

Tecnologie No-Dig: quali applicazioni?

Dr. Ing. Renzo Chirulli (*)
Dr. Geol. Giovanni Curci (*)
Dr. Geol. Marco Calò (*)

1. Le tecnologie No-Dig.

La parola No-Dig deriva dall'inglese no diggin (no scavo) e viene internazionalmente utilizzata per indicare una famiglia di tecnologie esecutive caratterizzate da un limitato o nullo ricorso allo scavo a cielo aperto (Trenchless Technologies).

I principali settori in cui le tecnologie No-Dig trovano applicazione sono:

- le nuove installazioni di servizi interrati (reti di trasporto e distribuzione dei gas e degli olii combustibili, acquedotti, fognature, reti di telecomunicazione, reti di distribuzione dell'energia elettrica, reti per il teleriscaldamento)
- la sostituzione o manutenzione di condotte o cavidotti interrati
- la difesa ambientale attraverso la bonifica di siti inquinati (discariche, siti soggetti ad inquinamento da percolati, ecc.) e l'isolamento di siti potenzialmente inquinanti (impianti e depositi industriali, aree di stoccaggio di sostanze inquinanti, discariche, ecc.)
- la difesa del suolo (stabilizzazione di pendii in frana, consolidamenti localizzati del sottosuolo, ecc.).

La maggior parte di questi interventi, se eseguiti con tecnologie esecutive tradizionali, richiedono sempre lo scavo a cielo aperto, con pesanti e negativi impatti sull'ambiente sia naturale che costruito, sulle strutture di superficie, sulle infrastrutture di trasporto (strade, ferrovie, canali fluviali, aeroporti) nonché sulle attività economiche, di residenza e di svago che hanno luogo sulla superficie in prossimità dei cantieri.

(*) IT Consulting S.r.l.

Nelle operazioni di installazione, sostituzione o manutenzione di condotte interrate i vantaggi derivanti dall'uso delle tecnologie No-Dig possono essere molto rilevanti.

Il minore impatto ambientale, la maggiore convenienza economica, la maggiore produttività conseguenti all'uso di tali tecnologie, le rendono adatte non solo per il superamento di punti singolari del tracciato, ma anche per la posa in linea di condotte sia in ambito urbano che extraurbano, nonché per le operazioni di manutenzione ordinaria e straordinaria delle reti.



Eliminando le operazioni di scavo a cielo aperto, le tecnologie No-Dig permettono di ridurre fortemente, se non addirittura azzerare, tutti questi impatti negativi.

È infatti possibile posare un nuovo acquedotto, un metanodotto, un oleodotto o anche semplicemente un cavo elettrico o telefonico operando direttamente nel sottosuolo, senza disturbare in alcun modo la superficie.

È quindi possibile attraversare una strada, un bosco, un fiume, un'area ad alto valore ambientale, una linea ferroviaria, una piazza storica, secondo qualsiasi direzione, senza arrecare alcun disturbo a tali ambienti e senza dover demolire nulla.

Ma è anche possibile sostituire o sottoporre a manutenzione una condotta o un cavidotto ammalorati, senza dover smantellare quanto si trova al di sopra di questi servizi interrati, con la possibilità di prolungare, con particolari interventi di riabilitazione, la vita utile di tubazioni altrimenti destinate alla sostituzione.

Rientrano tra le tecnologie No-Dig an-

che i sistemi di mappatura del sottosuolo basati sull'impiego di dispositivi georadar.

2. Applicazioni delle tecnologie No-Dig per l'installazione, la sostituzione o la manutenzione di condotte interrate

In relazione all'installazione, sostituzione o manutenzione di condotte interrate le principali tecnologie No-Dig sono:

- **nuove installazioni**
directional drilling
microtunnelling e TBM
pipe ramming
- **sostituzione di condotte**
pipe bursting
pipe splitting
- **rinnovo di condotte**
CIPP (cured-in-place pipe)
close-fit
sliplining

spiral lining
spray lining

- manutenzione ordinaria
- video ispezione
- riparazioni localizzate
- rimozione di occlusioni e depositi

A queste tecnologie occorre senz'altro aggiungere, come complemento fon-

possibile posare condotte con diametro sino a 1200 millimetri e lunghezze di tiro - cioè la distanza tra punto di entrata e punto di uscita - sino ai 1000 metri.

In realtà questi limiti sono stati più volte su-



FIG. 4 - Tipico cantiere da microtunnelling.



FIG. 1 - Directional drilling: perforazione pilota



FIG. 2 - Directional drilling: alesatura e tiro

damentale, il settore delle indagini preliminari e della mappatura del sottosuolo eseguito con sistemi georadar.

2.1 Nuove installazioni

2.1.1 Directional drilling

Il directional drilling è una tecnologia esecutiva basata sull'uso di speciali perforatrici dotate di un sistema di guida in grado di direzionare, nel sottosuolo, una batteria di perforazione secondo traiettorie di forma qualsiasi.

Grazie soprattutto allo sviluppo della tecnologia della perforazione direzionale a secco con martelli pneumatici fondo foro, il directional drilling può essere oggi impiegato anche in presenza di sottosuoli rocciosi.

Questa tecnologia esecutiva è caratterizzata da alti valori della produttività (normalmente da 5 a 15 m/h, con un record assoluto pari a 45 m/h), grande flessibilità ed economicità.

Attualmente con questa tecnologia è

rivo - in genere secondo una traiettoria rettilinea.

Con speciali attrezzature è possibile seguire anche andamenti curvilinei.

La tecnologia del microtunnelling si basa sull'impiego di mi-



FIG. 3/3b - Perforatrici da directional drilling

crofresse sotterranee (microtunneller) dotate di un complesso sistema di guida e controllo della traiettoria. Le frese sono in grado di ruotare autonomamente e ricevono la spinta necessaria all'avanzamento da un

apposito gruppo di spinta idraulico che viene alloggiato nel pozzo di partenza.

Le condotte destinate alla posa con microtunnelling sono costituite da conci speciali appositamente realizzati -

perati, sino ad arrivare alla posa di condotte aventi diametri sino a 2000 millimetri per lunghezze di tiro sino a 2000 metri.

2.1.2 Microtunnelling e TBM

Queste tecnologie consentono di effettuare la posa di condotte nel sottosuolo collegando due pozzi - rispettivamente di partenza e di ar-

jacking pipes - che permettono non solo il trasferimento delle spinte dal gruppo di spinta alla fresa, ma anche il convogliamento dei fluidi per la lubrificazione periferica al contatto terreno-tubazione e per l'allontanamento del detrito.

Le TBM - Total Boring Machines - sono frese sotterranee destinate alla realizzazione di tunnel praticabili.



FIG. 5 - Frese da microtunnelling

La tecnologia delle TBM è quella generalmente impiegata per la realizzazione delle grandi gallerie sotterranee.

Questa tecnologia rappresenta l'anello di congiunzione tra tecnologie propriamente No-Dig e tunnelling tradizionale.

Il microtunnelling e le TBM permettono la posa di condotte aventi diametri oscillanti tra i 400 ed i 3500 mm (oltre questo limite parliamo general-

mente di gallerie).

Non esistono limitazioni alla forma del cavo (con speciali macchine è infatti possibile realizzare cavi sotterranei di forma poligonale) né alle distanze che è possibile coprire.

La produttività varia in funzione del tipo di sottosuolo attraversato e del diametro posato: un valore medio orientativo è pari a 10 m/giorno.

Molto alta è la precisione di posa.

2.1.3 Pipe ramming

Il pipe ramming è una tecnologia destinata alla posa di condotte in acciaio basata sull'impiego di speciali percus-

sori pneumatici in grado di spingere la tubazione attraverso il terreno con produttività significativamente maggiori di quelle associate al tradizionale spingitubo. Il pipe ramming consente la posa secondo traiettorie strettamente rettilinee.

2.2 Sostituzione di condotte

I metodi sostitutivi (pipe bursting e pipe splitting) consentono la posa di nuove condotte in sostituzione di quelle esistenti, attraverso operazioni di demolizione e posa che avvengono nel sottosuolo senza effettuazione di scavi a cielo aperto.



FIG. 7 - Pipe bursting

2.2.1 Pipe bursting

Il pipe bursting è destinato alla sostituzione di condotte costituite da materiali fragili (gres, cemento-amianto, calcestruzzo, ghisa, ecc.).

Una speciale attrezzatura viene inserita nella condotta da sostituire.

Man mano che il dispositivo avanza frantumando la vecchia condotta, la nuova condotta viene trascinata lungo il cavo così creato.



FIG. 8 - Pipe splitting

2.2.2 Pipe splitting

Il pipe splitting è una tecnologia sostitutiva simile, sotto certi aspetti, al directional drilling.

È destinata alla sostituzione di condotte costruite con materiali duttili (acciaio, polietilene, PVC).

Anche in questo caso la posa della nuova condotta avviene contemporaneamente alla demolizione della vecchia.



FIG. 6 - Pipe ramming

2.3 Rinnovo di condotte

3.3.1 CIPP - cured-in-place pipe.

Questa tecnologia No-Dig permette il recupero di alcune delle funzioni perse da condotte ammalorate.

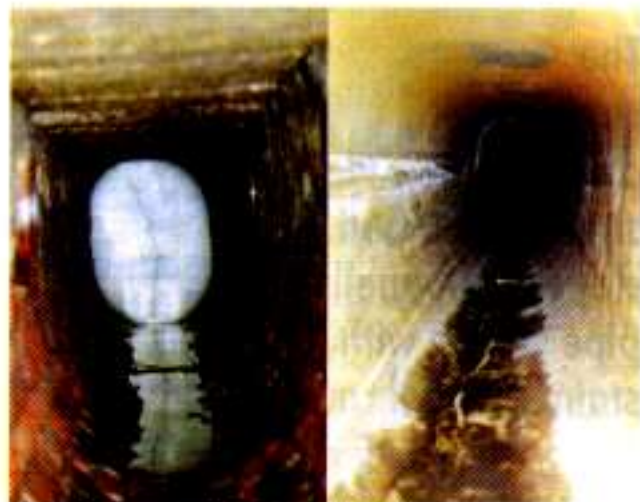


FIG. 9 - Applicazione del CIPP ad un collettore fognario in muratura di media sezione



Fig. 10 - Applicazione del CIPP ad un collettore fognario in muratura di grande sezione

In genere il CIPP consente di ristabilire ottimali condizioni di impermeabilità e di scabrezza delle pareti. Esso si basa sull'uso di speciali calze o tubi costituite da sottili film polimerici o tessuti in fibra di vetro impregnati con resine,

che con speciali tecniche di posa vengono fatti aderire alle pareti delle condotte da rinnovare.

2.3.2 Close-fit.

Le tecnologie close-fit prevedono l'inserimen-



FIG. 12 - impiego del U-lining per una tubazione di grande diametro

to di una nuova condotta entro quella ammalorata, senza de-

molire quest'ultima.

La nuova condotta avrà un diametro esterno inferiore e comunque molto prossimo a quello interno della condotta da rinnovare.

Una delle tecnologie close-fit più diffuse è chiamata U-lining.

2.3.3 Sliplining

La sliplining è una tecnologia di rinnovamento molto simile alla close-fit.

Anche in questo caso si procede all'inserimento di una nuova condotta entro quella da rinnovare, intasando, mediante l'iniezione di un apposito grout, lo spazio anulare esistente tra nuova e vecchia condotta.

2.3.4 Spiral lining

Anche lo spiral lining prevede l'inserimento di una nuova condotta entro una preesistente da rinnovare.

La particolarità di questa tecnologia sta nel fatto che la nuova condotta viene formata durante l'inserimento in quella preesistente, partendo da uno speciale coil di materiale plastico e/o

metallico che viene avvolto su se stesso a spirale.



FIG. 13 - Spiral lining

2.3.5 Spray lining

Questa tecnologia si basa sull'impiego di opportune miscele (a base di cemento o di resine termoindurenti) che vengono spruzzate, con appositi applicatori, sulle pareti della condotta da rinnovare, ristabilendone accettabili valori di impermeabilità e scabrezza superficiale.



FIG. 11 - inserimento di una nuova condotta in polietilene in una esistente in acciaio (close fit)

2.4 Manutenzione ordinaria

3.4.1 Video ispezione

Con video ispezione si indica in generale una qualsiasi tecnologia atta alla



FIG. 14 - Robot per videoispezione entro una tubazione di piccolo diametro ($\varnothing$ 100 mm).

visione di immagini televisive riprese all'interno di condotte, in genere non praticabili.

La video ispezione può essere attualmente effettuata utilizzando sia micro telecamere autonome anche di piccola dimensione ($\varnothing$ 25 mm) quanto unità automatizzate a moto autonomo e guida remota (robot) in grado non solo di trasmettere immagini, ma anche di effettuare riparazioni o interventi di rifinitura localizzati all'interno delle condotte ispezionate.

2.4.1 Rimozione di ostruzioni e depositi

Queste operazioni possono essere effettuate o mediante l'uso di robot (i così detti pig), oppure mediante l'uso di sistemi di pulitura meccanica il cui moto, necessario all'azione di pulitura, è causato dal fluido in circolazione. Questi pulitori meccanici, una volta inseriti in una condotta, possono lavorare autonomamente, senza alcuna alimentazione esterna, anche per diversi giorni, rimuovendo occlusioni, incrostazioni e depositi, al fine di ristabilire le originarie sezioni di deflusso.

2.5 Sistemi Georadar per indagini e mappatura del sottosuolo

La tecnologia del georadar è caratterizzata da una grande flessibilità d'uso, trovando infatti applicazione:

- nella mappatura del sottosuolo per l'individuazione di servizi interrati

FIG. 16 - Sistema RIS



- nella identificazione del tipo di terreno
- nella determinazione dello stato dei rivestimenti interni di condotte e di grandi gallerie
- nella determinazione dello stato delle strutture in cemento armato e nella individuazione dei ferri d'armatura.

Tutte queste operazioni

avvengono in modo non invasivo, senza cioè dover scavare, perforare o carotare. Grazie all'uso dei più recenti sistemi georadar, il così detto RIS - Radar per l'introspezione del suolo - è possibile tracciare, con un livello di affidabilità che ormai supera il 90%, una mappatura

tridimensionale del sottosuolo determinando non solo la posizione e la dimensione di altri sottoservizi (di qualsiasi materiale essi siano costituiti), ma anche di strutture interrate, di ipogei, di siti e/o reperti archeologici. Con tali sistemi è possibile inoltre procedere ad un riconoscimento del tipo di sottosuolo e delle eventuali discontinuità presenti in esso.

Il che permette non solo di poter procedere ad una progettazione basata su dati reali e che quindi sia effettivamente esecutiva, ma soprattutto di poter disporre di una cartografia del sottosuolo e dei sottoservizi che

manutenzione delle reti.

Ma la possibilità di determinare in maniera rapida, estensiva e non invasiva non solo lo stato delle condotte e dei rivestimenti delle gallerie (attraverso l'individuazione di lesioni, vuoti, ecc.), ma anche di quello del

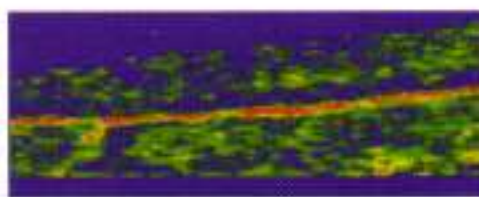


FIG. 17 - Tomografia di una condotta interrata ottenuta con un sistema RIS

terreno a tergo dei rivestimenti (attraverso la localizzazione di cavità, discontinuità, ecc.) permette di poter effettuare interventi localizzati ed efficaci, perché operati là dove realmente necessari, con evidente migliore impiego delle risorse economiche disponibili.

Infine la possibilità di determinare lo stato delle strutture in c.a. consente di estendere i vantaggi prima evidenziati anche ad interventi relativi a ponti canale, serbatoi interrati ed aerei, strutture di sostegno di condotte.

3. Applicazione delle tecnologie No-Dig per la realizzazione di opere in ambito extraurbano

3.1 Attraversamenti di punti singolari del tracciato

L'impiego delle tecnologie No-Dig, e del directional drilling in particolare consente di risolvere in maniera efficace e con il minimo livello di impatto ambientale possibile, il



FIG. 18 - Il grande impatto ambientale causato da un attraversamento fluviale operato con drag-line

sia una fotografia reale dell'esistente e quindi realmente utilizzabile per la programmazione, la progettazione e l'esecuzione di interventi per nuove installazioni e

problema relativo agli attraversamenti di punti singolari del tracciato.

Il caso tipico è quello relativo agli attraversamenti fluviali.

Le prime applicazioni del directional drilling in Italia, negli attraversamenti fluviali, sono dovute alla SNAM che già nei primi anni ottanta sperimentava con successo questa tecnica negli attraversamenti del fiume Po', con diametri e lunghezze di tiro ragguardevoli ($\sim \varnothing 500$ mm x 700 m).



▲ FIG. 19/20 - Impatto visivo di un'opera di attraversamento acquedottistica di tipo aereo. (la figura 20 mostra una simulazione fotorealistica della presenza dell'opera aerea).

I primi impianti facevano uso di grandi quantità di fanghi bentonitici, grandi must montati su castelli fissi, batterie di perforazione con aste doppie. Da allora notevoli sono stati i progressi in questo settore.

Oggi per queste applicazioni si opera con macchine semoventi di piccola dimensione, perforando anche con fluidi diversi dal fango bentonitico, e con sistemi di guida decisamente più efficienti ed affidabili.

Nel confronto con le tecniche tradizionali di posa in alveo o in sub alveo, come ad esempio il drag line, il directional drilling si rivela più rapido, più economico e soprattutto molto meno impattante. Sarebbe impossibile attraversare

un fiume in una zona umida operando con drag line.

L'impatto ambientale sarebbe talmente pesante da compromettere probabilmente l'habitat.

E naturalmente certe condizioni sareb-

bero sfavorevoli al rilascio dei permessi necessari da parte degli enti di controllo preposti alla tutela del patrimonio ambientale.

Lo stesso problema si pone nell'attraversamento di canali navigabili a causa dei possibili impatti sulle attività fluviali.

Ma i vantaggi emergono non solo nei confronti delle tecniche tradizionali di posa in alveo o in sub-alveo.

Nel confronto con le opere di attraversamento aeree, si sottolineano infatti due importanti punti di vantaggio a favore delle tecnologie No-Dig:

- la maggiore economicità delle opere così realizzate (sino a due o tre volte più economiche)
- il minore impatto visivo conseguente

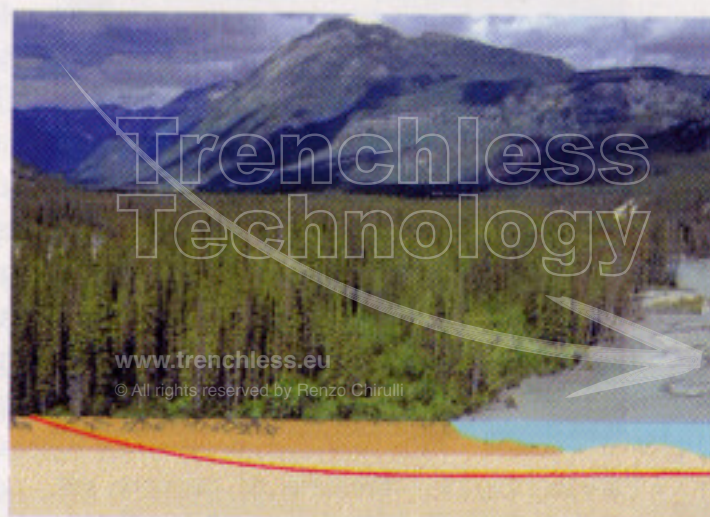
Ma i punti singolari nel tracciato di una condotta possono essere costituiti anche da:

- strade
- ferrovie
- piste aeroportuali
- altre condotte

In tal caso al directional drilling si affiancano le tecniche di pipe ramming.

A differenza però di quanto è possibile fare con il directional drilling, le tubazioni

posate con pipe ramming, possono seguire unicamente andamenti rettilinei. Inoltre con directional drilling è possibile lavorare, senza alcun partico-



▲ FIG. 22 - Aree ad alto valore ambientale possono essere attraversate mediante directional drilling in modo da minimizzare i fattori di impatto.

lare problema, sotto falda, cosa impossibile con lo spingitubo o con il pipe ramming.

Anche il micro-tunnelling può essere impiegato per il superamento di punti singolari quali fiumi,

strade, ferrovie, piste aeroportuali. Il suo impiego però, dato il più alto costo che si registra nel confronto con il directional drilling, andrebbe preso in considerazione solo in quei casi in cui si è fuori dai limiti

dimensionali standard di utilizzo del directional drilling oppure quando è richiesta una precisione di posa estremamente spinta (± 3 cm su 100 m).

Un altro caso rilevante di attraversamento può riguardare aree sensibili del tracciato.

È il caso ad esempio dell'attraversamento di zone ad alto valore ambientale. Tipiche aree sensibili sono infatti le zone boschive, le zone umide, le aree archeologiche, i litorali di approdo, le valli alpine o appenniniche.

In tali casi è possibile, grazie soprattutto al directional drilling procedere all'attraversamento di tali aree posizionando la condotta a profondità tali da non generare alcuna interferenza con la superficie, cosa non realizzabile con le tecniche tradizionali.

Un altro caso di area sensibile del trac-

ciato è rappresentato dalle zone di frana.

Queste aree, molto critiche, possono essere utilmente superate piuttosto che con opere aeree, con posa sotterranea entro la zona di sicurezza, come ad esempio al di sotto delle superfici di

scorrimento (una applicazione del genere è stata realizzata e presentata in un recente convegno internazionale dalla SNAM).

3.2 Posa in linea

Ma le tecnologie No-Dig, ed il directional drilling in particolare, possono trovare un impiego

economico anche nella normale posa in linea delle condotte extraurbane.



▲ FIG. 23 - la posa di tubazione eseguita con scavo a cielo aperto, genera notevoli interferenze ed impatti sull'ambiente urbano



▲ FIG. 21 - Attraversamento ferroviario con pipe ramming

Quando la profondità di posa supera in genere i due metri di profondità, la posa con directional drilling risulta più conveniente anche con riferimento ai soli costi di costruzione.

Ma un aspetto senz'altro più interessante può essere la presenza di sottosuoli dotati di buone caratteristiche meccaniche.

In tal caso la posa con directional drilling permette il posizionamento della condotta in un microtunnel realizzato in un substrato di buone caratteristiche meccaniche che garantisce una protezione naturale alla condotta.

Se si pensa a sottosuoli rocciosi il risparmio è evidente:

- si evita di dover scavare una trincea in roccia (certamente molto onerosa)
- si alloggia la condotta in un microtunnel roccioso garantendo una protezione naturale non conseguibile con il rinterro che si realizza con le tecniche tradizionali.

Questa naturale e più stabile protezione della condotta contribuisce ad un incremento della vita utile della stessa.

Inoltre si evita la realizzazione in superficie di rilevati di rinterro, con conseguente abbattimento dell'impatto ambientale che questi comportano. Naturalmente in tal caso viene meno anche la necessità di disporre di cave di scarico e di prestito.

Un altro caso di evidente convenienza dell'uso del directional drilling per la posa in linea si ha quando questa viene effettuata parallelamente ed al di sotto del piano viabile di una strada.

In tal caso, affatto infrequente, si pone l'annoso problema dell'interferenza tra cantiere e traffico veicolare.

Questa interferenza, che verrà esaminata più nel dettaglio con riferimento alle opere urbane, può essere sensibilmente ridotta se non addirittura annullata ricorrendo all'uso delle tecnologie No-Dig.

4. Applicazione delle tecnologie No-Dig per la realizzazione di opere in ambito urbano

Se in ambito extraurbano si identificano con evidenza i vantaggi derivanti dall'uso delle tecnologie No-Dig, in ambito urbano questi vantaggi diventano addirittura schiacciati nel confronto con le tecnologie di posa tradizionali.

La diversità dell'ambiente urbano, rispetto a quello extraurbano è dovuta

essenzialmente alla densità con la quale sono presenti e si intersecano tra loro le attività umane, il traffico veicolare, le strutture costruite di superficie e sotterranee, i servizi interrati.

Tutto ciò genera un ambiente spesso caotico nel quale qualsiasi intervento operato si traduce in una interferenza che produce quasi sempre effetti con ricadute negative sulla collettività.

L'apertura di una trincea lungo una strada urbana produce quasi sempre effetti quali:

- interferenza con il traffico veicolare
- indisponibilità di aree di sosta per i veicoli
- interferenza con il traffico pedonale
- alti livelli di inquinamento sonoro
- alti livelli di inquinamento da polveri e fumi
- disturbo alle attività economiche presenti in prossimità del cantiere
- disturbo alle attività di residenza e di svago
- determinazione di livelli di rischio e di scarsa sicurezza per veicoli e pedoni
- danneggiamenti ad altri sottoservizi
- decadimento dell'immagine della città
- disagio generalizzato.

In realtà gli effetti negativi sono anche maggiori di quelli indicati, come sottolineano diversi studi condotti su tale

argomento.

Tutti questi effetti si traducono in costi per la collettività e quindi per la P.A. che possono in certi casi determinare l'impossibilità di procedere alla realizzazione delle opere.

Ma vi sono ambiti urbani, così detti critici, nei quali la geometria e le caratteristiche fisiche del sito, la presenza di strutture architettoniche di alto pregio o di attività economiche di rilevante importanza per la città (turismo, attività commerciali, ecc.), possono rendere estremamente difficoltosi se non addirittura impossibili gli interventi operati con tecnologie tradizionali.

Il caso tipico è rappresentato dai centri storici di molte città entro cui è facile trovare pavimentazioni di pregio, strade molto strette, densità e qualità di esercizi commerciali particolarmente elevate.

In tutti questi casi l'impiego delle tecnologie No-Dig consente l'abbattimento o l'eliminazione di molti degli effetti negativi evidenziati.

In termini economici tutto questo si traduce in un risparmio per la collettività che può raggiungere facilmente i 200 o 300 punti percentuali; il che significa:

- migliore impiego delle risorse
- maggiore efficienza
- migliore qualità della vita.

Ma vantaggi evidenti si registrano anche sul piano prettamente esecutivo.

I vantaggi strettamente connessi alla esecuzione degli interventi (costruttivi o manutentivi) sono legati essenzialmente alla maggiore economicità delle operazioni di installazione o manutenzione ed alla maggiore rapidità con la quale queste possono essere eseguite (dovuta alla più alta produttività che caratterizza tali tecnologie).

Se inoltre all'uso delle tecnologie No-Dig si affianca quello di materiali meno costosi ma dotati di maggiore resistenza alla corrosione, migliori caratteristiche idrauliche, più facile lavorabilità e maggiore durabilità come ad esempio il Polietilene ad Alta Densità (PE100), si possono realizzare reti di distribuzione del gas, o idriche, o fognanti che arrivano ad avere un costo di costruzione inferiore anche di due volte rispetto a quello di reti realizzate con materiali tradizionali, quali ad esempio la ghisa sferoidale posata con tecniche tradizionali (scavo a cielo aper-



FIG. 24/25 - Esempio di cantiere per perforazione direzionale in ambito urbano. Nel caso mostrato la perforatrice è attrezzata con martello pneumatico fondo foro a rotopercussione, per una limitazione ancora più spinta degli impatti sull'ambiente urbano.

to), eliminando oltretutto problemi di esercizio che materiali tradizionali quali l'acciaio (per la corrosione) o la ghisa sferoidale (per i giunti) hanno ormai oltremodo manifestato.

Nelle nuove installazioni realizzate con directional drilling è possibile posare condotte non rigide, giuntabili fuori terra, e quindi: acciaio, polietilene, PVC. Con Microtunnelling possono essere invece posate anche condotte rigide realizzate con materiali fragili (calcestruzzo, ghisa, ecc.), e comunque confezionati in speciali conci (jacking pipes) dedicati a questa tecnologia di posa.

5. Le manutenzioni ordinarie e straordinarie operate con tecnologie No-Dig

Le manutenzioni ordinarie e straordinarie delle condotte interrate generano spesso problematiche molto simili a quelle relative alle nuove installazioni. Raggiungere infatti dalla superficie un tratto di condotta ostruito o ammalorato, impone, con l'uso delle tecnologie tradizionali, l'apertura di uno scavo, la demolizione del tronco da sottoporre a manutenzione e quindi il riporto ed il ripristino delle sovrastrutture demolite.

Tutto ciò può generare quella serie di problemi già esaminati con riferimento alle nuove installazioni. Inoltre l'individuazione esatta dei punti nei quali le condotte presentano problemi localizzati (occlusioni, lesioni, rotture dei giunti, ecc.) oppure la determinazione dello stato generale di manutenzione di una rete, non è cosa semplice se operata con le tecnologie tradizionali. Disporre di strumenti e di tecniche che consentano l'esecuzione di indagini capillari, con risultati chiari ed oggettivamente interpretabili, permette di attuare una programmazione attendibile ed efficiente di tutte le operazioni di manutenzione (siano esse ordinarie che straordinarie), consentendo un impiego economicamente più vantaggioso delle risorse disponibili (minori e più efficaci spese).

Le tecnologie No-Dig di videoispezione e di esame georadar dello stato delle condotte e del terreno circostante, già richiamate in precedenza, permettono

di raggiungere questi obiettivi.

La determinazione precisa del tipo di alterazione di una condotta e della sua localizzazione, permette quindi di operare interventi puntuali oppure, se del caso, di attuare interventi di sostituzione o di manutenzione straordinaria. Sia le tecnologie sostitutive che quelle di rinnovamento, prima esaminate, permettono l'esecuzione di interventi con estrema rapidità e senza creare alcuna interferenza con le attività di superficie.

6. Conclusioni

L'eliminazione dello scavo a cielo aperto rappresenta il fattore che caratterizza ed accomuna tra di loro le tecnologie No-Dig.

Questo obiettivo, che significa minore impatto ambientale e migliore e più efficiente impiego delle risorse economiche disponibili, è stato raggiunto grazie alla ricerca ed al conseguente sviluppo di una moltitudine di tecnologie che oggi conosciamo come Trenchless Technologies o No-Dig Technologies, e che trovano collocazione in svariati campi applicativi.

Da questo processo sono nate tecnologie più efficienti di quelle tradizionali, certamente in migliore sintonia con quello che si suole definire sviluppo compatibile.

Tutto questo prefigura non soltanto un modo nuovo di eseguire le opere, ma anche un nuovo approccio alla progettazione ed alla programmazione, più efficace, più economico e più compatibile con l'ambiente.

Bibliografia

Henneveld Menno - "Emergence of Application of Trenchless Technology in Australia and New Zealand" - NO-DIG International '97 - Proceedings - Taipei, Taiwan R.O.C. - November 1997.

Hsu S.C., Jiang D.H. - "Economic Analysis and Social Cost of the Underground Pipelines Construction in Taiwan" - NO-DIG International '97 - Proceedings - Taipei, Taiwan R.O.C. - November 1997.

I. Clarke - "Cross country reline" - No-Dig International Vol.8, no.12 - Mining Journal Ltd. - London - December 1997.

Chirulli R. - "Oriente ed Occidente a Confronto sulle Tecnologie Trenchless" - Quarry and Construction - Edizioni PEI - Parma - Dicembre 1997.

Chirulli R. - "L'Evoluzione della Tecnologia del Directional Drilling" - Le Strade, Casa Editrice La Fiaccola - Milano - Gennaio 1998.

Chirulli R. - "Drill Pipe Advances" - No-Dig International Vol.9, no. 2 - Mining Journal Ltd. - London - February 1998.

Chirulli R., Longo V. - "Le Tecnologie Trenchless nel Quadro di uno Sviluppo Territoriale Armonico" - L'Area Metropolitana di Catania, esperienze e speranze a confronto - Atti del Convegno - Catania - Marzo 1998.

Boyce G.M., Bried E.M., Brinckerhoff P., Independent Consultant - "Social Cost Accounting for Trenchless Projects" - North America NO-DIG '98 - Conference Papers - Albuquerque, New Mexico - April 1998.

Chirulli R., Caruso A. - "Un modello di analisi tecnico-economica nel confronto tra directional drilling e scavo a cielo aperto" - Atti del Convegno "Stato dell'Arte e nuove possibilità applicative del Directional Drilling" - Bari - 11/12 Maggio 1998.

Chirulli R., Caruso A. - "Valutazione di impatto ambientale comparativa nel confronto tra directional drilling e scavo a cielo aperto" - Atti del Convegno "Stato dell'Arte e nuove possibilità applicative del Directional Drilling" - Bari - 11/12 Maggio 1998.

Chirulli R., Caruso A. - "Il diverso impatto del No-Dig e dello scavo a cielo aperto" - Le Strade, n. 1337 - Casa Editrice La Fiaccola S.r.l. - Milano - Maggio 1998.

P. Hayward - "Pipeline robotics" - No-Dig International Vol.9, no. 6 - Mining Journal Ltd. - London - June 1998.

I. Clarke - "Ribsteel - An award winning answer to failing sewers" - No-Dig International Vol.9, no. 7 - Mining Journal Ltd. - London - July 1998.

I. Clarke - "Long distance pipejacking" - No-Dig International Vol.9, no. 8 - Mining Journal Ltd. - London - August 1998.

La **IT Consulting S.r.l.** è una società di engineering specializzata nello sviluppo e nelle applicazioni delle tecnologie No-Dig.

Per informazioni: tel./fax: +39 080 5423644 - +39 0348 3705080.

Email: itconsulting@box.clio.it oppure rchirulli@mail3.clio.it - indirizzo internet: <http://www.ba.clio.it/it-consulting>.