



Posa di condotte interrato mediante trivellazione orizzontale controllata - TOC

La piccola perforazione e la grande perforazione – presentazione di case histories

Ing. Paolo Posocco – Anese s.r.l.



Indice degli argomenti:

- La tecnica TOC
- Case histories lavori complessi
- Case histories grandi lavori

DEFINIZIONE E TERMINOLOGIA

La tecnica della perforazione orizzontale controllata permette di posare cavi, tubazioni «flessibili» **senza dover ricorrere ai tradizionali sistemi di scavo a cielo aperto.**

Aste di perforazione di opportune caratteristiche e idonea strumentazione per l'opportuno direzionamento, consentono di realizzare la traiettoria progettata per installare la nuova infrastruttura sotto ogni tipo di ostacolo artificiale o naturale (fiumi, strade, ferrovie, edifici, servizi esistenti etc.)

La perforazione orizzontale controllata è nota anche come:

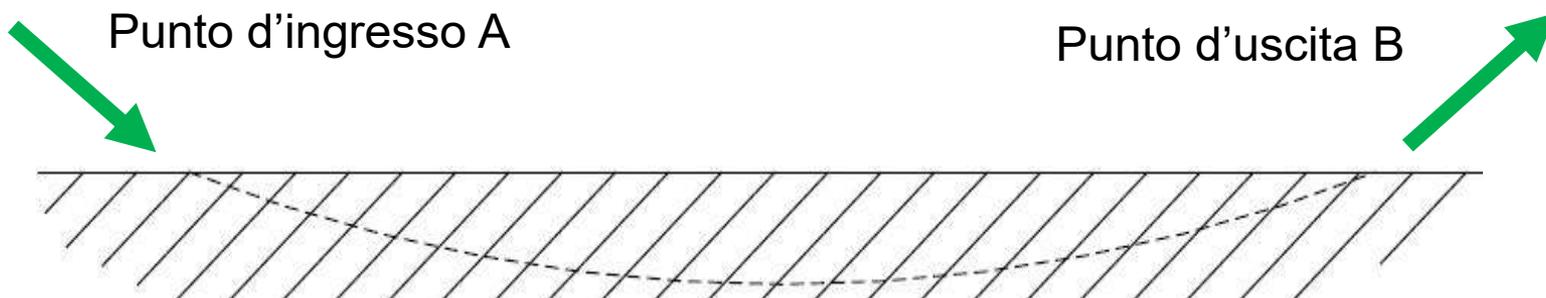
- Perforazione Teleguidata
- **H.D.D.** – Horizontal Directional Drilling
- **T.O.C.** – Trivellazione Orizzontale Controllata
- **No – dig** – dall'inglese «senza scavo»



DEFINIZIONE E TERMINOLOGIA

La tecnologia di perforazione orizzontale prevede l'installazione di un prodotto (cavi e condotte) nel sottosuolo da un punto d'ingresso «A» fino ad un punto d'uscita «B» secondo una traiettoria curvilinea, e con il controllo di alcuni parametri geometrici:

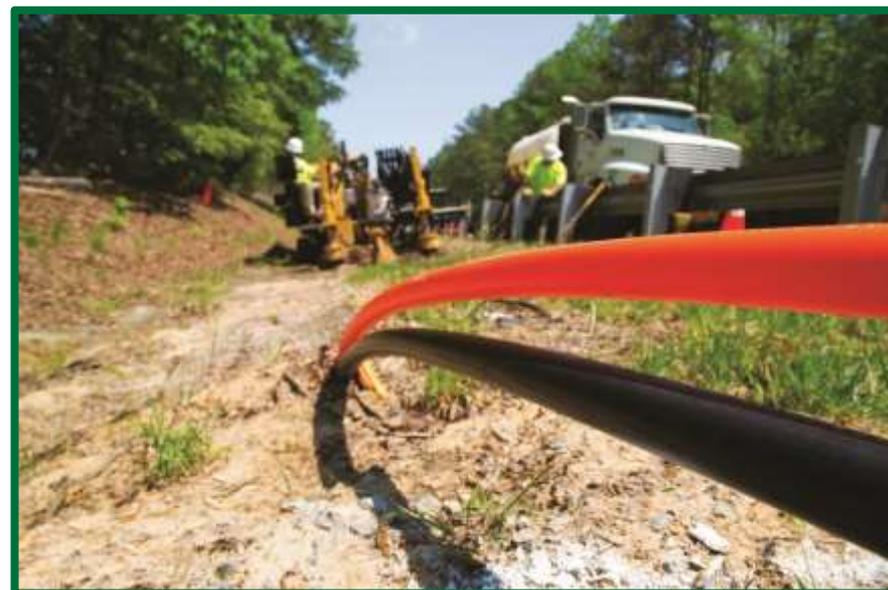
- ✓ Profondità
- ✓ Inclinazione
- ✓ Direzione
- ✓ Distanza
- ✓ Deviazione



CAPACITA' DELLA TECNOLOGIA

La tecnologia di perforazione orizzontale consente di affrontare una grande varietà di contesti e di tipologie di infrastrutture.

- ✓ **Distanza:** indicativamente fino a 1.800 metri di tratta. Con «*intersection*» fino a 3.000 metri di tratta.
- ✓ **Terreno:** tecnologia idonea per ogni tipo di terreno e anche alla roccia solida. Non indicata per terreni ghiaiosi/ciottolosi.
- ✓ **Diametro** del prodotto: fino a 1.400 millimetri.
- ✓ **Materiali** del prodotto: PE, acciaio, acciaio incamiciato con PE o cemento, ghisa, PVC, cavi elettrici, cavi multilpli etc.





VALUTAZIONE DI FATTIBILITA'

VALUTAZIONE DI FATTIBILITA'



PRINCIPI GENERALI DI VALUTAZIONE FATTIBILITA'

Tubazione da posare e scopo finale di utilizzo



- ▶ Materiale
- ▶ Diametro
- ▶ Spessore

Topografia dell'area di intervento



- ▶ Accessibilità
- ▶ Planimetria
- ▶ Sezione

Geologia dell'area di intervento



- ▶ Prove dirette
- ▶ Prove indirette
- ▶ Prove di laboratorio
- ▶ Relaz. Geotecnica

TIPOLOGIA E CARATTERISTICHE DELLE TUBAZIONI

- **Tubo in polietilene alta densità:**
 - Resistenza alla trazione
 - Minimo raggio di curvatura ammissibile
 - Resistenza allo schiacciamento per pressione idrostatica/idrodinamica transitoria in fase di varo

- **Tubazione in acciaio:**
 - Resistenza alla trazione
 - Minimo raggio di curvatura ammissibile
 - Resistenza alle sollecitazioni di stress transitorio
 - trazione per inserimento
 - raggio di catenaria in aria
 - raggio di catenaria in foro
 - Resistenza alle sollecitazioni di stress in esercizio
 - pressione del fluido interno
 - differenziali termici
 - curvatura del materiale

- **Tubazione in ghisa:**
 - Resistenza giunto antisfilamento alla trazione
 - Minimo raggio di curvatura ammissibile dal giunto
 - Stima del foro utile alla gestione del tubo segmentato

- **Tubazioni in PVC:**
 - Resistenza giunto antisfilamento alla trazione
 - Possibilità di essere assemblate durante il varo senza creazione di stringa

TOPOGRAFIA

Planimetria d'insieme del sito

Valutazione **vie d'accesso**, determinazione delle **aree cantiere**, limiti occupazione aree demaniali e private.

Planimetria dell'intervento

Info geometriche: **lunghezza** prevista, **distanza** da edifici, dimensione di **infrastrutture** da sottopassare, posizionamento e pertinenze bacini idrici, **spazi saldatura tubazioni** e catenaria di varo, ubicazione prove geologiche.

Profilo longitudinale

Profilo completo delle aree, dimensionamento e posizione di ostacoli di qualsiasi natura, morfologia di fondali fluviali, lacustri, marini, posizionamento stratigrafie geologiche. **Garanzia di minimi ricoprimenti**

GEOLOGIA

Investigazione della natura del terreno da parte di personale competente con cognizione della metodologia T.O.C.:

- ▶ Valutazione di documentazione esistente
- ▶ Ricerca “storica”
- ▶ Sondaggi
- ▶ Test penetrometrici
- ▶ Investigazione geofisica
- ▶ Test di laboratorio
- ▶ Relazione geotecnica (Inserire scheda dettagli)

OBIETTIVO: RIDUZIONE AL MINIMO DEI RISCHI D'INTERVENTO

GEOLOGIA – TEST DI LABORATORIO

Terreni non coesivi:

- ▶ Indice dei vuoti
- ▶ Analisi granulometrica
- ▶ Indice di compattazione
- ▶ Densità relativa

Terreni coesivi:

- ▶ Limiti di Atterberg
- ▶ Indice di consistenza

Rocce:

- ▶ Struttura (giacitura, fessurazione)
- ▶ Stato di deterioramento
- ▶ Resistenza alla compressione

PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

1. PREPARAZIONE CANTIERE

Studio dell'area di cantiere:

- Sopra il livello del terreno: topografia dell'area, presenza di ostacoli, contesto di posa (urbano o extraurbano).
- Sotto il livello del terreno: condizioni del terreno, stratigrafia, ostacoli (condutture e cavi già presenti, infrastrutture interrato).

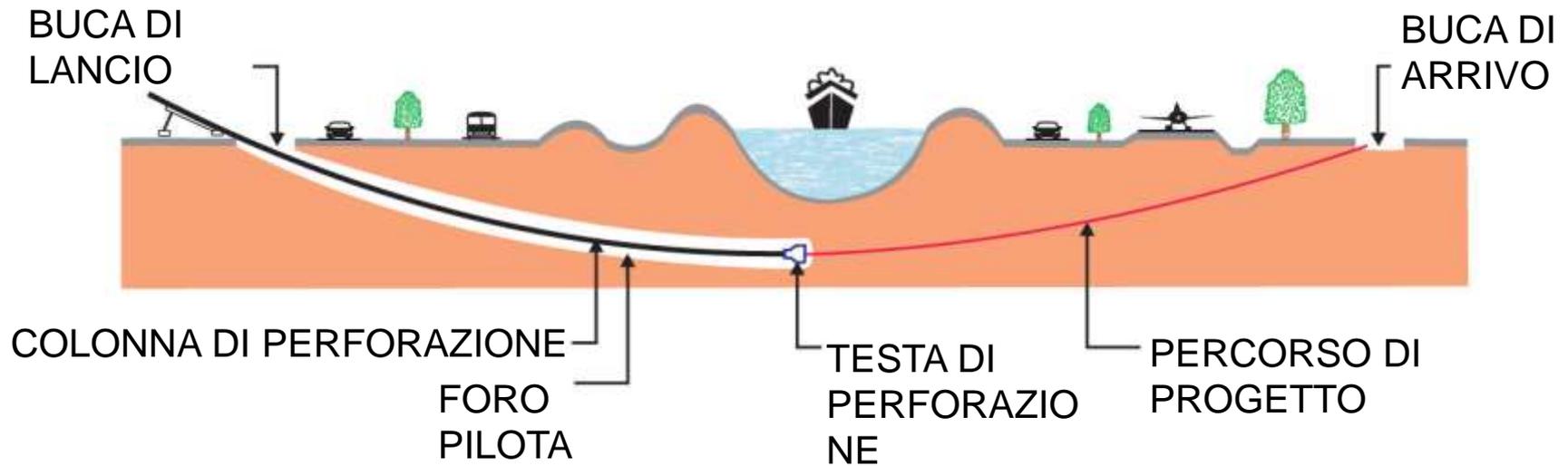
Azioni preliminari:

- Studio di fattibilità: scelta di macchina, attrezzatura e prodotto
- Progetto di perforazione
- Individuazione di sottoservizi già esistenti e mappatura del sottosuolo tramite Georadar.

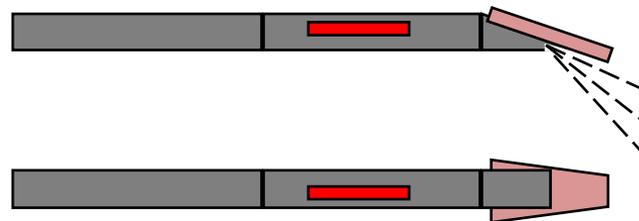


PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

2. FORO PILOTA

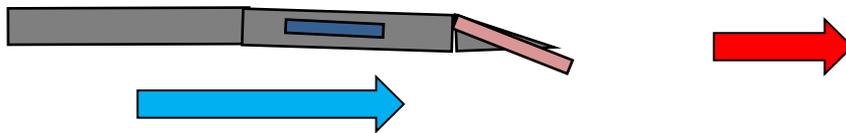


TESTA DI PERFORAZIONE CON SONDA

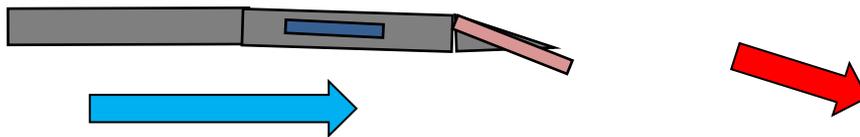


«BECCO D'ANATRA»

3. DIREZIONE FORO PILOTA



SPINTA + ROTAZIONE
=
PERFORAZIONE RETTILINEA



SPINTA
=
DEVIAZIONE

PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

4. DIREZIONE DI PERFORAZIONE

Per indicare la posizione della testa di perforazione si fa riferimento al quadrante dell'orologio.

Le sterzate vengono effettuate spingendo la testa di perforazione senza ruotare nella direzione indicata dalla lancetta.

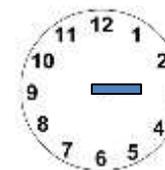
Il tipo di terreno influisce sulla capacità di sterzata. A causa della resistenza esercitata, sarà più facile sterzare in terreni più compatti anziché in terreni più morbidi.



STERZATA VERSO L'ALTO



STERZATA VERSO SINISTRA



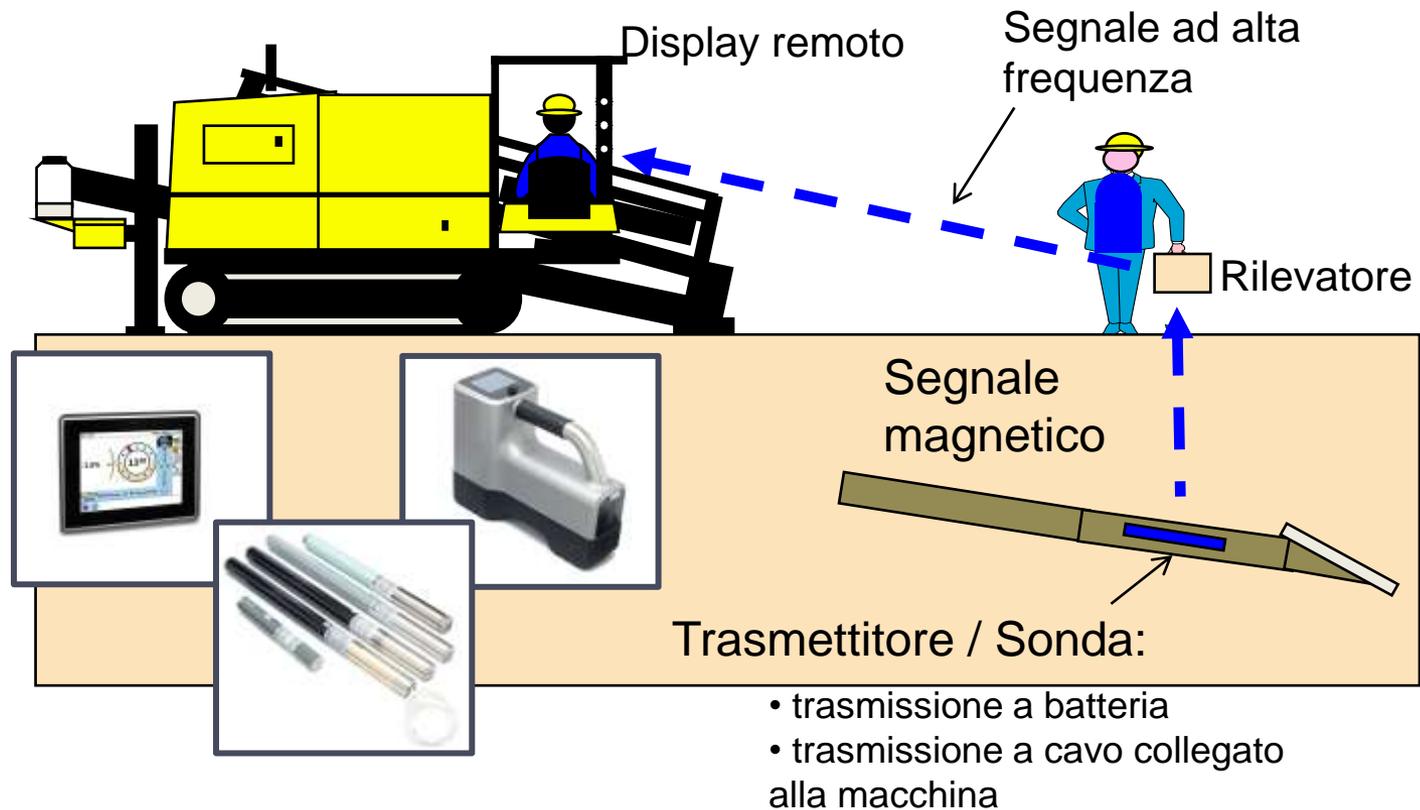
STERZATA VERSO DESTRA



STERZATA VERSO IL BASSO

PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

5. LOCALIZZAZIONE E RILEVAZIONE



PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

6. FLUIDI DI PERFORAZIONE

Parametri legati alla natura del suolo:

- ▶ Jetting, cutting, reaming
- ▶ Stabilità del foro, franamenti, fuo
- ▶ Trasporto cuttings
- ▶ Forza di tiro

Tipologie di terreno:

- ▶ Coesivi: argille, torbe, limi
- ▶ Non coesivi: ghiaia, sabbia limi
- ▶ Roccia

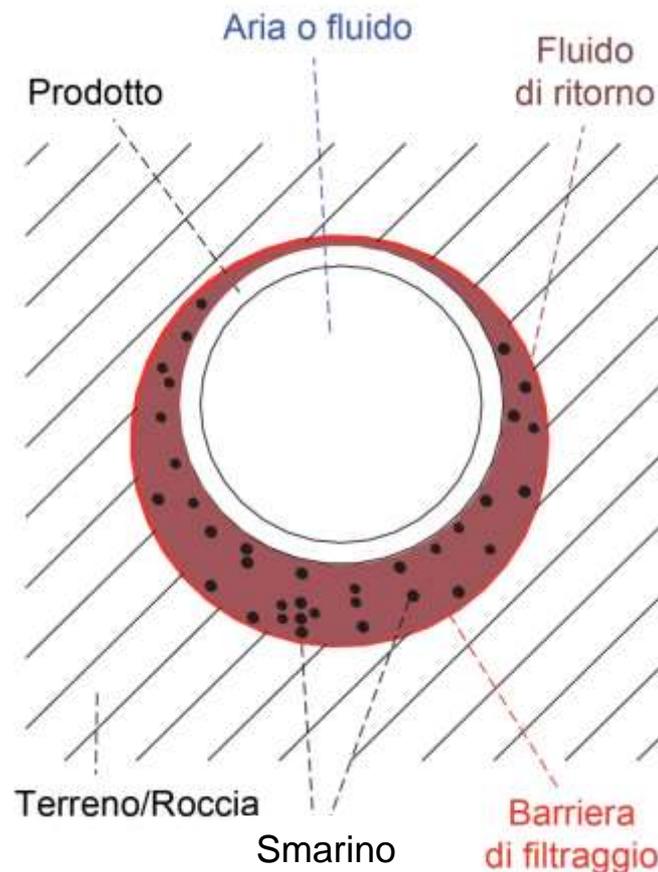


PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

6. FLUIDI DI PERFORAZIONE

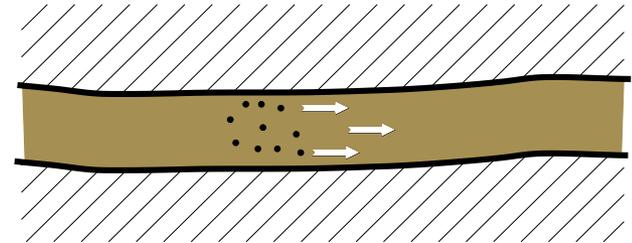
Funzioni del fluido:

- Sospensione del materiale scavato
- Trasporto del materiale scavato
- Stabilità del foro
- Riduzione degli attriti
- Formazione della pressione nel foro
- Raffreddamento (utensili e sonda)
- Azionamento degli utensili a propulsione a fluido

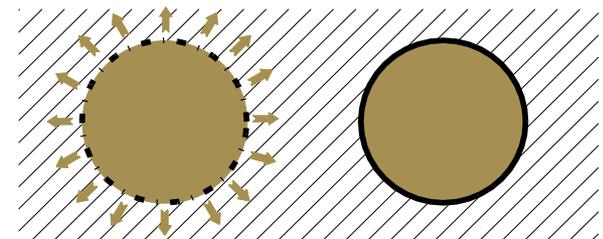
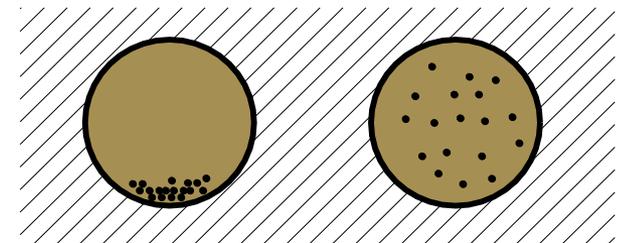


PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

6. FLUIDI DI PERFORAZIONE



Miscela di acqua, bentonite, polimeri



PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

6. FLUIDI DI PERFORAZIONE

- Densità 1,02-1,06 g/cm³
- Viscosità in relazione a tipo di terreno (40-60 sec)
- pH – ione calcio >8
- Gel strength, Yield point,
- Contenuto in sabbia <2%
- Controllo del filtrato





PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

6. FLUIDI DI PERFORAZIONE



RAPPORTO DI PROVA FANGHI DI PERFORAZIONE

 **ANESE S.r.l.**
Via Cavanella, 771 - Concordia Sagittaria - VE

DATA

FASE

PROPRIETA'													
MF	Marsh Funnel Viscosity	[sec]											
600	reading 600 rpm												
300	reading 300 rpm												
PV	Plastic viscosity	[lbs/100 ft ²]											
YP	Yield point	[lbs/100 ft ²]											
10"	gel strength	[lbs/100 ft ²]											
10'	gel strength	[lbs/100 ft ²]											
FL	Fluid loss	[ml]											
MW	Densità	[g/cm ³]											
SC	Sand Content	[%]											
Ph													
Ca													

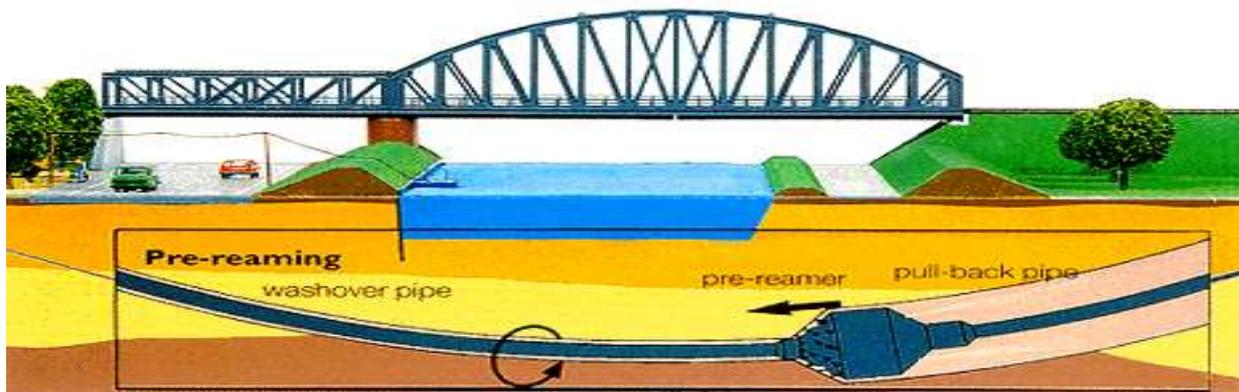
Paolo Posocco

PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

7. ALESATURA

Alesatura:

- Creazione di un foro con diametro superiore a quello del prodotto da installare del 20% - 50% in funzione di:
 - Lunghezza del foro
 - Condizione del terreno
 - Tipologia del prodotto da installare.



PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

7. ALESATURA – TIPOLOGIE ALESATORI



Da taglio o *fly cutter*



Da compattazione o *fluted*



Misti o *mix master*



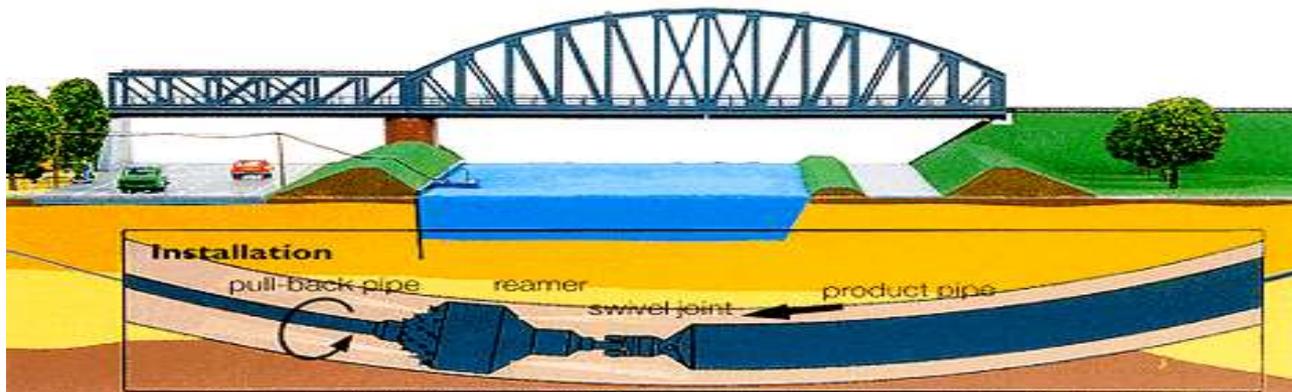
Da roccia o *rock reamer*



PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

8. TIRO DEL PRODOTTO

Varo della condotta da posare.



Paolo Posocco

La piccola perforazione e la grande perforazione – presentazione di case histories

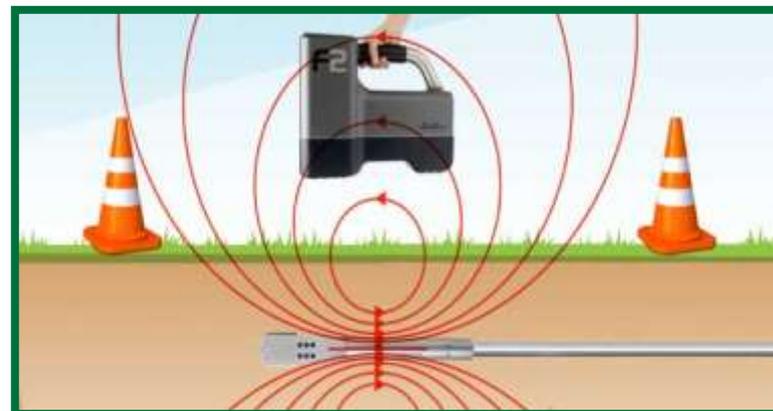


SISTEMI DI GUIDA

SISTEMI DI RILEVAZIONE

1. SISTEMA DI GUIDA «WALK OVER»

- ▶ Trasmettitore radio
- ▶ Ricevitore in superficie (profondità, inclinazione, orientamento, direzione, temperatura...)
- ▶ Profondità massima 10-15 m
- ▶ Non vi è misura dell'angolo azimutale
- ▶ Risoluzione del Pitch 0,1%
- ▶ Precisione nella profondità $\pm 5\%$ fino a 10 m, 10% a 15 m
- ▶ Sensibilità a interferenze elettromagnetiche (attive / passive)
- ▶ Necessità di accesso alla verticale sul foro (guida in remoto)



PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

2 – SISTEMA DI GUIDA «WALK OVER / WIRE LINE»

- ▶ Trasmettitore radio + collegamento via cavo
- ▶ Ricevitore in superficie (profondità, inclinazione, orientamento, direzione, temperatura...)
- ▶ Profondità massima 20 m... (allo stato dell'arte anche alcune decine di metri)
- ▶ La misura dell'angolo azimutale si ottiene via radio come per il normale sistema wall-over
- ▶ Risoluzione del Pitch 0,1%
- ▶ Precisione nella profondità $\pm 5\%$
- ▶ Sensibilità a interferenze elettromagnetiche (attive / passive)
- ▶ Necessità di accesso alla verticale sul foro (guida in remoto)
- ▶ Possibilità di conoscere sempre inclinazione e orientamento

PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

3 – SISTEMI MAGNETICI

- ▶ Dispositivo dotato di accelerometri, magnetometri e inclinometri
- ▶ Collegamento via cavo
- ▶ Conoscenza angolo azimutale tramite bussola elettronica
- ▶ Elaborazione dati mediante software dedicato
- ▶ Nessun limite di profondità
- ▶ Risoluzione del pitch 0,2%
- ▶ Precisione nella profondità $\pm 5\%$
- ▶ Sensibilità ad interferenze elettromagnetiche (attive / passive)
- ▶ Guida in remoto

Coordinate x,y,z

Possibilità di sistema di contrasto delle interferenze mediante: **Tru-Track, Para-Track, Beacon**

PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

3 – Sistemi magnetici: Beacon + Paratrack



PROCEDURA PERFORAZIONE ORIZZONTALE CONTROLLATA

Report foro pilota

Cliente:									
Site :									
Foro									
DATA....									
Line Az =					0,00				
B.H.A					8,29				
Bit to sensor =					0,92				
Vice to entry=					5,83				
Asta	Lungh.	Prof.	Prof.	Incl reale	azimuth reale	Away reale	Right reale	Elevation reale	
	asta	Sensore	Bit						
				75,75	0	0	0	0	
0	1,54	1,54	2,46	75,12	360	1,49	0	-0,39	
1	6,1	7,64	8,58	75,27	0	7,38	0	-1,96	
2	6,1	13,74	14,66	76,26	0,01	13,3	0	-3,46	
3	6,1	19,84	20,76	77,58	360	19,24	0	-4,84	
4	6,1	25,94	26,86	78,18	0,01	25,2	0	-6,12	
5	6,1	32,04	32,96	79,97	359,95	31,19	0	-7,28	
6	6,1	38,14	39,06	81,75	359,97	37,21	-0,01	-8,25	
7	6,1	44,24	45,16	83,07	0,02	43,26	-0,01	-9,06	
8	6,1	50,34	51,26	84,48	359,99	49,32	-0,01	-9,72	
9	6,1	56,44	57,36	85,99	0,02	55,4	-0,01	-10,22	



Relazione esecutiva: descrizione, pianificazione, stime numeriche

	RIFACIMENTO ALL. COMUNE DI NOVENTA VICENTINA DN100 (4") DP 64 BAR E OPERE CONNESSE ATTRAVERSAMENTO IN TOC SCOLO ALONTE	Agosto 2020
	Documento: T.O.C. Relazione esecutiva TOC	Pagina 1 di 38

RIFACIMENTO ALL. COMUNE DI NOVENTA VICENTINA
DN100 (4") DP 64 BAR E OPERE CONNESSE
ATTRAVERSAMENTO IN TOC SCOLO ALONTE

RELAZIONE ESECUTIVA PER REALIZZAZIONE
IN TRIVELLAZIONE ORIZZONTALE
CONTROLLATA (TOC)

Relazione esecutiva: descrizione. pianificazione. stime numeriche

Sommario

1	Introduzione	3
1.1	Descrizione generale del lavoro	3
1.2	Considerazione sulla geologia	5
2	Procedura operativa di trivellazione	7
2.1	Foro pilota	7
2.2	Prealesature del foro	11
2.3	Posa tubazioni e catenaria di varo	14
2.3.1	Sistema di comunicazione entry-exit	15
3.0	Dati di progetto e relazione di calcolo	16
3.1	Dati di progetto	17
3.2	Sforzo di tiro per la tubazione posata con T.O.C.	17
3.3	Calcolo della forza di tiro	20
3	Struttura tecnico operativa per la progettazione e realizzazione	26
3.1	Personale	26
3.2	Macchinari e attrezzature	27
3.3	Programma di controllo dell'efficienza dell'impianto di trivellazione	28
4	Organizzazione del cantiere	29
4.1	Accessi	29
4.2	Area cantiere lato macchina	29
5	Fanghi di perforazione	30
5.1	Utilità dei fanghi di perforazione	30
5.2	Prodotti di miscelazione per fanghi di perforazione	31
5.3	Prove durante le lavorazioni	33
5.4	Ricircolo e smaltimento dei fanghi	34
6.5	Pressione dei fanghi	34

Relazione esecutiva: descrizione, pianificazione, stime numeriche

INSERIMENTO DATI DELLA TUBAZIONE



TIPO TUBO (inserire il COD)	2	L 360 NB/MB
DIAMETRO ESTERNO	mm	114
SPESSORE	mm	5,2
RESISTENZA A SNERVAMENTO	Kg/cmq	3670,92
Modulo di Young	Kg/cmq	2100000
Coefficiente di Poisson		0,3
Superficie di materiale	cmq	17,77
Peso del tubo	kg/m	13,95
Peso della tubazione da posare	kg	4076,22
Volume esterno	cmc	10207,03
Volume interno	cmc	8429,65

TABELLA: TIPOLOGIA TUBI IN ACCIAIO

COD	TIPO
1	L 290 NB / MB
2	L 360 NB / MB
3	L 415 NB / MB
4	L 485 MB
5	L 555 MB
6	Fe 360
7	Fe 430
8	Fe 510

Densità del fango in foro	Kg/lit	1,25
Peso materiale di riempimento tubo	Kg/m	
Spinta di galleggiamento in foro	Kg/m	12,76
Effettivo peso del tubo immerso	Kg/m	1,19

Relazione esecutiva: descrizione, pianificazione, stime numeriche



PARAMETRI PROFILO E SITUAZIONE GEOLOGICA

Angolo B' (punto 1)	Gradi	10,0
Angolo B' 1 (punto 2)	Gradi	10,0
Angolo B' 2 (punto 3)	Gradi	0,0
Angolo A' 2 (punto 4)	Gradi	0,0
Angolo A' 1 (punto 5)	Gradi	15,0
Angolo A' (punto 6)	Gradi	15,0
R curvatura 1	m	300
R curvatura 2	m	300
Lrettilineo 1	m	66,43
Lcurvo 1	m	52,4
Lrettilineo 2	m	75,97
Lcurvo 2	m	78,5
Lrettilineo 3	m	18,85
Max prof. Teorica	m	15,10
Lunghezza totale	m	292,1
Tipologia terreno	cod.	1
Attrito tubo-terreno		0,38

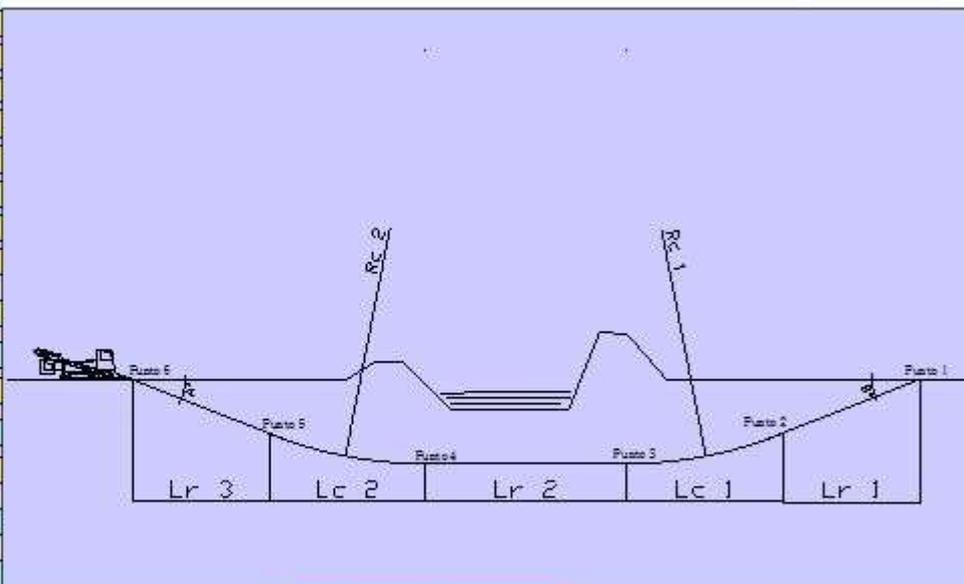


TABELLA: COMPOSIZIONE SUOLO	
cod	TIPO
1	Sabbia grossolana e media
2	Sabbia fine con limo
3	Limo ed argilla
4	Argilla
5	Rocce

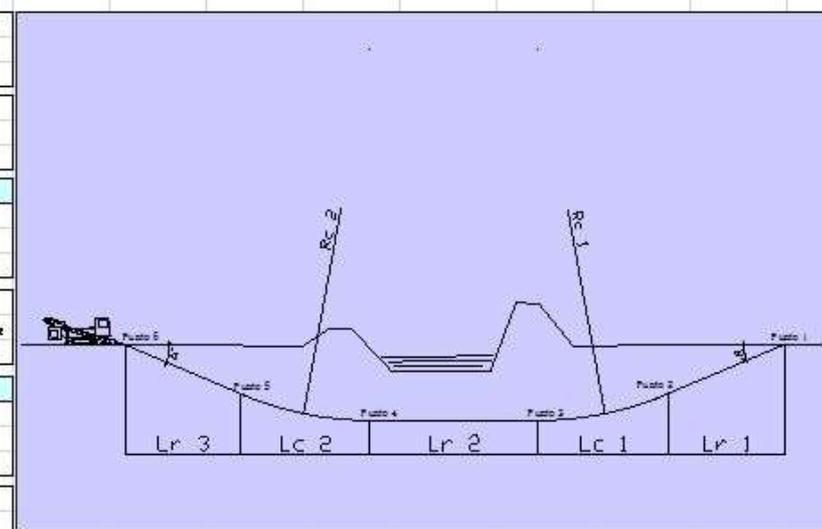
Relazione esecutiva: descrizione, pianificazione, stime numeriche



STIME DEI VALORI DI TIRO AL RIG NEI NODI DI PERFORAZIONE



Punto 1	815,2432	Kg		
Punto 2	1482,04	Kg		
Tiro medio stimato al punto 3	1800	Kg	-0,1%	Valore AMMISSIBILE
Punto 3	2113,64	Stima corretta	Kg	
Punto 4	2892,48	Il valore di tiro al punto 3 e 4 è il medesimo perché in questo caso non è presente il tratto collinare Lr2		
Tiro medio stimato al punto 5	3500	Kg	-0,9%	Valore AMMISSIBILE
Punto 5	4044,53	Stima corretta	Kg	
Punto 6	4251,42	Kg		



Relazione esecutiva: descrizione, pianificazione, stime numeriche

STIME DEI VALORI DI TIRO AL RIG NEI NODI DI PERFORAZIONE				
Punto 1	815,2432	Kg		
Punto 2	1482,04	Kg		
Tiro medio stimato al punto 3	1800	Kg	-0,1%	Valore AMMISSIBILE
Punto 3	2113,64	Stima corretta	Kg	
Punto 4	2892,48	Il valore di tiro al punto 4 è il medesimo perché in questo caso non è presente il tratto rettilineo L ₁₂		
Tiro medio stimato al punto 5	3500	Kg	-0,9%	Valore AMMISSIBILE
Punto 5	4044,53	Stima corretta	Kg	
Punto 6	4251,42	Kg		

$$T = \text{fric} + \text{drag} \pm W_i * L_x * \text{sen}(\alpha_x)$$

$$\text{fric} = W_i * L_x * \text{cos}(\alpha_x) * \mu$$

$$\text{drag} = \pi * D * L_x * \mu_{\text{mud}}$$

$$F_x = \mu * 8 * E * J / R * L_{cx}$$

Dove:

T = tensione assiale da un settore rettilineo di tubo

F_x = la tensione assiale derivate da un tratto curvo di tubo

W_i = peso effettivo del tubo

L_x = lunghezza del tratto rettilineo

α_x = angolo della sezione rettilinea con piano

D = diametro esterno

L_{cx} = lunghezza del tratto curvo

R_c = raggio di curvatura

E = Young modulus

μ_{mud} = coefficient di attrito dinamico del tubo nella bentonite

μ = coefficient di attrito medio tra tubo e terreno

Relazione esecutiva: descrizione, pianificazione, stime numeriche

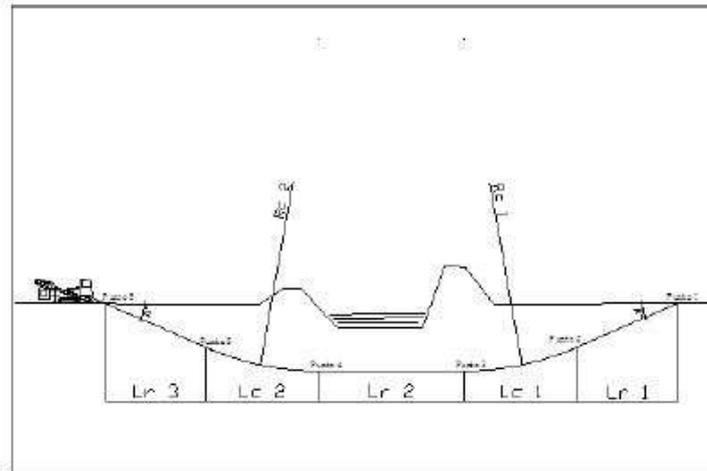


Figura 11: schema di profilo di perforazione

#	Straight/Curved	Length	DN 150		DN 100	
			Tiro (vuoto)		Tiro (vuoto)	
1		m	781.40		387.33	
2	S	18.30	1022.18		572.50	
3	C	52.36	1852.17		1126.86	
4	S	0.00	1852.17		1126.86	
5	C	52.36	2758.78		1738.47	
6	S	15.40	2967.76		1902.93	
Total pullback force			kg	2967.76		1902.93

Relazione esecutiva: descrizione, pianificazione, stime numeriche



- 1) durante le operazioni transitorie di tiro del tubo
 - a. $T_t = Pf/A$
 - b. $T_c = E*D / 2*R$
 - c. $T_p = -Pe*D / 2*s$ (where $Pe = \text{maximum depth} * \text{specific weight of the fluid}$)
 - i. $T_x = T_t + T_c + n*|T_p|$ (Tresca)
 - ii. $T_e = (T_x^2 + T_p^2 - T_x*T_p)^{1/2}$ (Von Mises)



- 2) la condizione di catenaria di varo, con maggiore curvatura
 - a. $T_t = Pf/A$ (considerando peso del tubo e coeff. Di attrito sui rulli)
 - b. $T_c = E*D / 2*R$



- 3) durante il collaudo della condotta
 - a. $T_p = Pi * r / s * n$ (n Poisson)
 - b. $T_c = E*D / 2*R$
 - c.
 - d.



- 4) durante le condizioni operative standard
 - a. $T_{temp.} = E * k * x * Dt$ (k coeff dilatazione)
 - b. $T_c = E*D / 2*R$
 - c. $T_p = Pe * r / s * n$ (n Poisson) (Pe Pressione esercizio)
 - d. $T_x = T_c + T_{temp.} + n * T_p$ (Tresca)
 - e. $T_e = (T_x^2 + T_p^2 - T_x*T_p)^{1/2}$ (Von Mises)

Relazione esecutiva: descrizione, pianificazione, stime numeriche

	Sforzo transitorio in posa (Max)		AMMISSIBILE	S_L	S_H	durante il tiro della tubazione agisce:
	Sforzo massimo di curvatura	kg/cm ² 381,85		381,85		1) tiro diretto assiale
	Sforzo massimo di trazione	kg/cm ² 2244,306		2244,31		2) sforzo legato alla curvatura del percorso di trivellazione
	Sforzo dovuto alla pressione idrostatica	kg/cm ² -24,7284		-7,42	-24,73	3) differenziale di pressione idrostatico lungo foro
				2618,74	-24,73	
			Von Mises	Tresca		
	TOTALE	2626,2	3302,8	2631,189	2643,47	
	Sforzo di catenaria (Max)		AMMISSIBILE			catenaria di varo è fase in cui inizia tubo ed è sui rulli, c'è:
	Sforzo massimo di curvatura	kg/cm ² 763,70				1) un tiro ridotto
	Sforzo massimo di trazione	kg/cm ² 115,08				2) uno sforzo di curvatura possibilmente incrementato
	TOTALE	878,781	3302,75			
	Sforzo di collaudo (Max)		AMMISSIBILE	S_L	S_H	collaudo
	Sforzo massimo di curvatura	kg/cm ² 381,85		381,85		1) c'è tensione per pressioni di collaudo
	Sforzo dovuto alla pressione	kg/cm ² 359,35		359,35	1197,83	2) sforzo legato alla curvatura del percorso di trivellazione
				741,20	1197,83	
			Von Mises	Tresca		
	TOTALE	741,2	3302,8	1047,067		
	Sforzo di esercizio (Max)		AMMISSIBILE	S_L	S_H	esercizio
	Sforzo massimo di curvatura	kg/cm ² 381,85		381,85		1) c'è tensione per pressioni di esercizio
	Sforzo dovuto alla pressione	kg/cm ² 240,64		240,64	802,12	2) sforzo legato alla curvatura del percorso di trivellazione
	Sforzo dovuto al differenziale termico	kg/cm ² 614,25		614,25		3) variazione di temperatura nella fornitura di gas
				1236,74	802,12	
			Von Mises	Tresca		
	TOTALE	1236,7	3302,8	1086,69	434,62	



CASE HISTORIES LAVORI COMPLESSI



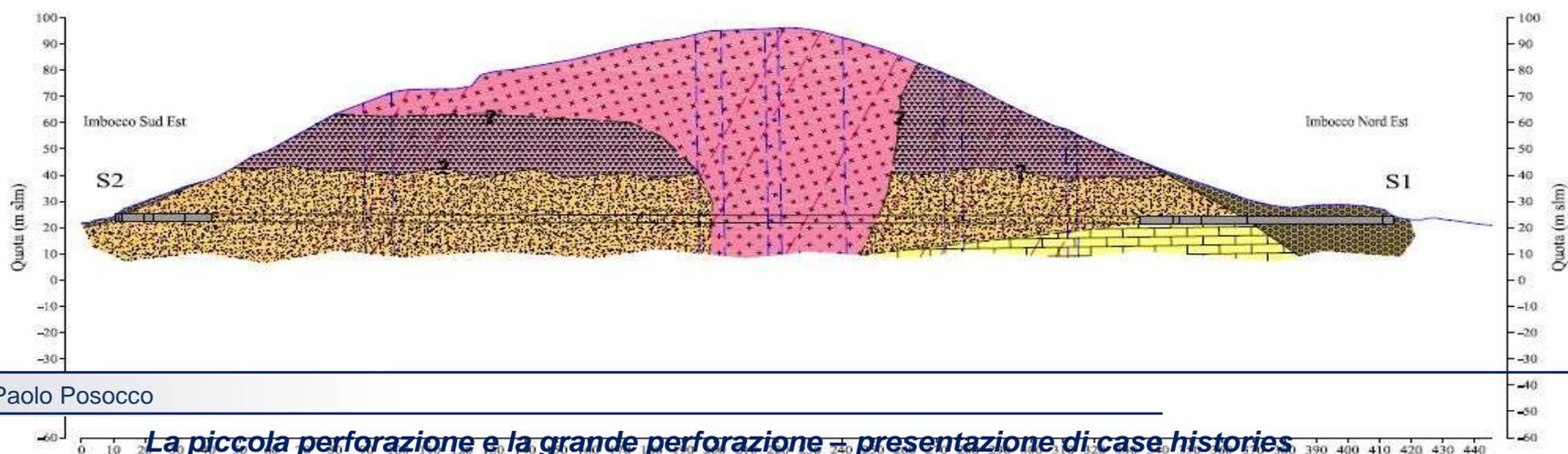
Acquedotto – Battaglia terme (PD)

Diametro: 12”

Lunghezza totale: 413m

Particolarità: Attraversamento di tre strati rocciosi con diversa durezza e grado di fratturazione

SEZIONE GEOLOGICA INTERPRETATIVA



Paolo Posocco



Acquedotto – Battaglia terme (PD)



Acquedotto – Salbertrand (TO)

Diametro: 700 mm tubazione inox

Lunghezza totale: 360 m

Particolarità: TOC in roccia (gneiss quarzifero); posa tubazione a spinta

Criticità: elevata fratturazione in una porzione di foro,



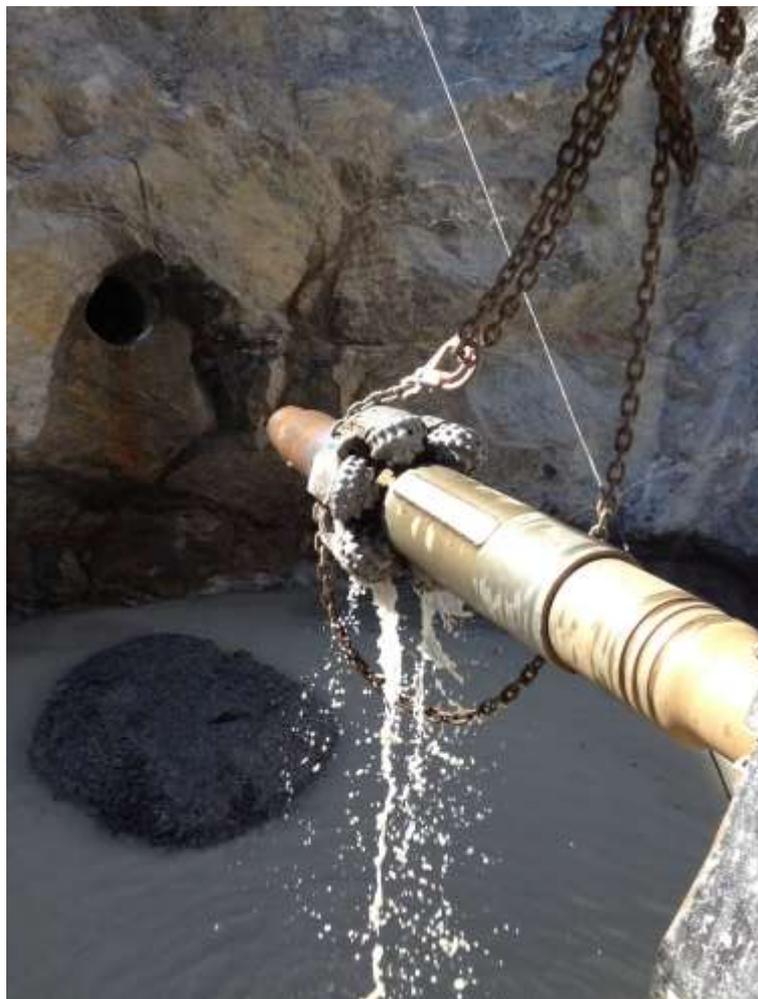


Acquedotto – Salbertrand (TO)





Acquedotto – Salbertrand (TO)



Paolo Posocco

La piccola perforazione e la grande perforazione – presentazione di case histories



Acquedotto – Salbertrand (TO)





Acquedotto – Salbertrand (TO)



Acquedotto – Salbertrand (TO)

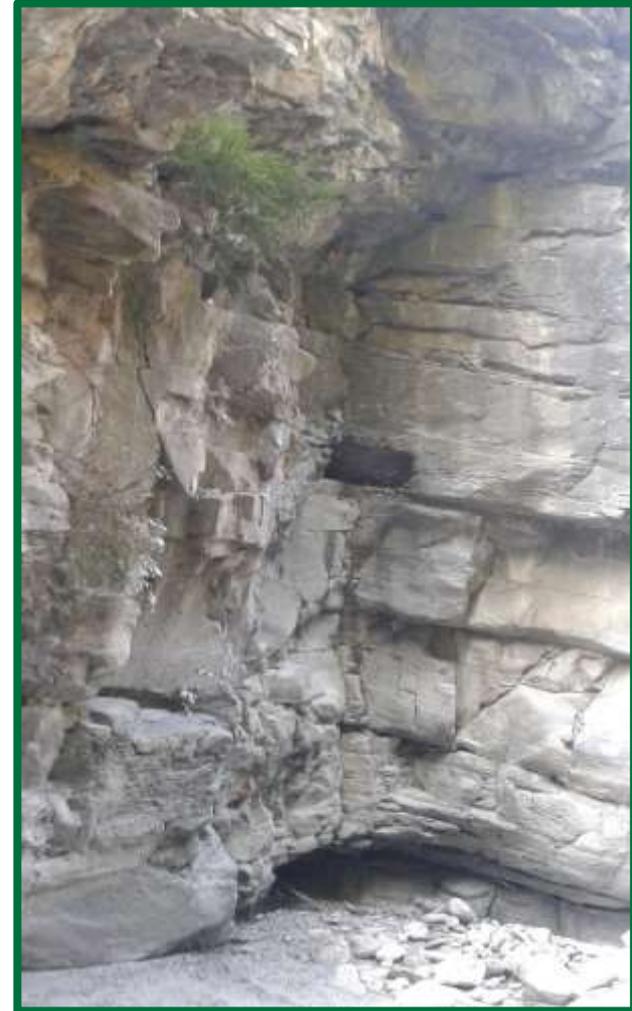


Condotta acciaio – Chiomonte, Valsusa (TO)

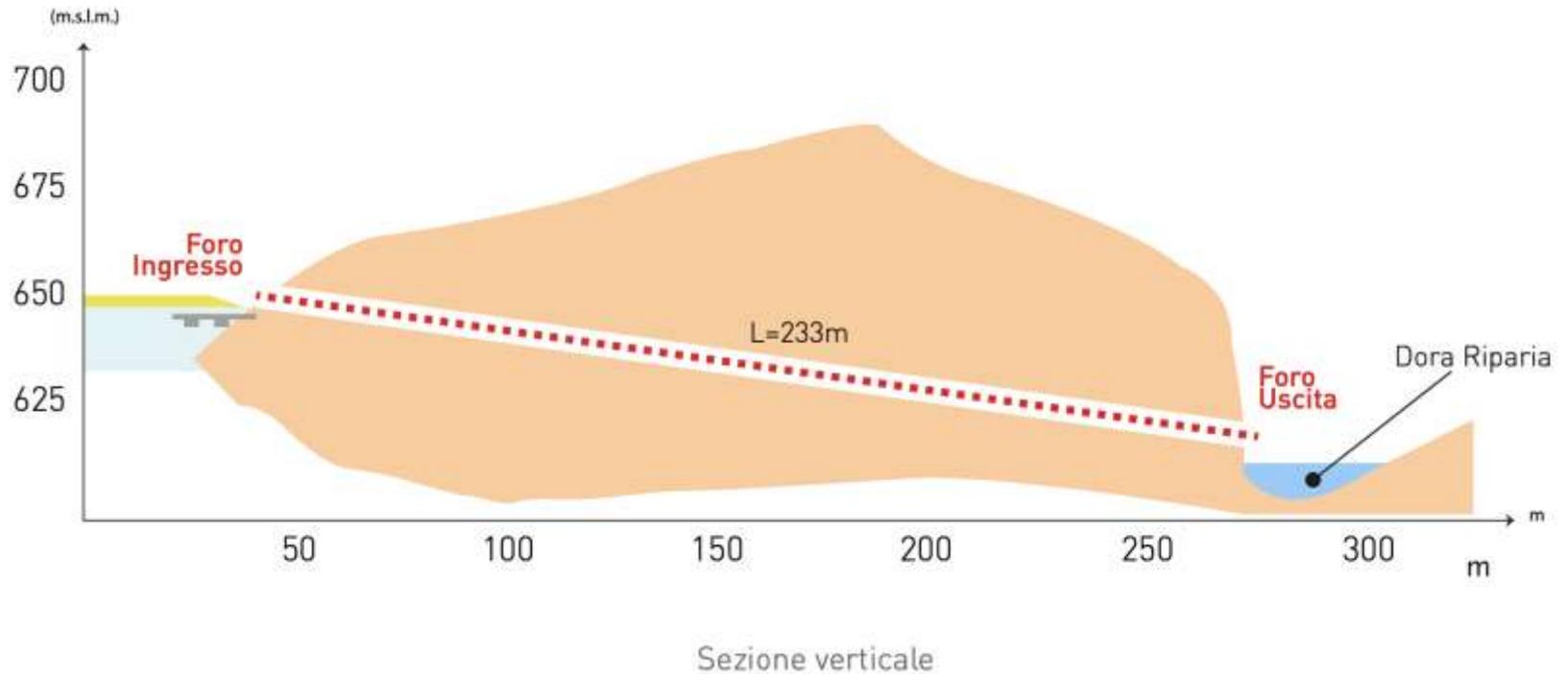
Diametro: 500 mm

Lunghezza totale: 233 m

Particolarità: TOC in roccia,
alesatura a spinta, inaccessibilità
lato exit



Condotta acciaio – Chiomonte, Valsusa (TO)



Condotta acciaio – Chiomonte, Valsusa (TO)



Condotta acciaio – Chiomonte, Valsusa (TO)





CASE HISTORIES GRANDI LAVORI

Acquedotto – Meldola (FC)

Tubazione: 1400 mm acciaio

Lunghezza: 844 m

Particolarità: diametro del tubo,





Acquedotto – Meldola (FC)



Acquedotto – Meldola (FC)



Acquedotto – Meldola (FC)



GASDOTTO JESI - RECANATI

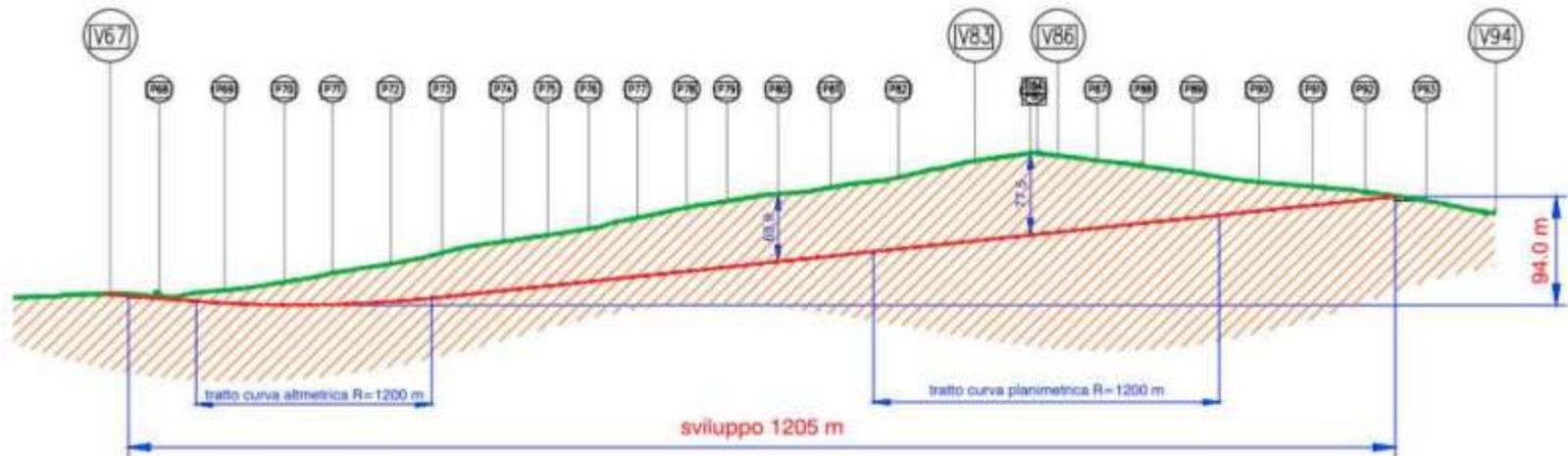
L'OPERA

- Cliente: Max Streicher SpA
- Opera: metanodotto
- Lunghezza: 1205 m
- Diametro: DN1050
- Geologia: argilla compatta, marna
- Particolarità: dislivello di 94 m circa.



GASDOTTO JESI - RECANATI

TRACCIATO DI PROGETTO



GASDOTTO JESI - RECANATI

ATTREZZATURA UTILIZZATA

- Rig ad alimentazione elettrica da 300 ton
- Rig 250ton per intersezione
- Pipe thruster
- Centrifuga per alleggerimento fango e disidratazione
- Dissabbiatore.



GASDOTTO JESI - RECANATI

TRIVELLAZIONE IN TOC E TIRO CON PIPE THRUSTER



Soluzione intermedia tra la TOC e la direct pipe. Ovvero, effettuare tutte le attività di perforazione con la metodologia TOC (foro pilota e tutti gli alesaggi), mentre la fase finale di tiro-posa della condotta sarebbe stata coadiuvata ed assistita dal Pipe Thruster del Direct Pipe.

GASDOTTO JESI - RECANATI



MOSE PROJECT, VENEZIA

L'OPERA

- Cliente: Consorzio Venezia Nuova
- Opera: fibra ottica
- Lunghezza totale: 4.750 m
- Diametro: 6" (n.2)
- Geologia: sabbia
- Particolarità: limitazioni di tracciato e severissime procedure per ridurre l'impatto ambientale.



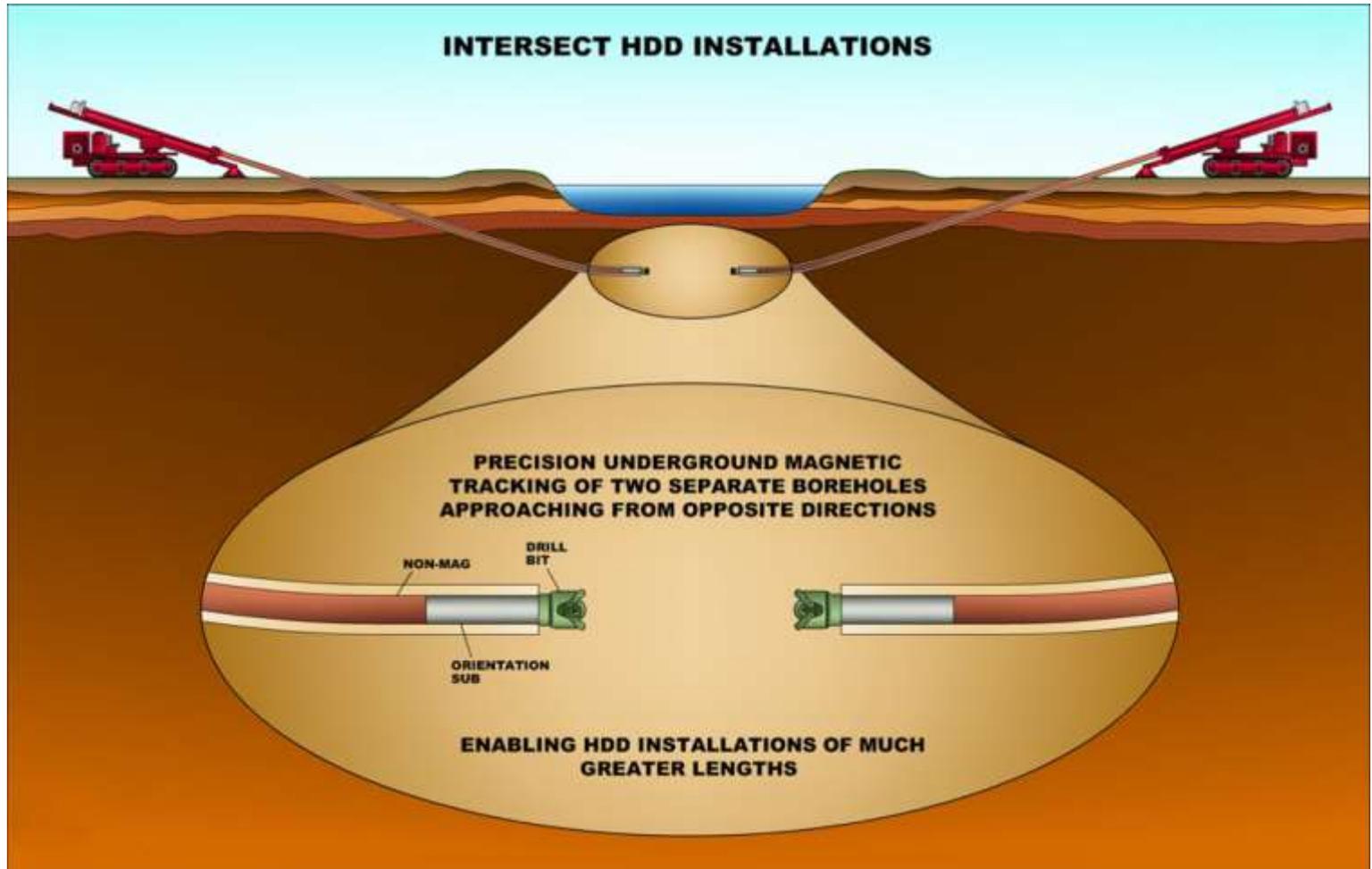
MOSE PROJECT, VENEZIA



LA TECNICA

- 1 isola artificiale anzichè 3 come da progetto.
- Metodo di intersezione (Paratrack).
- Slave Rig 100 ton.

MOSE PROJECT, VENEZIA



MOSE PROJECT, VENEZIA

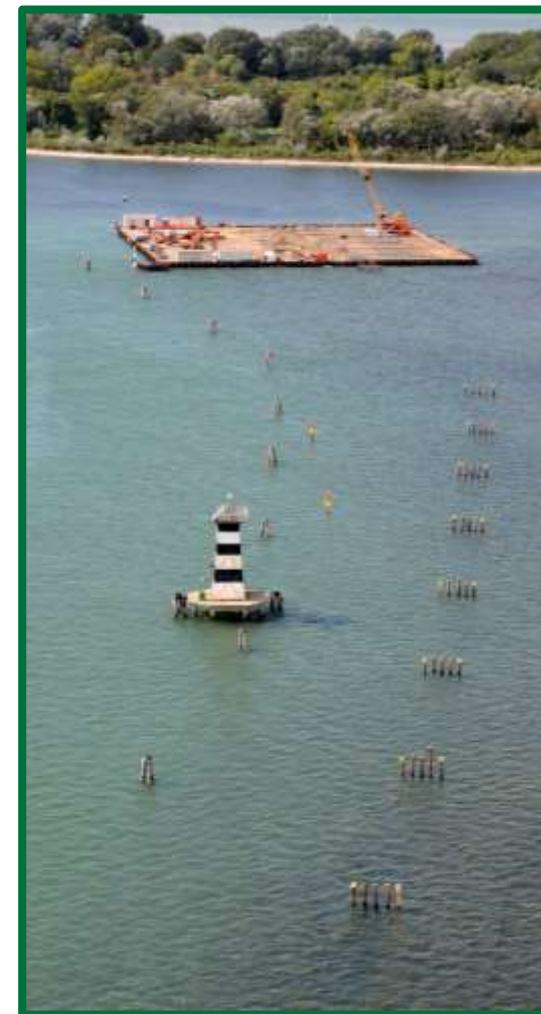
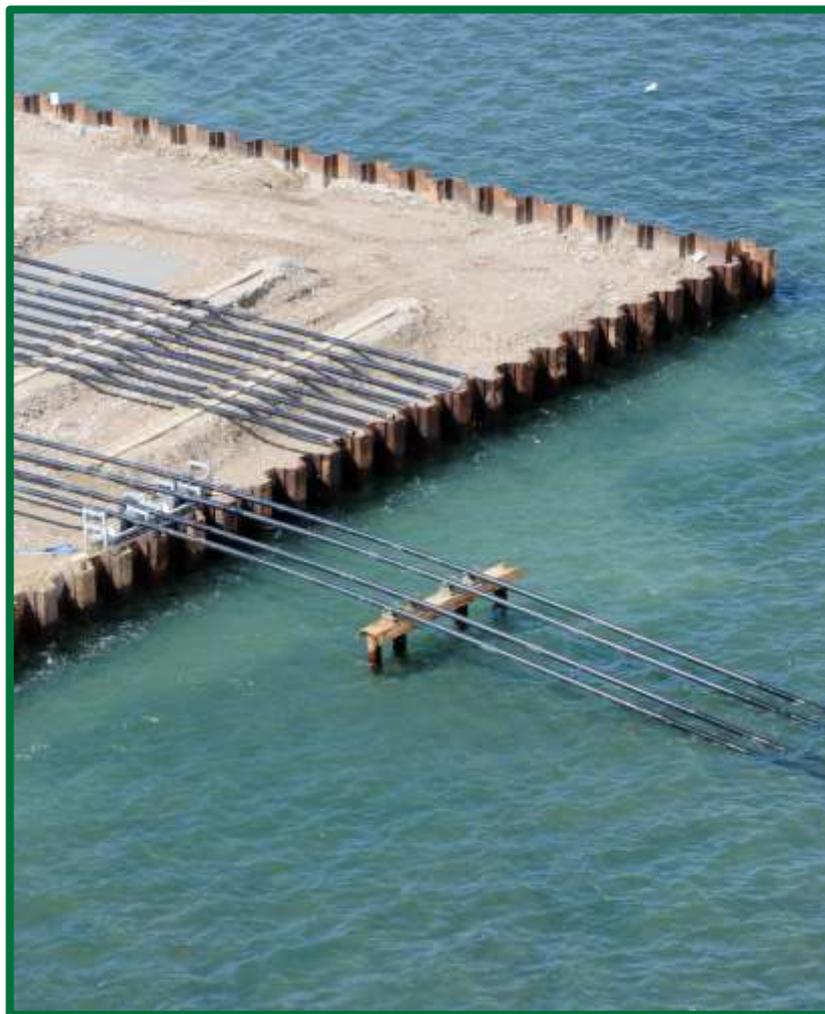


Paolo Posocco

La piccola perforazione e la grande perforazione – presentazione di case histories



MOSE PROJECT, VENEZIA



Paolo Posocco

La piccola perforazione e la grande perforazione – presentazione di case histories

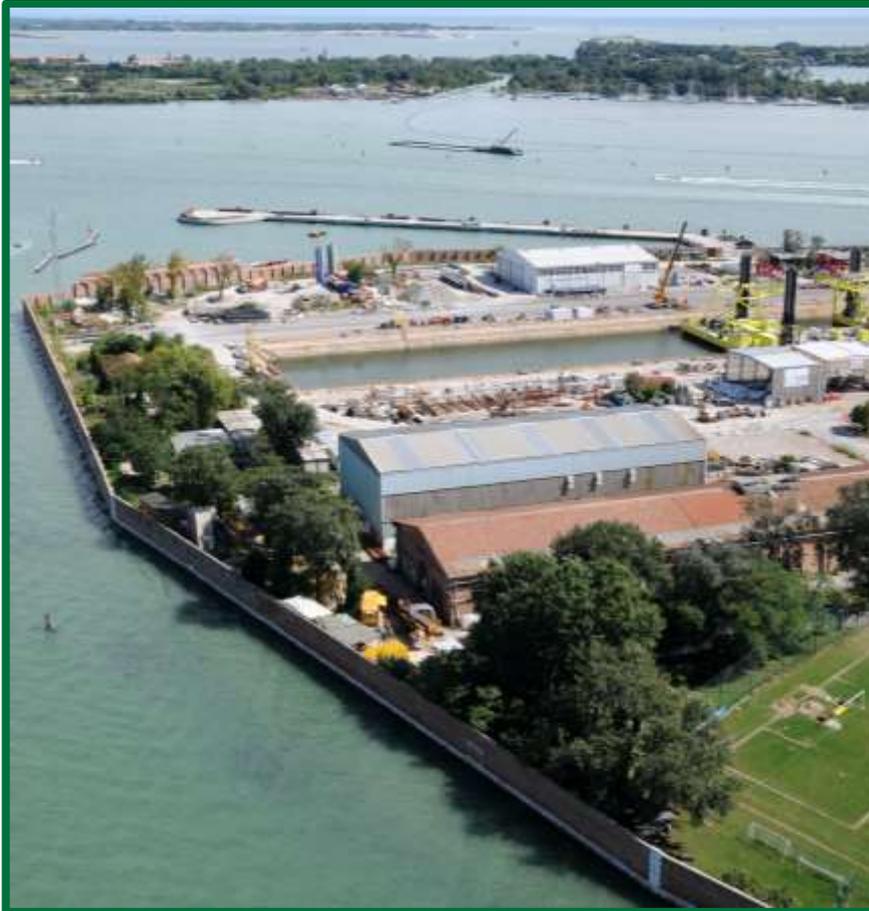
MOSE PROJECT, VENEZIA



STARTING POINT

- Isola Nuova
- Unità di controllo del Mose
- Master Rig 250 ton.

MOSE PROJECT, VENEZIA



STARTING POINT

- master Rig 250 ton.
- Arsenale
- Pali in cemento profondi 20 m

MOSE PROJECT, VENEZIA



IL CANALE

- Curvatura
- Area militare ed accesso vietato.

MOSE PROJECT, VENEZIA



HDD STEPS

- 38 giorni
- 31 giorni
- 28 giorni
- 22 giorni

MALAMOCCO, VENEZIA

L'OPERA

- Opera: elettrodotto, gasdotto, condotta idrica
- Lunghezza totale: 4067 m
- Diametro: 600 mm, 200 mm, 660 mm
- Geologia: sabbia, limo
- Particolarità: lunghezza del tracciato e profondità oltre i 50 m s.l.m.

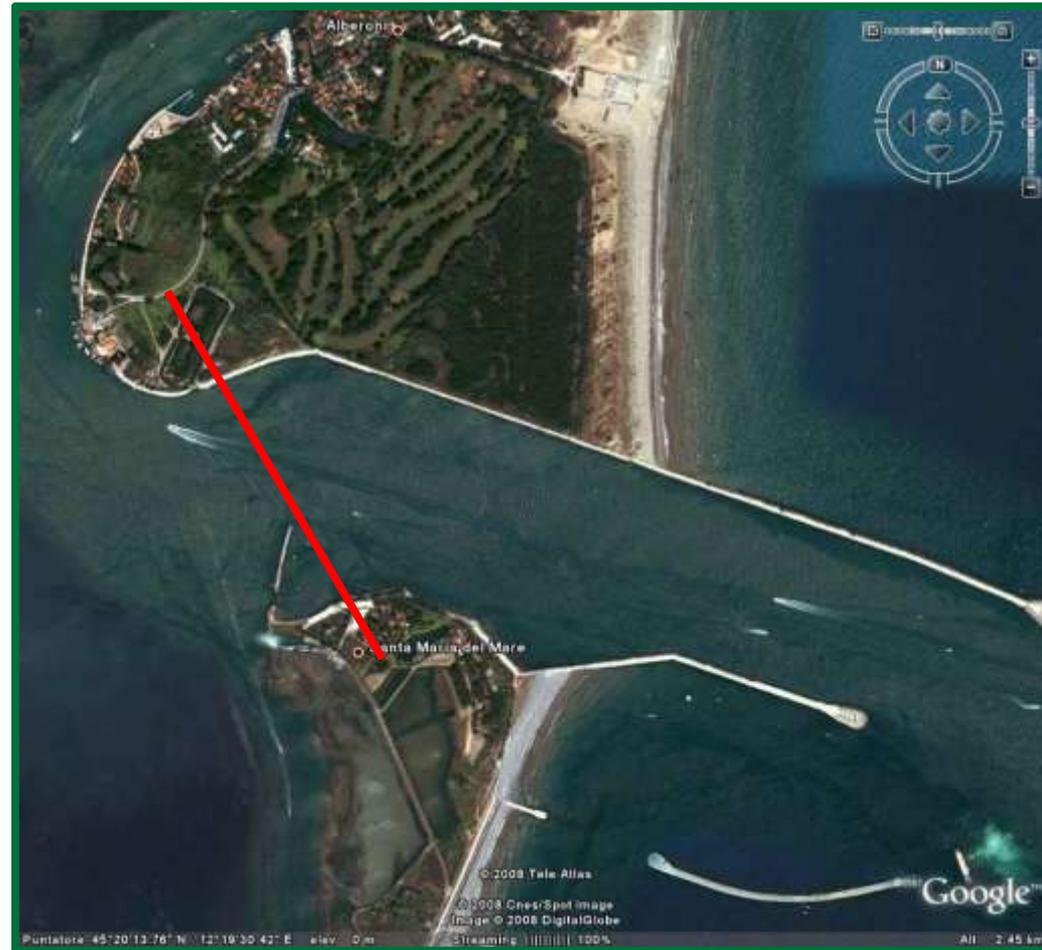


MALAMOCCO, VENEZIA



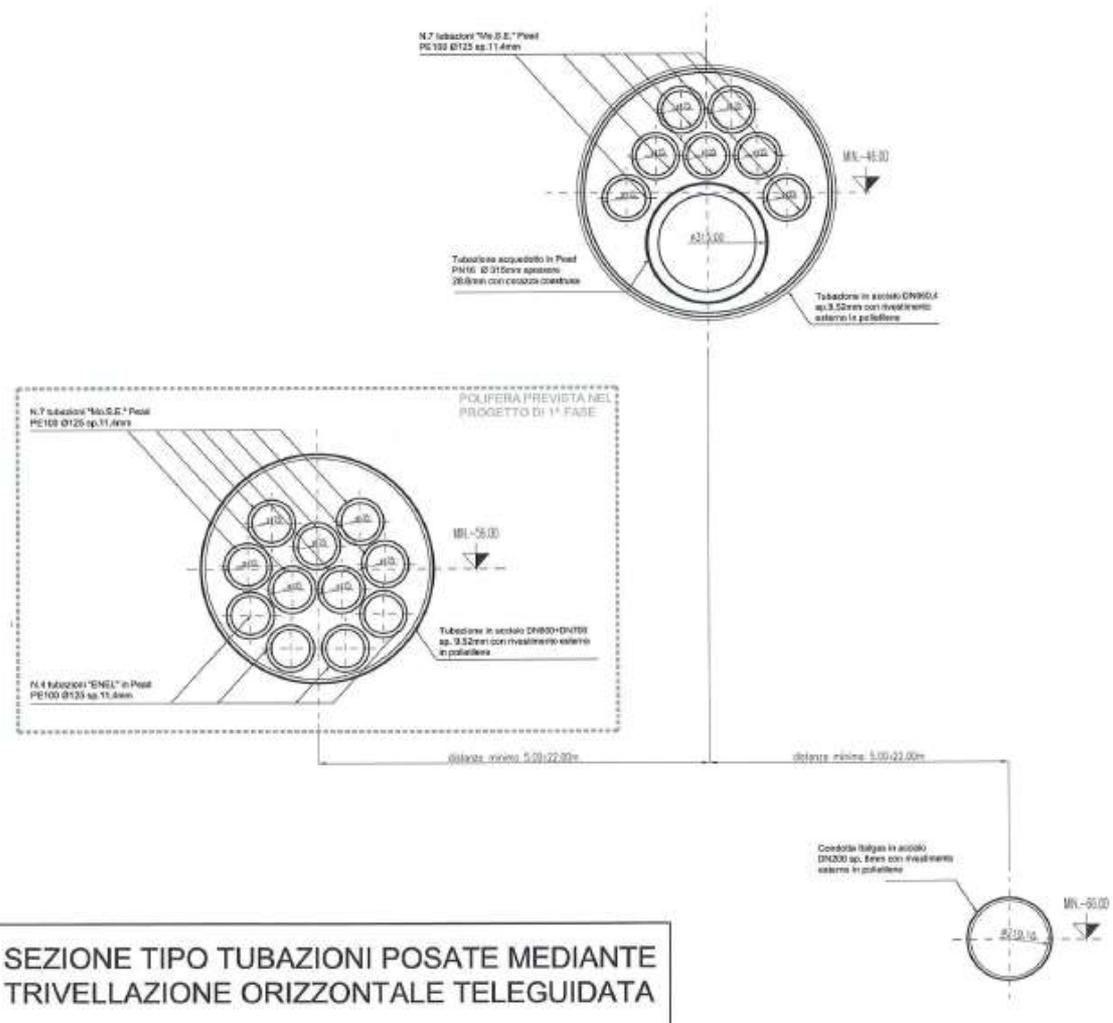
MALAMOCCO, VENEZIA

Connessione fra le due isole





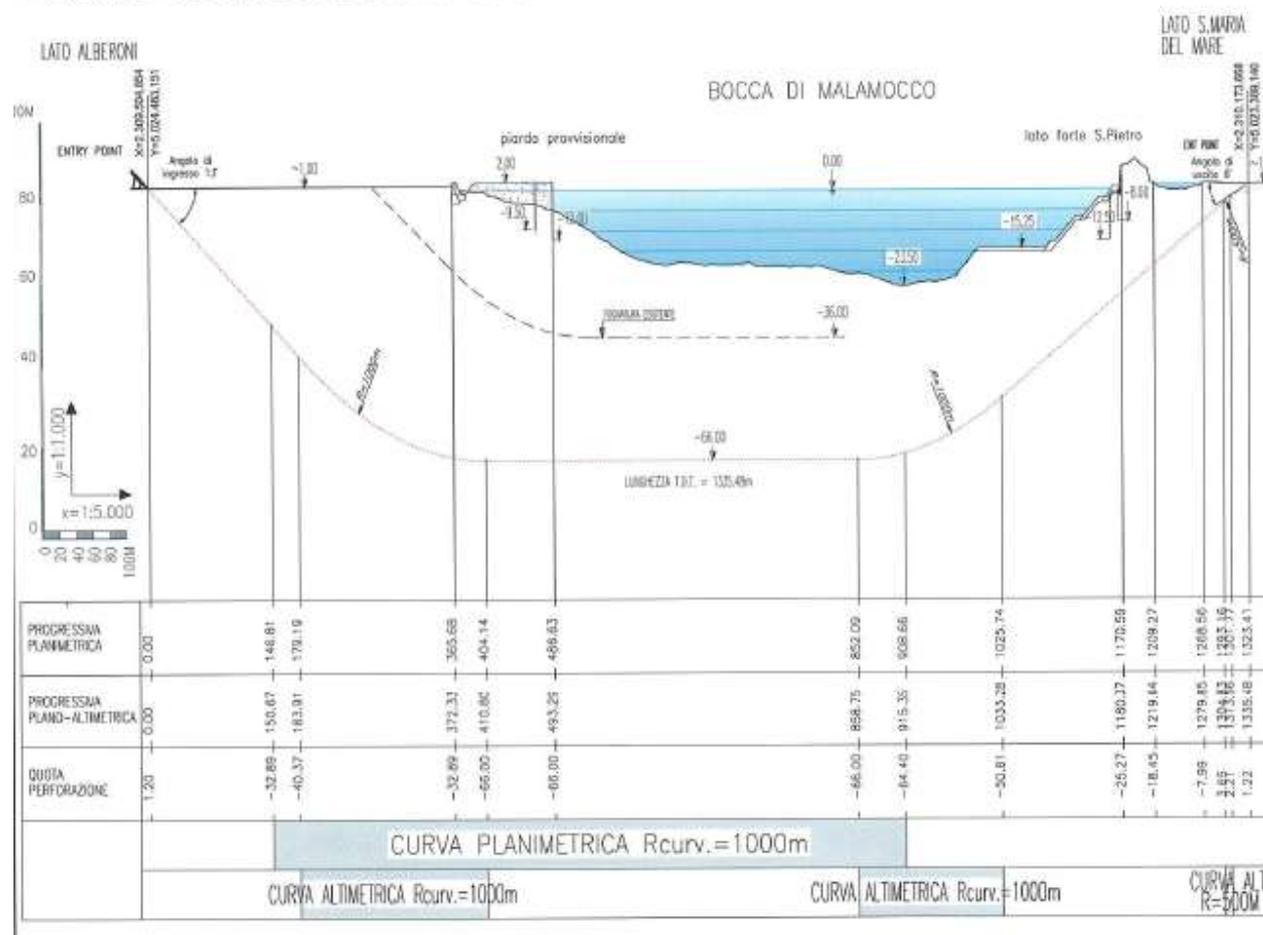
MALAMOCCO, VENEZIA





MALAMOCCO, VENEZIA

PROFILO T.O.T. CONDOTTA "GAS"



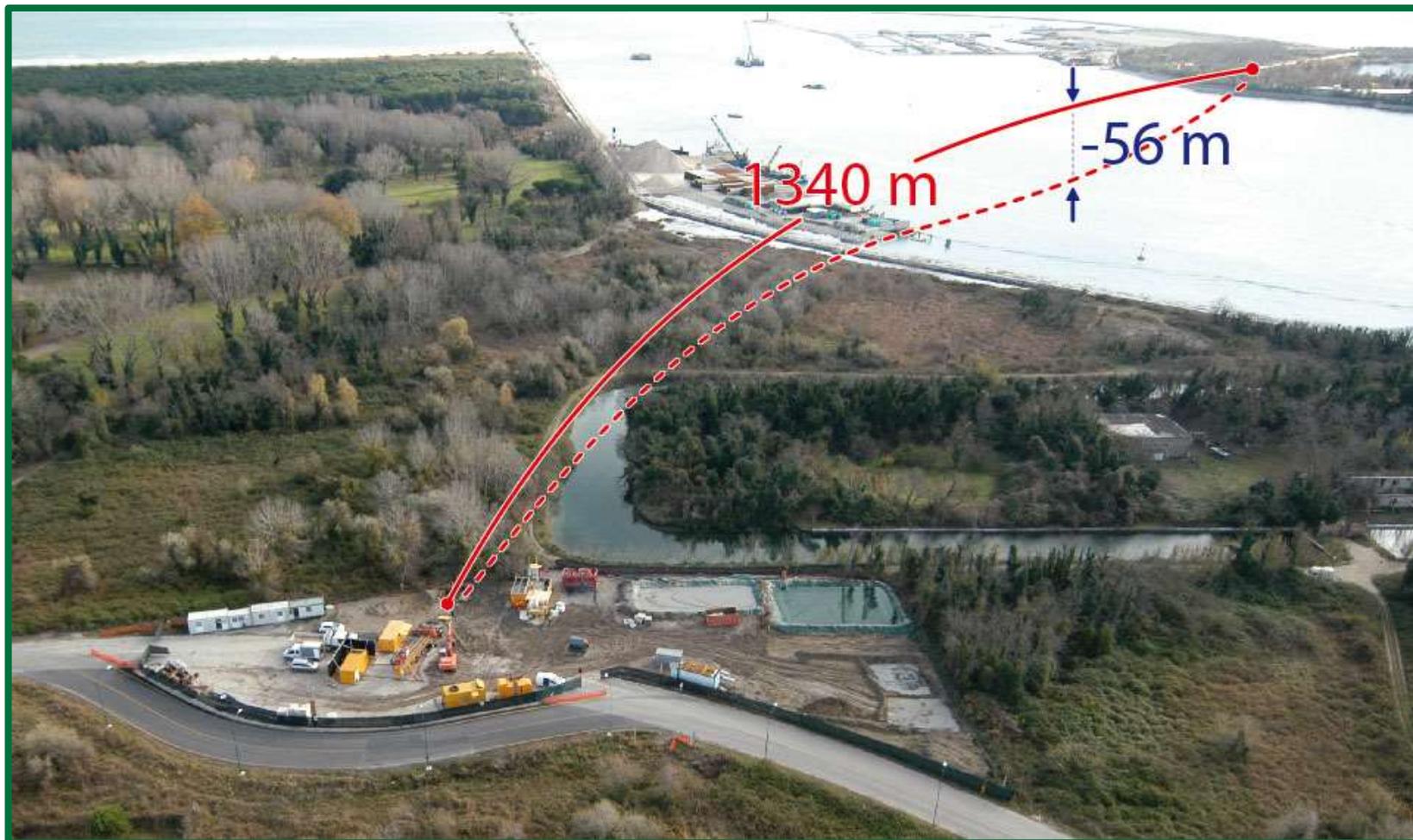
Paolo Posocco

La piccola perforazione e la grande perforazione – presentazione di case histories



MALAMOCCO, VENEZIA

Lato rig



Paolo Posocco



La piccola perforazione e la grande perforazione – presentazione di case histories



MALAMOCCO, VENEZIA



Paolo Posocco

La piccola perforazione e la grande perforazione – presentazione di case histories