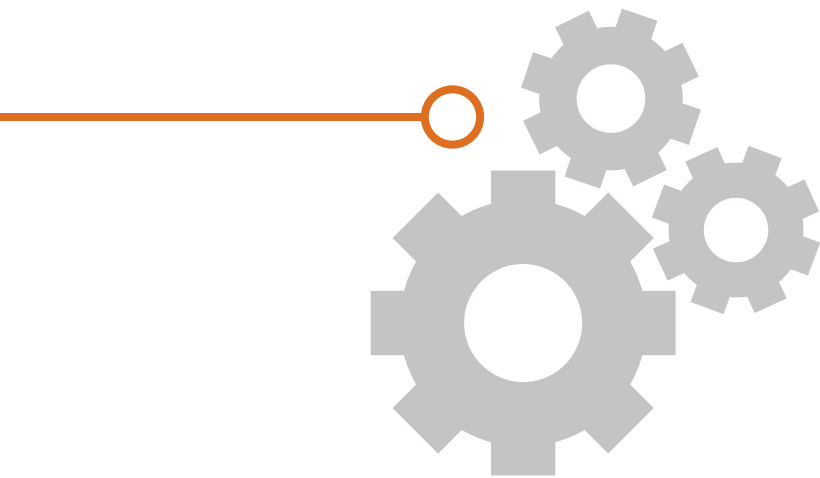
## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 37:2018 - "Risanamento di tubazioni sotterranee rigide per acqua potabile mediante rivestimento con malte o resine" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).

Link utili





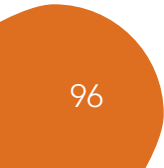





RISANAMENTO  

---

  
RINNOVO  
STRUTTURALE





# Rivestimento con liner polimerizzato in sito (CIPP - Cured in Place Pipe)

---

## Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - consiste nell'inserimento all'interno di condotte esistenti, con funzionamento a gravità o in pressione, di un liner/calza flessibile che viene polimerizzato in loco per prendere la forma del tubo ospite, ripristinandone le caratteristiche strutturali e idrauliche.

Il nuovo tubo viene inserito nella tubazione ospite attraverso due possibili processi:

- tramite pressione d'acqua o aria (metodo inversione), srotolati all'interno del tubo ospite tramite una torre (metodo ad acqua) o un estroflessore (metodo ad aria);
- trainato con l'ausilio di un argano (metodo traino).

L'indurimento del liner/calza flessibile avviene con un processo di polimerizzazione della resina che può essere innescato mediante calore (vapore o acqua calda) o attraverso una fotocatalisi (raggi UV o Led). I materiali in genere utilizzati sono liner composti da tessuti, da rinforzi in fibre di vetro, da rivestimenti, e impregnati da resine poliestere, o vinilestere o epossidica (a seconda della tecnologia utilizzata).

Prima dell'installazione del liner/calza flessibile occorre effettuare le opportune operazioni di ispezione e pulizia della condotta da eventuali detriti. Il liner espandendosi aderisce perfettamente alle pareti irregolari della condotta e si adatta anche in caso di salti di diametri. Dopo l'operazione di rivestimento, le derivazioni esistenti laterali vengono ripristinate e la condotta viene rimessa in servizio.



## Campi di applicazione

La tecnologia è applicabile per il risanamento di condotte e canalizzazioni di qualsiasi materiale e per lunghezze, per singolo inserimento, variabili da 10 metri a 250 metri, con funzionamento:

- a gravità, quali fognarie civili (nere, miste e bianche), industriali, con diametri da 100 mm fino a 1.800 mm;
- in pressione, quali reti di distribuzione/adduzione di acqua potabile, di irrigazione e bonifica, reti antincendio, industriali o private, idroelettriche e fognarie a pompaggio/pressione, con diametri da 100 mm fino a 1.400 mm e pressioni nominali fino a PN16.

La tecnologia trova applicazione anche per le reti gas e di teleriscaldamento.

### Riferimenti pubblicati sul sito web IATT

La tecnologia è descritta in:

- "Tecnologie di Riabilitazione e Rinnovamento di Infrastrutture a rete - Classificazione e inquadramento normativo" (Ed. 2014, scaricabile gratuitamente dal sito IATT);
- "Disciplinare Tecnico per il rivestimento di tubi a gravità (max. 0,5 bar) con tecniche trenchless CIPP" (scaricabile gratuitamente dal sito IATT).

Link utili





# Spiral Wound

---

Le tecnologie di risanamento delle tubazioni con sistema Spiral Wound o "rivestimento a spirale continua" sono largamente utilizzate sin dagli anni '80; sviluppate inizialmente nel continente australiano, dove sono state inventate, hanno trovato ampia applicazione anche sul territorio giapponese e in altri Paesi orientali.

## Descrizione

Le tecnologie Spiral Wound - comprese nella famiglia trenchless del Risanamento - prevedono l'infilaggio nella tubazione da risanare di un nastro che viene avvolto su se stesso in modo continuo, a creare un "controtubo" all'interno della condotta ospite, che può essere di policlорuro di vinile (PVC) o polietilene (PE) ed eventualmente contenere un rinforzo in acciaio.

L'avvolgimento del nastro può avvenire in due differenti modi:

- **da pozzetto**, in cui l'avvolgitore viene posizionato nel pozzetto di partenza e fissato su un telaio. Il nastro viene tirato da una bobina che lo avvolge con movimento continuo, creando così il nuovo tubo che, a ogni giro, aumenta di lunghezza e si infila via via nella condotta ospite. In questo caso la lunghezza del singolo inserimento è limitata dal peso del nuovo tubo che, girando su sé stesso e poggiando sul fondo della vecchia condotta, crea un attrito che ne limita l'avanzamento;
- **nella tubazione**, in cui l'avvolgitore "cammina" all'interno della condotta ospite, rilasciando al suo passaggio il nuovo tubo. Non essendoci le problematiche di attrito descritte nel caso precedente, questa applicazione non ha, di fatto, limitazioni di lunghezza per singolo tratto, che può superare agevolmente i 500 m.



Le tecnologie si differenziano, inoltre, in due categorie:

- **Spiral Wound close -fit**, in cui il nuovo tubo va a diretto contatto con la tubazione ospite senza lasciare alcuno spazio;
- **Spiral Wound con riempimento**, in cui tra la condotta ospite e il nuovo tubo, rimane una intercapedine che deve essere riempita con iniezioni di speciale malta cementizia che incrementa anche le prestazioni meccaniche del sistema finito.

Le tecnologie possono essere utilizzate senza interruzione del servizio trasportato dalla condotta da risanare. È infatti possibile applicarle con un flusso in condotta pari fino al 25% della sezione del tubo ospite. Anzi, la presenza di fluido sul fondo della condotta può aiutare in maniera significativa l'avanzamento del nuovo tubo, poiché il parziale galleggiamento di quest'ultimo diminuisce gli attriti ed agevola lo scorrimento dello "spiralato" nella condotta da risanare.

La presenza di curve, cambi di sezione o di quota rappresentano invece un ostacolo insormontabile per lo "spiralato" in quanto né il nuovo tubo che avanza né l'avvolgitore hanno la capacità di "adattarsi" a cambi di sezione o di traiettoria.

Il tubo posato con questa tecnologia può essere progettato per un risanamento:

- **non-strutturale**, nel caso si utilizzi unicamente il nastro in policloruro di vinile (PVC);
- **strutturale**, nel caso si utilizzi il nastro in PE rinforzato con acciaio e/o con successivo riempimento con malta, che può anche incrementare le prestazioni meccaniche della condotta originale.

## Campi di applicazione

Le tecnologie Spiral Wound si applicano esclusivamente per il risanamento di tubazioni a gravità con diametri minimi di 150 mm, fino

a grandi collettori di oltre 5 metri. L'applicazione è possibile anche a tubazioni di forma non circolare, come ovoidi e scatolari.

## Riferimenti

Le tecnologie Spiral Wound rispondono ai requisiti degli standard internazionali, quali le norme ASTM F1741 e ASTM F1697.





## Relining con Liner incollati (Adhesive Baked Hoses)

---

### Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - prevede l'impiego di una guaina in tessuto monostrato in polietilene tereftalato (PET) ad alta resistenza (liner), impregnato di resina bicomponente (EP) senza solventi e dotato di un rivestimento in poliuretano termoplastico (TPU). Questa guaina ha uno spessore che varia a seconda delle dimensioni della tubazione da risanare e può sopportare, lungo il tracciato, curve di massimo di 45°.

A differenza di altri sistemi, l'impregnazione della guaina avviene direttamente in cantiere. Prima dell'inserimento della resina nel liner, un sistema di pompe fa sì che venga eliminata l'aria presente all'interno della calza che, successivamente, viene fatta passare attraverso un rullo calibratore al fine di garantire una distribuzione omogenea della resina e lo spessore previsto del composito.

Dopo questa operazione, il liner viene arrotolato mediante dei rulli all'interno di un tamburo che ne permette l'inversione all'interno della vecchia tubazione. Successivamente all'inserimento del liner nella tubazione da risanare ha inizio la polimerizzazione che può avvenire con acqua o con vapore.

Di fondamentale importanza è la pulizia preliminare ad alta pressione della condotta esistente da risanare, dal momento che le superfici interne devono essere libere da qualsiasi ostacolo e ostruzione che potrebbe compromettere l'incollaggio del liner al nuovo tubo.

Dal punto di vista strutturale i liner incollati presentano una bassa resistenza alla flessione (o carichi esterni) ma un'alta resistenza alla trazione e un'alta elasticità dinamica.

I parametri delle resistenze meccaniche devono corrispondere ai valori indicati nelle schede tecniche e nei certificati del produttore.

Le operazioni principali previste in cantiere per questo tipo di risanamento sono la video-ispezione preliminare, la pulizia del canale ad alta pressione, la preparazione della resina, l'inserimento della resina nella calza, il passaggio della guaina nel rullo calibratore, l'arrotolamento del liner all'interno del tamburo di inversione, l'inserimento della calza nella tubazione, il taglio finale del liner dopo l'indurimento e la video-ispezione finale.

## **Campi di applicazione**

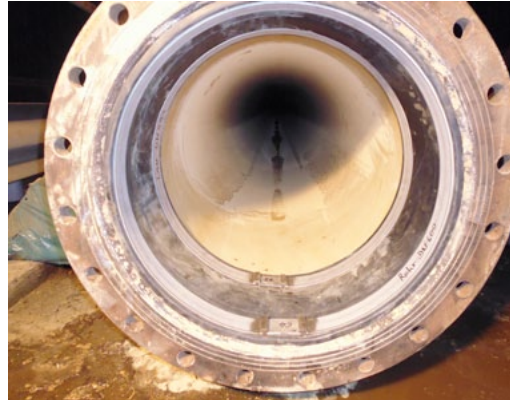
La tecnologia viene utilizzata per il risanamento di tubazioni in pressione, fognarie e acquedottistiche, in acciaio, ghisa grigia o duttile, di diametro da 200 mm a 1200 mm.

La tecnologia ha il grande vantaggio del breve tempo di installazione, nonché di un avanzamento lavori che non arreca disagi alla cittadinanza.

## **Riferimenti**

La guaina impiegata in questa tecnologia viene classificata strutturalmente, secondo la UNI EN ISO 11295:2018, come liner di classe C.

La tecnologia e le lavorazioni prima e durante il risanamento, sono descritte nella norma UNI EN ISO11296-4:2018.





# Tubolari fibro-rinforzati

## (Hose Lining)

---

Le tecnologie Hose Lining - comprese nella famiglia trenchless del Risanamento - si basano sull'inserzione all'interno di una condotta esistente di un tubolare flessibile monostrato plastico (generalmente polietilene) o formato da una serie di strati di diversa natura (compositi multistrato) per garantire la tenuta del fluido trasportato.

### Descrizione

I tubi flessibili possono essere posizionati liberamente all'interno del tubo ospite (loose-fit) o aderire perfettamente (close-fit) durante la pressione di esercizio.

#### **Hose liners a diametro esterno fisso (loose-fit)**

Il tubolare flessibile autoportante di diametro esterno fisso (loose-fit) permette di assorbire in autonomia la pressione di esercizio a prescindere dalla condizione della tubazione esistente. Il range di diametri varia da 150 fino a 500 mm, con lunghezze di installazioni fino a 4.000 m per singolo tratto risanato.

#### **Hose liners a diametro esterno variabile (close-fit)**

Questa tecnologia si differenzia per il rinforzo tessile che può essere in poliestere per le basse pressioni oppure in fibra aramidica per le alte pressioni. Il tubolare ha un supporto radiale di contatto con la vecchia condotta con la quale coopera aumentando le pressioni di esercizio e allungando la vita della vecchia condotta. Ciò garantisce il recupero totale della sezione interna rispetto al hose liner loose-fit e garantisce l'assenza di spazi anulari. Il range dei diametri varia da 80 mm a 1500 mm. Anche per questo tipo di condotta è possibile realizzare lunghezze fino a 4.000 metri per singolo tratto risanato.



La posa dei tubolari viene eseguita a traino controllato su dislivelli plano-altimetrici con una velocità fino a 10 metri/minuto. Una volta all'interno, il tubolare viene gonfiato ad aria a 1 bar e vengono installati i terminali flangiati anti-sfilamento che possono essere realizzati con sistema meccanico e pompaggio resina o solo con sistema meccanico con l'utilizzo di una centralina idraulica e un pistone di spinta.

## Campi di applicazione

Queste tecnologie possono essere utilizzate per condotte in pressione che trasportano acqua potabile e industriale, gas e prodotti petroliferi. La tipica lunghezza di installazione è superiore a 1.000 metri anche in presenza di molteplici curve.



# Risanamento di pozzetti fognari e manufatti con liner in poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV)

---

I pozzetti e manufatti di accesso o raccordo tra le condotte delle infrastrutture fognarie devono essere, alla pari delle condotte principali, riabilitati periodicamente in quanto soggetti a deteriorazioni strutturali dovute all'attacco di gas che si creano al loro interno o a infiltrazioni di acque parassite.

## Descrizione

Per il rinnovo strutturale dei manufatti è possibile utilizzare la tecnologia CIPP (Cured in Place Pipe), impiegata generalmente per il risanamento delle condotte.

In questo specifico caso la tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - prevede l'inserimento di una calza/liner flessibile in poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV) pre-impregnato in fabbrica con resina poliestere o vinilestere, che viene indurito in loco (polimerizzazione) con luce UV o LED.

Il liner flessibile si adatta alla geometria del manufatto da risanare, rivestendolo dal chiusino (con o senza cono) al fondo fino al basamento. La calza viene tagliata in loco alla lunghezza corrispondente alla profondità del manufatto e quindi gonfiata a pressione per aderire perfettamente alla superficie del manufatto, prima della polimerizzazione che avviene in pochi minuti.

Lungo la cunetta, il collo e gli eventuali allacci vengono successivamente effettuati tagli di rifinitura e realizzati giunti a tenuta con resine bicomponenti elastiche.

La tecnologia offre un elevato grado di flessibilità, in quanto non necessita di una fabbricazione su misura e si adatta a varie geometrie dei manufatti. Le dimensioni originali del pozzetto rimangono invariate. L'installazione viene



conclusa nell'arco di 2-3 ore, senza interruzione delle acque reflue.

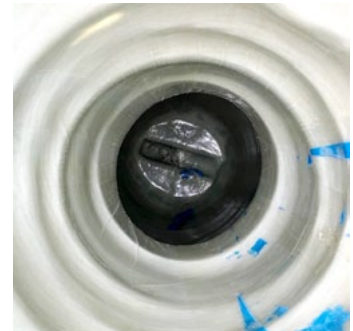
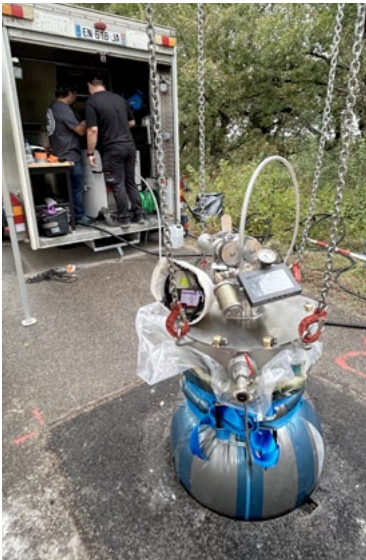
Analogamente al risanamento CIPP delle condotte con calze in PRFV, le caratteristiche meccaniche del liner polimerizzato assicurano la tenuta strutturale e idraulica del manufatto a lungo termine.

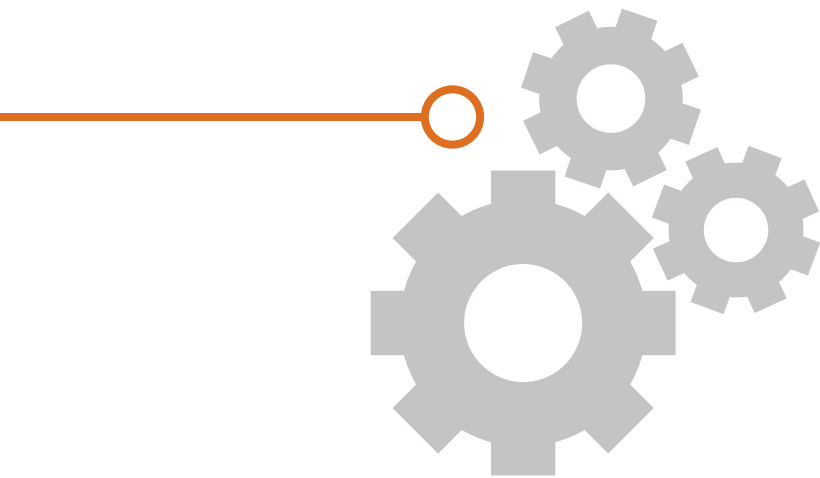
## Campi di applicazione

Questa tecnologia di risanamento strutturale si applica a manufatti fognari di profondità fino a 10 metri e dimensioni da 800 mm a 1.300 mm con chiusini di diametro 580 mm o maggiori. Per dimensioni che superano le misure standard, viene realizzato un calcolo statico specifico.

## Riferimenti

La tecnologia è certificata secondo la norma EN ISO 11296-4:2018 - Sistemi di tubazioni in materie plastiche per il risanamento di reti fognarie e di acque reflue sotterranee non in pressione - Parte 4: Sistemi di tubazioni continue che utilizzano tubi curati in situ.







RISANAMENTO  

---

  
SOSTITUZIONE  
(STRUTTURALE)





## Risanamento di condotte con tubi continui (Slip Lining)

---

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - permette il risanamento strutturale di condotte esistenti tramite l'inserimento (più o meno aderente) di una nuova tubazione di diametro più piccolo.

### Descrizione

La tecnologia prevede l'utilizzo di tubazioni in bobine rotoli (per piccoli diametri) o barre (per diametri medio-grandi) che vengono saldate fra loro testa a testa fino al raggiungimento della lunghezza del segmento di condotta da risanare. La nuova tubazione (detta in gergo "sigaro") viene allocata in linea con la direzione di posa, inserita nel pozzetto di inserzione e tirata con un argano dal pozzetto opposto di uscita applicando una idonea testa di tiro. Per ridurre l'attrito di scorrimento della tratta esterna con il terreno, possono essere utilizzati dei rulli di scorrimento.

Nel caso in cui non vi sia spazio in cantiere, le varie barre di tubazione vengono predisposte in tronconi e saldati durante la fase di inserimento, interrompendo il tiro per effettuare la saldatura e i controlli previsti. Ad inserimento completato si provvede al riempimento, attraverso iniezioni di malta cementizia, dello spazio anulare che rimane fra le due tubazioni. In questo modo nuovo e vecchio tubo, si trasformano in un unico corpo, con una maggiore rigidità anulare e quindi una maggiore resistenza ai carichi esterni.

Possono essere impiegate tubazioni di vario tipo quali: polietilene alta densità, PEHD, polipropilene PP, PVC, acciaio e ghisa sia per tubi di piccolo che di grande diametro. Ad esempio, nel caso di inserimenti continui in tubi circolari di piccole dimensioni, viene preferito il polietilene ad alta densità (PEHD) per le sue caratteristiche di buona flessibilità. La tecnologia consente di mantenere le derivazioni esistenti della vecchia condotta, ma anche di realizzarne di nuove tramite saldatura testa a testa o con il montaggio di adeguati manicotti.



Nel caso di tubazioni metalliche (acciaio, ghisa) vengono utilizzati pezzi speciali come per esempio collari.

## Campi di applicazione

Questa tecnologia può essere utilizzata per risanare condotte idriche e fognarie, posizionare tubi camicia per la posa di cavi ottici, elettrici o anche altri servizi, in ambito urbano, extraurbano ma anche su tratte subacquee o sottomarine.

È possibile realizzare con un unico tiro tratte di lunghezza fino a 1.000 m, a seconda della curvatura del tracciato e del diametro della condotta da posare che può variare da 200 mm a 1.000 mm a seconda delle applicazioni.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella ISO 11296/7/8 - Parte 2 Tubi continui.





# Risanamento a Conci (Discrete Pipes)

---

## Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - si basa sull'inserzione (Slip lining) all'interno di una condotta esistente di un rivestimento con singoli tubi di lining prefabbricati, collegati tra loro durante l'installazione.

La corona circolare libera tra la parete esterna del tubo di lining e la parete interna della tubazione da risanare deve essere riempita con una malta sufficientemente fluida da saturare completamente l'intercapedine. L'intasamento deve avvenire successivamente al bloccaggio della tubazione, al fine di evitare il galleggiamento della nuova tubazione.

Al fine di pianificare il lavoro, prima del risanamento devono essere attentamente valutate:

- la stabilità della struttura, la posizione, la geometria, lo spazio anulare risultante su tutto il percorso;
- il livello di falda, tenendo conto delle fluttuazioni stagionali;
- la compatibilità del materiale utilizzato come liner in relazione al tipo di fluido da convogliare.

L'installazione può avvenire con tre metodologie:

- a spinta: che prevede l'inserimento dei tubi di lining, accoppiati tra loro, mediante un dispositivo di spinta idraulica posizionato nel punto di partenza (pozzo/scavo) fino a raggiungere il punto di destinazione;
- con tiro: che prevede il tiro del treno dei tubi di lining mediante un organo a fune posizionato nel punto di arrivo (pozzo/scavo);
- ad inserimento: che prevede l'inserimento dei tubi di lining, accop-

piati tra loro, mediante un carrello retrattile che scorre dal punto di partenza (pozzo/scavo) fino a raggiungere il punto di destinazione.

## Campi di applicazione

La tecnologia è applicabile a tutte le tubazioni (accessibili e non) delle reti fognarie a gravità o delle condotte idriche in pressione, di qualsiasi forma e materiale, permettendone il risanamento idraulico e strutturale.

Tale soluzione è condizionata dalla possibilità di ridurre di una certa percentuale la sezione della condotta esistente, anche se, nella maggior parte dei casi, tale diminuzione è in gran parte compensata dall'eliminazione delle perdite di carico.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella ISO 11296/7/8 - Parte 5 Tubi discreti.





# Tecnologie Close Fit

---

Con la denominazione "Close Fit" si intendono una serie di tecnologie - comprese nella famiglia trenchless del Risanamento - che permettono il risanamento di condotte esistenti, tramite l'inserimento di una nuova tubazione, pre-deformata in cantiere o in fabbrica, e rimessa in forma con diverse tecniche, per garantire una perfetta aderenza tra la vecchia e la nuova tubazione.

Poiché il diametro finale della condotta risulterà ridotto, la tecnologia dovrà essere valutata in funzione del tipo di fluido trasportato.

## Descrizione

### **Tubazione deformata in cantiere**

La tecnologia prevede l'impiego di un tubo in polietilene ad alta densità (PEHD) che viene deformato in cantiere mediante un sistema termo-meccanico. Il tubo viene fatto passare attraverso un anello-conico, denominato "RIG", che permette la riduzione, in maniera stabile, del diametro così da facilitare l'infilaggio, attraverso pozzetti, all'interno della condotta esistente da risanare. La nuova tubazione, inserita mediante un sistema a traino all'interno del tubo ospite, viene lasciata raffreddare e, in tal modo, riprende la sua dimensione originaria, aderendo perfettamente alla vecchia condotta.

### **Tubazione deformata in fabbrica**

La tecnologia prevede l'impiego di un tubo in polietilene ad alta densità (PEHD) che viene deformato in fabbrica mediante processi termo-mecanici che ne riducono il diametro esterno originario del 25-30% circa, piegando il tubo assialmente e dandogli una forma a "C". A seconda del diametro nominale è possibile avvolgerne diversi metraggi su un tamburo per l'inserimento all'interno della condotta esistente da risanare,

mediante un sistema a traino. Il tubo viene quindi collegato ad un apposito meccanismo di pompaggio di vapore per riacquistare la sua forma originaria circolare, aderendo perfettamente alla condotta ospite.

Al fine di accertare l'applicabilità della tecnologia occorre verificare:

- lo stato di conservazione della condotta esistente;
- la tipologia del materiale e della giunzione della condotta esistente;
- le forze applicate sul tubo in PE al fine di scongiurare fenomeni di snervamento del materiale;
- la capacità di trasporto del fluido convogliato in relazione al diametro utile ridotto rispetto al preesistente;
- la compatibilità del materiale in relazione al tipo di fluido da convogliare e alla tecnologia di deformazione applicata, con particolare riferimento alle forze di trazione, snervamento e compressione;
- la temperatura ambiente e del tubo durante le operazioni;
- la sommatoria degli attriti interni al vecchio tubo ed esterni sulla nuova tubazione;
- gli eventuali interventi di accelerazione del rientro dimensionale (pressurizzazione/ riscaldamento).

Di seguito si riportano le principali fasi di lavorazione:

- realizzazione degli scavi in corrispondenza dei punti alle estremità del tratto da rinnovare;
- realizzazione del by-pass;
- sezionamento in corrispondenza dei punti stabiliti per l'inserimento e il traino;
- eventuali rimozioni di parti sporgenti all'interno del tubo ospite;
- pulizia della tubazione esistente;
- esecuzione di calibratura per verificare un eventuale ovalizzazione o cambi di diametro della condotta esistente. È indispensabile effettuare il controllo attraverso calibratura (Fig



Test) con un segmento tubolare in polietilene (PE) adeguato in diametro e in lunghezza per la valutazione preventiva delle possibili incisioni che il nuovo tubo riporterà durante il processo di inserimento;

- saldatura dei tratti di tubazione da impiegare per il rinnovamento;
- ispezione televisiva/visiva dell'interno della condotta esistente;
- posizionamento dell'organo per il traino della nuova tubazione;
- inserimento;
- ripristino dimensioni iniziali della nuova tubazione;
- connessione eventuali tratti intermedi;
- collaudo delle condotte rinnovate;
- collegamento ai terminali della condotta esistente a monte e a valle del relining;
- messa in esercizio della condotta rinnovata;
- chiusura scavi e smobilitazione cantiere.

La dinamica del processo di rientro a diametro voluto deve essere controllata mediante un calcolo preventivo e una serie di misurazioni di controllo effettuate post-inserzione.

La realizzazione di derivazioni laterali dalla nuova tubazione deve essere effettuata mediante asportazione preventiva della quota parte di condotta in corrispondenza del raccordo o realizzando una "finestra" sulla superficie della vecchia condotta per accedere alla nuova condotta.

## Campi di applicazione


La tecnologia viene utilizzata per il risanamento di tubazioni in pressione, acquedottistiche e gas.

I sistemi descritti, adatti per ogni tipo di tubazione, prevedendo un materiale rigido, possono essere utilizzati su tracciati che non presentino curvature significative.

A seconda delle prestazioni tecniche del materiale e del sistema di in-

stallazione sono possibili risanamenti fino a 1.200 metri con un unico tiro, ottenendo un tubo strutturalmente indipendente e installato in tempi brevi.





# Sostituzione di tubi con frantumazione (Pipe Bursting) o con taglio (Pipe Splitting)

---

## Descrizione

Le tecnologie - comprese nella famiglia trenchless del Risanamento - consentono la sostituzione, senza rimozione, di condotte esistenti con una nuova condotta in acciaio, ghisa sferoidale o materiali plastici quali polietilene (PE), polipropilene (PP), policloruro di vinile (PVC), ecc. di diametro minore, uguale o superiore a quello esistente.

Nel caso di aumento di diametro, è necessario verificare preliminarmente la presenza nelle vicinanze di altri sottoservizi (con sistemi georadar).

Si distinguono due tipologie di posa:

### **Pipe Bursting**

La posa della nuova tubazione avviene mediante l'inserimento nella condotta esistente, per mezzo di un argano a fune per la guida e la trazione, di una testa di frantumazione che, vibrando per mezzo di un compressore, la demolisce o la allarga nelle zone ovalizzate. Alla testa vibrante è collegata la nuova condotta che viene trainata dalla fune dell'argano. La tecnologia permette l'aumento del diametro della condotta esistente. Il Pipe Bursting viene utilizzato in presenza di tubazioni fragili, in gres, ghisa grigia, policloruro di vinile (PVC), fibrocemento senza amianto e cemento non armato. Il suo impiego è condizionato dalla presenza nelle vicinanze di altri sottoservizi, specie fognature in cemento/gres che potrebbero essere danneggiate per compressione.

### **Pipe Splitting**

La posa della nuova tubazione avviene mediante l'inserimento preliminare nella condotta esistente di una serie di aste in acciaio tra loro collegate, alle quali, una volta giunte nel punto di arrivo, viene agganciata una testa dotata (o non dota-



ta) di una lama tagliente e la nuova tubazione da inserire. Attraverso il tiro delle aste - con attrezzatura speciale di tiro a funzionamento idraulico e con azione continua senza percussione - la testa taglia o allarga la condotta esistente e, allo stesso tempo, traina e posa la nuova condotta. Il Pipe Splitting è utilizzato per la sostituzione di tubazioni duttili, non adatte alla frammentazione, in acciaio, ghisa sferoidale, cemento armato e poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV), ma anche in tutti gli altri materiali qualora non si usi la testa tagliente.

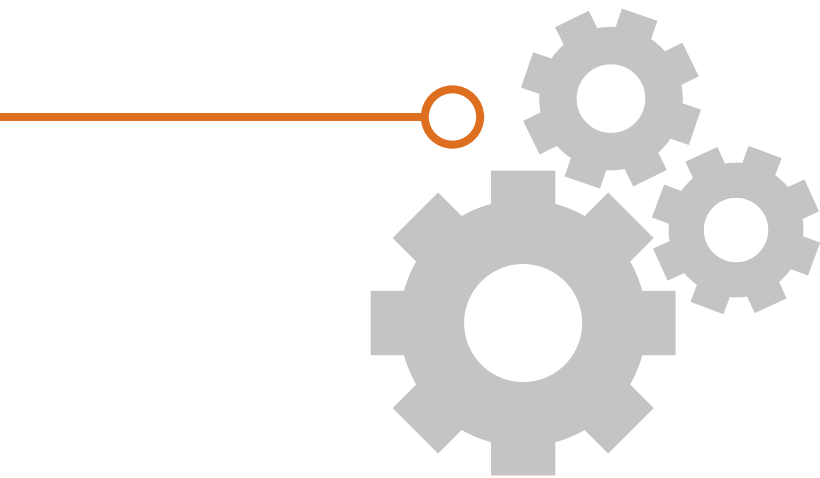
## Campi di applicazione

Le tecnologie sono utilizzate per sostituzione di condotte industriali, acquedottistiche, fognarie, a gravità o a pressione, del gas, e consente la posa di tubazioni di diametro nominale compreso tra 150 mm e 1.200 mm, per lunghezze tipiche da 80 metri a 150 metri.

La tecnologia non è utilizzabile per la sostituzione di tubazioni in cemento-amianto in quanto la vecchia tubazione non viene rimossa nelle operazioni di risanamento.









# RISANAMENTO

---

# RIPARAZIONE





## Riparazione delle tubazioni in caso di danni localizzati (Local Repair)

Dopo un'analisi puntuale dello stato della condotta da risanare, in caso di presenza di danni localizzati, si può scegliere come intervenire utilizzando una serie di tecnologie sviluppate appositamente per eseguire tali riparazioni in maniera rapida e puntuale, anche su condotte non accessibili.

### Descrizione

Le tecnologie di risanamento delle tubazioni in caso di danni localizzati - comprese nella famiglia trenchless del Risanamento - sono principalmente:

- metodi robotici e a spatola;
- metodi di iniezione;
- manicotti interni;
- tronchetti polimerizzati in loco (tecnica CIPP - Cured in Place Pipe);
- riparazione degli allacciamenti con "profilo a cappello" (tecnica CIPP - Cured in Place Pipe);
- metodo "flood grouting" (stuccatura a riempimento).

Preliminarmente all'intervento è necessario, in ogni caso, pulire la superficie interna della condotta nell'area danneggiata, fresandola e rettificandola perché risulti priva di depositi, incrostazioni o sporgenze. Quindi eseguire la riparazione localizzata mediante il sistema più idoneo tra quelli sopra descritti, in funzione della tipologia della condotta e della dimensione del danno.

Tra i metodi robotici, si distinguono:

- Robot di fresatura, utilizzati per la fresatura di condotte di vario tipo e dimensioni, inclusi gli allacci;
- Robot a getto d'acqua ad alta pressione, utilizzati per rimuovere gli ostacoli e i sedimenti dalle tubazioni con getti d'acqua ad alta pressione;
- Robot di sigillatura a iniezione e/o con spatola, utilizzati per l'iniezione e/o spatolatura di materiale sigillante e/o riempitivo su giunti e allacci o sulla superficie delle tubazioni, al fine di sigillare vuoti localizzati, crepe o fessure, anche longitudinali.

## Campi di applicazione

La tecnologia può essere applicata su condotte di scarico a gravità o in regime di leggera pressione (massima 0,5 bar, secondo UNI-EN 1610) quali fognature civili (acque nere, miste e bianche), fognature industriali e canalizzazioni con funzionamento a gravità.

La tecnologia può essere applicata a infrastrutture esistenti di qualsiasi materiale e forma, con sezioni circolari e ovoidali, nei limiti dimensionali legati alle singole tecniche di riparazione e relative attrezzature.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI EN 15885:2011



## Riparazione automatizzata delle perdite idriche (TALR-Trenchless Automated Leakage Repair)

---

La tecnologia Trenchless Automated Leakage Repair (TALR) è una soluzione avanzata che permette di riparare tutte le perdite presenti su sezioni limitate delle condotte, inclusi gli allacci fino al contatore di utenza, per reti di distribuzione idrica in pressione, senza effettuare il rivestimento interno.

### Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - si basa su un composto di materiale organico e resina epossidica (noto come PIG Train) che, iniettato da un punto d'ingresso nella condotta in pressione da risanare e spinto dall'acqua, sigilla puntualmente nel passaggio, in modo istantaneo e permanente, tutti i fori e le fessure presenti sulla condotta e sugli allacci. Al termine dell'intervento il composto viene estratto alla fine del tratto interessato e smaltito come rifiuto non pericoloso.

Questa soluzione è applicabile su condotte di qualunque materiale per lunghezze fino a 500 metri e diametri fino a 200 mm, eliminando la necessità di scavi e senza dover localizzare puntualmente le singole perdite.

I cantieri richiedono pochi metri quadrati, possono essere posizionati in maniera flessibile, e le lavorazioni durano dalle 4 alle 8 ore, secondo le fasi elencate di seguito:

- isolamento della sezione di tubo da trattare;
- attrezzaggio della strumentazione TALR ("launcher" e "retriever");
- misurazione delle perdite e della torbidità pre-intervento;
- preparazione e caricamento del PIG Train;
- passaggio del PIG Train nella tubazione e sigillatura delle perdite;
- misurazione delle perdite post-intervento;
- lavaggio della condotta trattata e dei relativi allacciamenti per ripristino torbidità;



- riattivazione del servizio idrico.

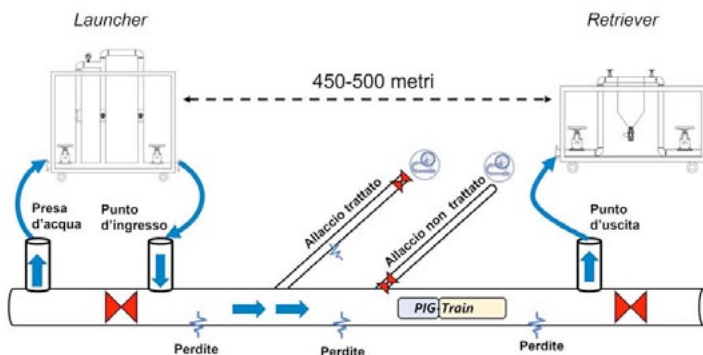
L'uso della tecnologia TALR porta enormi vantaggi in quanto permette di ridurre significativamente le dispersioni idriche su tratti estesi della condotta o interi distretti, qualora le perdite non siano puntualmente identificabili, siano distribuite lungo la condotta o siano multiple e localizzate su giunti, curve, collari, prese in carico, etc. Inoltre, l'impatto ambientale è minimo poiché la tecnologia TALR rispetta nativamente i principi del Do No Significant Harm (DNSH).


## Campi di applicazione

La tecnologia viene tipicamente utilizzata per la riparazione di condotte di distribuzione idrica in pressione, per tratte fino a 500 m e diametri fino a 200 mm, può essere applicata su condotte principali e allacciamenti realizzati in qualsiasi materiale (acciaio, polietilene alta densità PEHD, PVC, ghisa, cemento, cemento-amianto, ferro, ecc.)

## Riferimenti

La tecnologia è brevettata ed è autorizzata dal Ministero della Salute per l'utilizzo con acqua per il consumo umano (DM 174/2004).





## Riparazione di pozzetti fognari e manufatti con elementi discreti (Panel Lining)

---

I pozzetti ed i manufatti in genere di raccordo tra le condotte della rete infrastrutturale sono elementi da tenere in dovuta considerazione nei piani di risanamento al pari delle condotte. A tale scopo è nata l'esigenza di sviluppare tecnologie che consentano un risanamento sia strutturale che idraulico per evitare la presenza di acque parassite.

### Descrizione

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - prevede l'uso di pannelli prefabbricati che vengono progettati in modo da adattarsi perfettamente alla superficie interna del manufatto da risanare. Quando il deterioramento del manufatto da risanare è limitato a una parte della superficie interna, i pannelli possono essere progettati per rivestire solo quella parte della struttura.

Per i pannelli, si utilizzano due tipologie di materiali:

- conci in calcestruzzo polimerico
- conci in poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV)

I pannelli possono essere introdotti all'interno del manufatto da risanare attraverso il chiusino standard passo d'uomo di diametro 600 mm, evitando così lavori aggiuntivi di scavo e di demolizione e riducendo al minimo il tempo di chiusura dell'area stradale. Il corpo cilindrico o quadrato del pozzetto viene rivestito con elementi singoli o in tre parti. Per il rivestimento del fondo, si devono prevedere elementi a canaletta per lo scorrimento ed elementi a piastra per il rivestimento delle banchine laterali. È possibile, inoltre, risanare anche il cono in un singolo elemento o a 4 segmenti.

La perfetta adesione tra i segmenti e il pozzetto ammalorato permette

di incrementare significativamente la capacità portante del manufatto. I tempi di riparazione sono di alcune ore per manufatti aventi altezze tipiche di circa 3 metri e diametro nominale fino a 1.200 mm.

## Campi di applicazione

Questa tecnologia di risanamento si applica principalmente a strutture accessibili. L'uso più diffuso è nel rinnovamento dei pozzetti di ispezione fognari deteriorati a causa dell'aggressione dei gas che si formano al loro interno.



## Tecnologie robotiche di aspirazione

---

La tecnologia - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - utilizza una particolare tipologia di macchinari conosciuti come ROV (Remote Operated Vehicle) o Mini Robot Escavatori, che permettono di scavare, pulire, bonificare, risanare e ispezionare ambienti di difficile accesso come spazi confinati oppure aree dove l'accesso all'uomo è interdetto per motivi di sicurezza come il caso di rischi di esplosione (zone ATEX) o la presenza di gas o polveri nocivi. Per queste ragioni, sono definite come soluzioni "No Man Entry". Gli interventi all'interno di condotte, pipeline, vasche e cisterne sono infatti particolarmente complessi e necessitano di mezzi comandati da remoto che riescono a lavorare passando per varchi di accesso (pozzetti, passi d'uomo, ecc.) particolarmente stretti.

### Descrizione

Un robot mini-escavatore è una macchina, a funzionamento idraulico o pneumatico, che si muove grazie a cingoli o a ruote. Solitamente è composta da un tubo, posto sopra i cingoli, che termina con un'estremità che consente di aspirare il materiale. Può essere equipaggiata con diversi accessori frontali (benne, coclee, spazzole, martelli, ugelli ad alta pressione) che consentono di disgregare i sedimenti più compatti o calcificati. Accanto al tubo di aspirazione, trova spazio un braccio con telecamere e luci LED che consentono all'operatore di manovrare il mezzo da remoto. Nel caso di ambienti a rischio esplosione il robot deve essere certificato secondo gli standard internazionali. Esistono inoltre, modelli subacquei dedicati alla pulizia di vasche di decantazione.

Il robot mini-escavatore aspira il materiale, grazie a un accessorio frontale, e lo convoglia verso un punto di raccolta attraverso un tubo di aspirazione. Per aspirare può:


- essere collegato a un escavatore a risucchio o a un vacuum truck;
- montare a bordo una pompa (monovite, a lobi, centrifuga) che pompa il materiale senza necessità di un'unità aspirante.

Inoltre, per poter funzionare, il mini robot ha bisogno di una centralina (a gasolio o elettrica) che fornisce energia e una unità di controllo che è collegata al robot attraverso il cosiddetto "ombelicale" (al cui interno passano i tubi idraulici e i cavi elettrici). Solitamente l'unità di controllo è montata su supporti, oppure su veri e propri container: grazie a schermi e radiocomandi l'operatore monitora e muove il robot a distanze e in totale sicurezza.

## Campi di applicazione

Questi macchinari sono utilizzati per operazioni speciali in numerosi settori merceologici. A titolo esemplificativo: rimozione di sedimenti all'interno di cisterne o silos, aspirazione di macerie, pulizia di impianti trattamento acqua, vasche di prima pioggia, depuratori, distruzione di canali e fognature da detriti, vasche di decantazione, rimozione terreni contaminati. I settori industriali sono quindi molto ampi: si va dal mondo delle utilities e dell'edilizia alle raffinerie; dal biogas ai depositi alimentari di stoccaggio di materie prime, dalle acciaierie alle vetrerie, passando per impianti chimici, cementifici, discariche e trattamento rifiuti.





## Riparazione con tecnologie a spruzzo per condotte di scarico negli edifici

---

Le vecchie tubazioni di scarico sono le maggiori responsabili dei danni che si verificano negli edifici. Intasamenti, cattivi odori, perdite e allagamenti sono spesso causate da tubazioni ammalorate che, con l'usura, diminuiscono le loro prestazioni fino ad arrivare alla rottura e rendendo necessari interventi d'urgenza.

### Descrizione

La tecnologia a spruzzo - compresa nella famiglia trenchless del Risanamento - è stata sviluppata per risanare e riparare le tubazioni di scarico all'interno degli edifici in maniera definitiva e senza la necessità di demolizioni.

Come in chirurgia, gli impianti di scarico vengono ricostruiti con una sorta di "endoscopia", spruzzando sulle pareti interne delle tubazioni un esclusivo composito plastico a base di poliestere rinforzato che, una volta indurito, forma un vero e proprio nuovo tubo strutturale e autoportante dentro quello vecchio.

L'intervento si svolge secondo le fasi di video ispezione iniziale, pulizia e asciugatura della condotta, la video ispezione di controllo, l'applicazione del composito plastico e la video ispezione finale.

L'estrema flessibilità delle attrezzature e l'applicazione della resina allo stato liquido consentono di operare anche in presenza di curve o delle numerose braghe senza necessità di riaperture.

Il vantaggio nell'impiego di questa tecnologia appare evidente te-

nendo conto che, negli interventi di risanamento di tipo tradizionale, si stima una produzione annua di circa 35.000 tonnellate di macerie da smaltire.

## Campi di applicazione

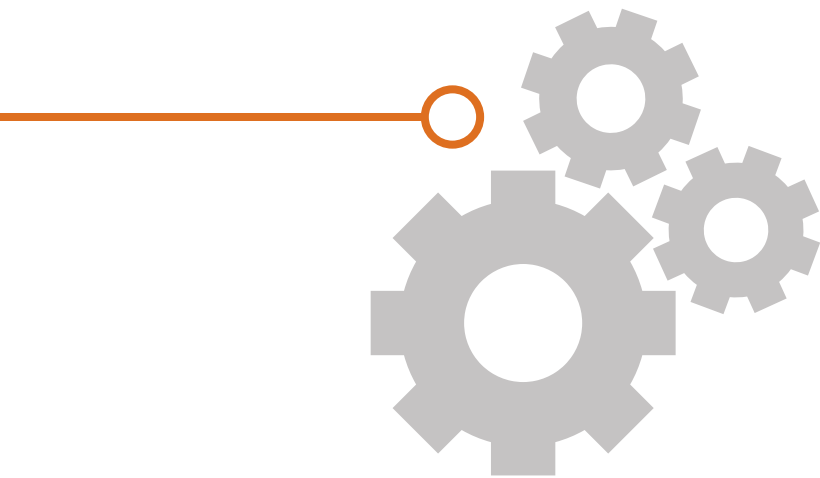
Con questa tecnologia si possono ricostruire tubazioni di scarico verticali o orizzontali di bagni, cucine e pluviali, di qualsiasi materiale e con diametri da 50 mm a 250 mm.

Le tubazioni in amianto possono essere risanate dall'interno grazie a un esclusivo protocollo di sicurezza vagliato dalla ASL.











TECNOLOGIE  
PER LAVORI TRENCHLESS  

---

  
E MATERIALI





# Sistemi di Scavo con escavatore a risucchio (Vacuum)

---

## Descrizione

L'escavatore a risucchio fa parte delle tecnologie ad "aspirazione pneumatica" (Vacuum) - comprese nella famiglia trenchless del Risanamamento - ed è in grado, attraverso potenti turbine, di aspirare materiali tra i più diversi (sabbia, ghiaia, terra, massi, fango, ecc.).

Il materiale aspirato, dopo aver attraversato il tubo di aspirazione, percorre un sistema di filtraggio attivo per restituire all'esterno aria pulita e priva di polveri. Una volta concluso il lavoro di aspirazione, il cassone contenitore viene svuotato e pulito.

Il sistema è disponibile in un'ampia varietà di dimensioni e può essere semovente o montato su rimorchi. In caso di scavi in prossimità di sottoservizi, una lancia ad aria, accessorio in dotazione con il mezzo, è in grado di smuovere il terreno con l'aria compressa sia per scoprirli, sia per rendere ancora più efficace l'aspirazione del terreno con l'escavatore a risucchio. Proprio per la sua caratteristica non distruttiva, questa tecnologia risulta molto più efficace e meno invasiva dello scavo tradizionale.

## Campi di applicazione

La tecnologia può essere applicata in moltissimi campi (pulizia di impianti industriali, ristrutturazioni edilizie, bonifiche ambientali...) ma si rivela particolarmente efficace nello scavo in centro città al fine di preservare la fitta rete di sottoservizi o le radici degli alberi o per effettuare saggi di localizzazione.

## Riferimenti

La tecnologia è descritta nella UNI/PdR 97:2020 - "Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrate a basso impatto ambientale - Sistemi ad aspirazione pneumatica" (scaricabile gratuitamente dal sito dell'UNI).



Link utili





# Trattamento dei fanghi con Decanter Centrifugo

Il Decanter centrifugo è un sistema che permette di separare le sostanze solido-liquido, come i fluidi e i fanghi di perforazione, al fine di migliorare i processi produttivi. Infatti, tale separazione comporta numerosi vantaggi:

- Ambientali: dopo la separazione, è possibile riutilizzare l'acqua chiarificata e reintrodurla nel processo, riducendo il consumo di acqua pulita;
- Economici: con una minore quantità di materiale da smaltire, si riducono i costi di smaltimento;
- Logistici: si avrà una riduzione dei tempi di smaltimento del materiale, sia per quantità ridotte sia per la rapidità di processo.

## Descrizione

Il principio di funzionamento del Decanter centrifugo è quello di sfruttare la differenza di peso specifico tra le sostanze che devono essere separate. La separazione avviene nel tamburo, il quale ruota ad alta velocità moltiplicando migliaia di volte la forza di gravità. La coclea, che a sua volta ruota all'interno del tamburo, ha la funzione di trasportare all'esterno la sostanza solida che si deposita nelle pareti, mentre la fase liquida, essendo più leggera, confluisce nell'area di uscita del liquido. La separazione viene agevolata mediante un opportuno dosaggio di additivi a base organica.

## Campi di applicazione

La tecnologia può essere impiegata per il trattamento in disidratazione e alleggerimento di fanghi, fluidi e bentonite da lavori con TBM slurry (Tunnel Boring Machine), Microtunnel, TOC (Trivellazione Oriz-

zontale Controllata) e idrofresa. Inoltre, può essere applicata per la separazione delle acque reflue e dei rifiuti organici, nel settore alimentare, chimico e petrolchimico.





# Tubazioni

---

Le tubazioni utilizzate per le installazioni con tecnologie trenchless, siano esse di sviluppo delle reti dei sottoservizi, siano per risanare le condotte esistenti, si distinguono in base alle caratteristiche del servizio/fluido trasportato, alle temperature e alle pressioni che devono sopportare e, in generale, all'ambiente in cui verranno poste.

## 1. Tubi in materiale plastico

Sempre più usati grazie alle caratteristiche di leggerezza, flessibilità, resistenza alla corrosione, proprietà dielettriche, inerzia nei confronti dei fluidi più comuni (come il gas a bassa pressione o l'acqua).

I materiali più utilizzati nella realizzazione di questi tubi sono:

- PVC-A (PVC HI) (policloruro di vinile);
- PEHD (PEAD) (polietilene alta densità);
- PEX (polietilene reticolabile);
- PP (polipropilene);
- PVDF (polivinildenfluoruro).

A titolo di esempio, di seguito una breve descrizione dei tubi in PVC-HI e in PE.

### **Tubi in PVC-HI per Trivellazioni Orizzontali Controllate (TOC)**

Sono tubi in Polivinilcloruro modificato (mescola additivata con CPE o sostanze acriliche) equipaggiati con un sistema di giunzione a doppia camera preinserito meccanicamente a caldo con funzione sia di tenuta idraulica alla pressione sia di tenuta meccanica alla trazione.

Applicabili per le pose con Trivellazione Orizzontale Controllata, Pipe Splitting o Pipe Bursting per la creazione di nuove condotte di trasporto acqua potabile in pressione e reflui, sia in pressione sia a gravità.

Possono essere posti in opera anche in spazi di cantiere esigui, in quanto la tipologia di assemblaggio e la loro intrinseca leggerezza non necessitano



la predisposizione di stringhe di tiro.

### **Tubi in PE per Trivellazioni Orizzontali Controllate (TOC) e Berstlining dinamico (Pipe Bursting)**

Tubi PE100 a elevata resistenza alla crescita lenta della frattura, tipo RC (Resistant to Crack), rispondenti alle norme tecniche di pertinenza (protezione cavi, gas, liquidi in pressione e non).

## **2. Tubi in acciaio**

Le caratteristiche che ne determinano le qualità sono:

- grande resistenza unita alla tenacità che consente di sopportare elevati valori di sollecitazioni addizionali (colpo di ariete, cedimenti di appoggi, vibrazioni, scosse telluriche);
- massima affidabilità nel tempo dovuta alla conservazione delle caratteristiche meccaniche e tecnologiche tipiche dell'acciaio, anche in presenza di variazioni più o meno cicliche delle condizioni di stress-tensionale circostanti, garantendo e mantenendo sempre elevati fattori di sicurezza;
- massima adattabilità per tutti i tipi di tracciati grazie alla possibilità di taglio e saldatura in loco e alla realizzabilità in cantiere di curve e pezzi speciali in acciaio per meglio adattarsi a tutti i profili plano-altimetrici.

Poiché sono soggetti a fenomeni di corrosione, il loro utilizzo deve anche prevedere la messa in opera di sistemi di protezione catodica.

## **3. Tubi in ghisa**

Tubi ottenuti con leghe di ferro, di carbonio e di silicio con trattamento al magnesio per la ghisa sferoidale. I tubi in ghisa sferoidale acquisiscono elevate caratteristiche meccaniche con allungamento minimo del 10% e modulo elastico 170.000 Mpa.

Grazie a queste caratteristiche le tubazioni consentono di sopportare importanti valori di pressione di esercizio, di collaudo e di resistenza ai carichi statici e dinamici, anche in caso di eventi sismici, franosi, ecc. La gamma di diametri delle tubazioni varia da 60 a 2.400 mm con diametro nominale



coincidente con il DN commerciale, e lunghezze da 5 a 8,15 m.

Diversi sono gli spessori di ghisa possibili e i rivestimenti interni ed esterni adatti a tutte le situazioni. Le giunzioni, di tipo liscio/bicchiera, si montano velocemente senza manodopera specializzata e possono essere di tipo automatico o antisfilamento, consentendo un disassamento angolare fino a 5°.

La versione antisfilamento con giunto a doppia camera con cordone di saldatura consente l'utilizzo della tubazione in diverse applicazioni no dig. L'impiego principale è nel trasporto di acque potabili e in misura minore nel gas. Le normative tecniche di riferimento sono le UNI EN 545 per acque potabili e UNI EN 598 per acque reflue.

#### **4. Tubi in calcestruzzo presso-vibrato armato a sezione circolare (DN 1000 a DN 3000)**

I tubi in calcestruzzo presso-vibrato da utilizzare in tecniche di posa a spinta sono prodotti conformi alle norme UNI EN 1916 e dimensionati secondo le DWA 161.

Il sistema di giunzione è a manicotto in acciaio Fe 360 verniciato compreso di guarnizioni elastomeriche, in accordo con la norma UNI EN 681, anello di ripartizione della spinta in legno o equivalente.

Il tubo in calcestruzzo presso-vibrato è solitamente utilizzato per il trasporto di acque bianche ma in caso di liquidi maggiormente aggressivi è possibile prevedere rivestimenti o trattamenti di protezione interna, per migliorare la resistenza chimica e alla abrasione, realizzata in mattonelle in gres ceramico, resine epossidiche, resine polimeriche o liner Polietilenici.

#### **5. Tubi in calcestruzzo (SCC) autocompattante a sezione circolare (DN 900 a DN 1400)**

I tubi in calcestruzzo armato per condotte a gravità a sezione circolare prefabbricati in calcestruzzo (SCC) autocompattante, da utilizzare in tecniche di posa a spinta, sono realizzati secondo le linee guida FBS con classe di calcestruzzo C50/60, secondo UNI EN 206-1 e DIN 1045-2, e dimensiona-

ti secondo le DWA 161. I tubi possono essere anche rivestiti con liner in PEAD così da avere classe di esposizione interna XA3, XD3, XS3. Il sistema di giunzione è a manicotto in acciaio S235, guarnizioni SBR conformi alla norma UNI EN 681, anello di ripartizione della spinta in legno e connettore interno in PP per tenuta fino a 2,5 bar.

## **6. Tubi in gres ceramico (DN 150 a DN 800)**

Le condotte in gres ceramico trovano largo impiego nel settore della posa senza scavo grazie alle elevate caratteristiche meccaniche. Trovano applicazione nel trasporto di liquidi non in pressione, trasporto di liquami civili e industriali, liquami a forte aggressività PH 0-14 o contenenti solventi e oli, convogliamento di acque meteoriche (cariche e non) e acque di prima pioggia, cavidotti, ecc. I tubi in gres per la posa a spinta vengono prodotti secondo la normativa UNI EN 295/2013, Parte 7, e sono completi di sistema di giunzione a manicotto in acciaio.

## **7. Tubazioni in Poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV) per installazione con tecnologia a spinta senza scavo**

Le tubazioni in PRFV possono essere utilizzate per applicazioni no dig, sia per la posa di nuove condotte con tecniche senza scavo a spinta (Pipe jacking) sia per il riefficientamento di condotte ammalorate (discrete pipe relining). Le condotte in PRFV sono impiegate per gli acquedotti e per le fognature, in conformità alla norma UNI EN ISO 23856, con classi di pressione da PN 1 a PN 32 bar, rigidzze da SN 5.000 N/m<sup>2</sup> a 1.000.000 N/m<sup>2</sup> e diametri dal DN 200 mm al DN 4.000 mm. Sono disponibili, inoltre, profili non circolari (ovoidali, ribassati, ecc.) per il relining di collettori a sezione speciale.

## **Riferimenti**

Le tubazioni in poliestere rinforzato con fibra di vetro (PRFV) per il Micro-tunnelling e le altre tecnologie a spinta, quali ad esempio il Pipe Jacking, sono regolate dalle norme ISO 25780 e UNI/PdR 26.2:2017 e sono dotate di giunti a manicotto in acciaio o in PRFV, che consentono l'utilizzo in pressione fino a PN 16 bar.



Link utili



# Giunti per lavori CIPP - Cured in Place Pipe

---

## Descrizione

Tra le tante tipologie di giunto, quello su misura multi-diametro è progettato specificamente per completare progetti di riabilitazione di condotte utilizzando la tecnologia trenchless CIPP (Cured In Place Pipe). Questo innovativo componente è disponibile in diverse configurazioni e, grazie alla sua versatilità, con un unico pezzo è possibile collegare il tubo risanato con il dispositivo successivo. Il corpo centrale del giunto offre una superficie ampia e performante, ideale sia per il taglio finale che per l'applicazione del giunto interno, garantendo così una perfetta tenuta.

## Materiali

Il giunto è realizzato interamente in acciaio al carbonio ed è interamente protetto con un rivestimento termoplastico anticorrosivo che ne salvaguarda la funzionalità e la durata nel tempo. Completano l'allestimento la bulloneria e la guarnizione. Per entrambe esistono delle personalizzazioni sulla tipologia di materiale disponibile.

Tutte le versioni, sia antisfilamento che non, possono essere personalizzate sia per quanto riguarda la dimensione della sezione bicchierata sia per quanto riguarda il lato flangiato che può presentare flangia fissa, mobile o testata liscia.

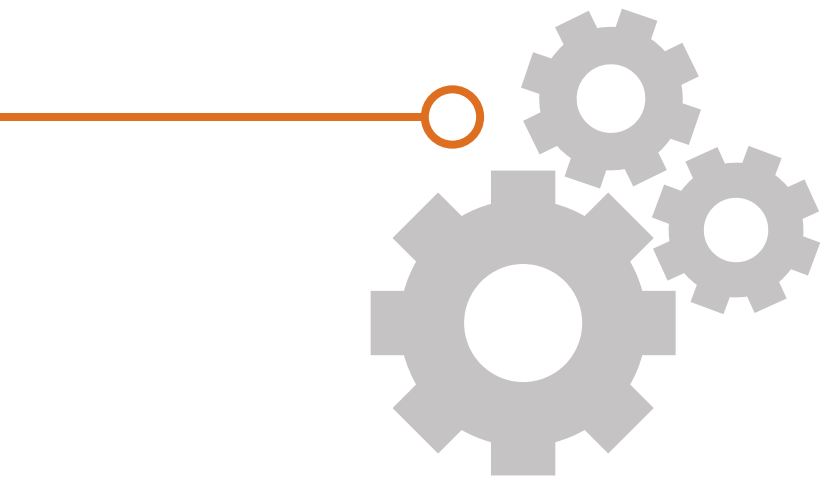
## Campi di applicazione

Il giunto è utilizzabile nell'ambito degli interventi di riabilitazione di una condotta in pressione con tecnologia CIPP, su tutte le tipologie di tubazione aventi superficie liscia e struttura solida, per diametri che



vanno da 300 mm al 1.500 mm e pressioni fino a PN 16, anche se, su richiesta, sono realizzabili anche altre dimensioni e configurazioni di pressione. Per tubazioni metalliche, come acciaio al carbonio e ghisa sferoidale, il giunto può essere dotato di sistema antisfilamento.









## Norme e Decreti

---

Di seguito si riportano le principali norme di legge che richiamano le tecnologie trenchless e ne incentivano l'impiego:

- DPCM 3 marzo 1999 «Razionale sistemazione nel sottosuolo degli impianti tecnologici».
- DLgs 81/2008 Testo Unico della Sicurezza - L'art. 37 prevede patentini obbligatori per operatori «macchine complesse» di perforazione.
- DLgs 163 del 12 aprile 2006 «Regolamento di esecuzione e di attuazione Codice dei Contratti Pubblici (DLgs 36/2023)» che prevede per le tecnologie trenchless una specifica categoria di opere specialistiche (OS35) denominata «Tecnologie a basso impatto ambientale».
- Delibera AGCOM 622\_11\_CONS «Regolamento in materia di diritti di installazione di reti di comunicazione elettronica per collegamenti dorsali e co-ubicazione e condivisione di infrastrutture».
- DM 137 del 4 aprile 2014 «Norme tecniche per gli attraversamenti e per i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto».
- Art. 66 del DPR 495 del 6 dicembre 1992 «Regolamento di esecuzione e di attuazione del Codice della Strada» (testo coordinato con l'Art.25 del DLgs 285 del 30 aprile 1992 «Nuovo Codice della Strada») che disciplina la deroga nella profondità minima di interrimento nella posa di condotte realizzata con tecniche di scavo a basso impatto ambientale.
- «Decreto Scavi» del 1°Ottobre 2013 (MISE e MIT) che



raccomanda l'impiego delle tecnologie a basso impatto ambientale per la posa in opera delle infrastrutture per la banda ultra larga.

- DLgs 33 del 15 febbraio 2016 (recepimento della Direttiva Europea 61/2014) che rimanda alle Norme e Prassi pubblicate dall'UNI - Ente Normatore italiano sull'impiego delle tecnologie di scavo a basso impatto ambientale.
- Norma UNI 10576 - 2018 «Protezione di tubazioni gas durante i lavori nel sottosuolo» che ha recepito le Linee guida ANCI - ANIGAS - ASSOGAS - IATT - UTILITALIA del 3 agosto 2017 «Linee guida per la posa di cavi in fibra ottica in presenza di gas».
- DLgs 77 del 31 maggio 2021, convertito in Legge n. 108 del 29 luglio 2021 – l'art. 40 sancisce l'utilizzo della mini e micro trincea per la posa in opera delle infrastrutture per la banda ultra larga.

## Le Prassi di Riferimento

---

Di seguito si riportano le Prassi di Riferimento pubblicate con UNI e Unindustria:

- UNI/PdR 7:2014 pubblicata il 19 giugno 2014: Tecnologia di realizzazione delle infrastrutture interrato a basso impatto ambientale: sistemi di minitrinca
- UNI/PdR 26/2017 pubblicata il 2 febbraio 2017: Tecnologie di realizzazione delle infrastrutture interrato a basso impatto ambientale:
  - UNI/PdR 26.1:2017 - Sistemi per la localizzazione e mappatura delle infrastrutture nel sottosuolo
  - UNI/PdR 26.2:2017 - Posa di tubazioni a spinta mediante perforazioni orizzontali
  - UNI/PdR 26.3:2017 - Sistemi di perforazione guidata: Trivellazione Orizzontale Controllata (TOC)
- UNI/PdR 37:2018 pubblicata il 22 marzo 2018: Risana-mento senza scavo di tubazioni sotterranee rigide per acqua potabile mediante rivestimento con malte cementizie o resine
- UNI/PdR 38:2018 pubblicata il 6 aprile 2018: Marcatura elettronica di reti interrato e infrastrutture nel sottosuolo
- UNI/PdR 97:2020 pubblicata il 23 ottobre 2020: Sistemi ad aspirazione pneumatica
- UNI/PdR 101:2020 pubblicata il 3 dicembre 2020: Metodologie di posa della fibra ottica nelle infrastrutture esistenti di gestori e operatori
- UNI/PdR 166:2024 pubblicata il pubblicata 5 settembre 2024: Figure professionali operanti nell'ambito delle tecnologie "a basso impatto ambientale" o Trenchless Technology - Requisiti di conoscenza, abilità, autonomia e responsabilità

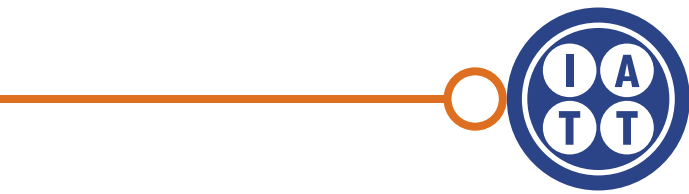


Di seguito si riportano gli ulteriori progetti di Prassi di Riferimento proposti da IATT e di prossimo avvio in ambito UNI:

- Relining con tubi e tubolari plastici per condotte convoglianti acque in pressione
- Linee guida per le metodologie e sistemi per il rinnovamento, la connessione e la manutenzione delle tubazioni di scarico a gravità (max. 0.5 bar) con tecnologie CIPP (Cured In Place Pipe)
- Linee guida per il rivestimento di tubi in pressione per acqua potabile con tecniche CIPP (Cured in Place Pipe)
- Linee guida per il trattamento dei fanghi bentonitici nelle lavorazioni trenchless
- Linee guida per l'utilizzo di mini robot nell'aspirazione pneumatica - No Man Entry

Link utili







# I NOSTRI SPONSOR

---

Si ringraziano le Aziende sponsor dell'iniziativa

Per visualizzare i video pubblicitari  
inquadrare il Qr Code





sito web



Brandenburger



sito web



sito web



sito web





**DRILLEX**  
ITALIA



sito web



**Ekso**  
SERVIZI E TECNOLOGIE NO-DIG



sito web



**festa** S.p.A.  
Trivellazioni Orizzontali Teleguidate - Directional Drilling HDD  
Posa condotte con tecnologia No-Dig



sito web



**fit**<sup>®</sup>



sito web







sito web



sito web



sito web



sito web





**ILIRIA**  
RELINING EXPERTS



[www.iliria.eu](http://www.iliria.eu)

sito web



<https://www.intecosrl.com/>

sito web



[www.pbrtechnology.com/](http://www.pbrtechnology.com/)

sito web



**ROTECH**  
risanamento e rinnovamento tubazioni



<https://www.rotech.bz.it/>

sito web





sito web



**SOCIETÀ DEL GRES**  
**GRUPPO STEINZEUG-KERAMO**



sito web



**techfem**



sito web



sito web





sito web



sito web



sito web





Finito di stampare a dicembre 2024

Copyright © IATT. Tutti i diritti riservati.

È vietata la copia, redistribuzione e la pubblicazione  
dei contenuti e immagini non autorizzata espressamente dall'autore.





**Italian Association for  
Trenchless Technology  
(IATT)**

Via Ruggero Fiore,  
41 - 00136 Roma  
Tel. +39 06 39721997  
[iatt@iatt.info](mailto:iatt@iatt.info)  
[www.iatt.it](http://www.iatt.it)