

Cepav due



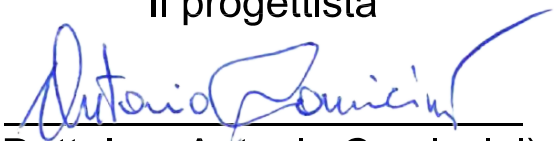
# RISOLUZIONE INTERFERENZA CONDOTTE IDRICHE CONSORZIO BONIFICA GARDA-CHIESE

Linea A.V./A.C. TORINO-VENEZIA  
Tratta Milano-Verona  
Lotto funzionale Brescia-Verona

INTERFERENZE  
IN30623 - IN30550 - IN30551



Il progettista

  
(Dott. Ing. Antonio Comincini)

PROGETTISTA

DESCRIZIONE

ELABORATO

**INGEGNERIA**  
**STUDIO**

## RELAZIONE TECNICA

# 1

Dott. Ing. Antonio Comincini  
Via Garibaldi, 6 - 25020 Pralboino (BS) - tel. 030 9521247  
e-mail: [antonio@comincini.eu](mailto:antonio@comincini.eu)  
PEC: [antoniocomincini@bs.ingegneri.legalmail.it](mailto:antoniocomincini@bs.ingegneri.legalmail.it)

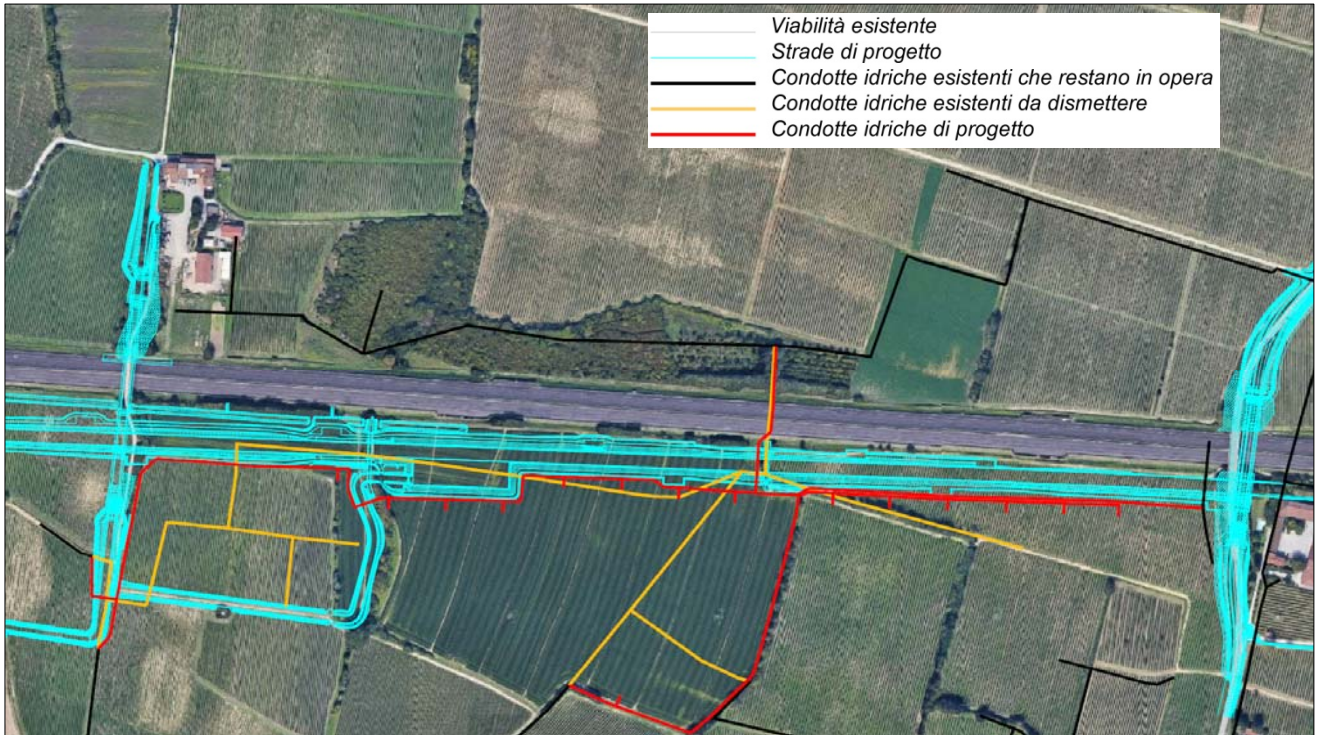
Revisione	Data	Causale	Redazione	Verifica	Approvazione
00	1/12/2020	PRIMA EMISSIONE	COMINCINI A.	COMINCINI A.	COMINCINI A.

## INDICE

OGGETTO DELLA PROGETTAZIONE .....	2
NORME DI RIFERIMENTO .....	4
CARATTERISTICHE DELLE CONDOTTE .....	4
MODALITÀ DI POSA DELLE CONDOTTE .....	10
DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	16
RIMOZIONE DELLE CONDOTTE IN FIBROCEMENTO CONTENENTE AMIANTO .....	34
DISTANZE E FRANCHI DELL'ATTRAVERSAMENTO INFERIORE FERROVIARIO .....	36
COLLAUDO DELLE CONDOTTE .....	37
COLPO D'ARIETE.....	37
VERIFICA DELLE TUBAZIONI .....	37
ELENCO ELABORATI.....	43

## OGGETTO DELLA PROGETTAZIONE

Il progetto sviluppa in forma esecutiva la risoluzione dell'interferenza **IN30623, IN30550 e IN30551** tra le condotte idriche in pressione, gestite da Consorzio Bonifica Garda-Chiese, la nuova linea ferroviaria dell'alta velocità Torino-Venezia, tratta Milano-Verona, lotto funzionale Brescia-Verona e la nuova viabilità nel tratto compreso tra le progressiva A.V.-A.C. Km 128+200 e il Km 129+365. Di seguito si riportano la foto aerea ed uno schema dell'area, con indicazione dei tracciati della viabilità di progetto e della condotta idrica esistente e di progetto.



Le opere consistono nella messa in opera di condotte idriche in pressione in PVC DE90/125/140/315, ACCIAIO DE350, in PEAD DE450 e in GHISA sferoidale con giunto antisfilamento DN250, per uno sviluppo totale di m 2.570 e nella dismissione di una tubazione esistente per un'estensione complessiva di m 2.030.

In particolare, con riferimento allo schema soprastante verranno posati:

- Tratto 1-2 posa di ml 60 di condotta idrica in pressione PVC DE125 PN10 con scavo a cielo aperto;
- Tratto 2-3 posa di ml 25 di condotta idrica in pressione PVC DE90 PN10 con scavo a cielo aperto, entro tubo-fodera in ACCIAIO DN250;
- Tratto 3-4 e nei 15 stacchi agli idranti posa di ml 230 di condotta idrica in pressione PVC DE90 PN10 con scavo a cielo aperto;
- Tratto 2-5 posa di ml 20 di condotta idrica in pressione PVC DE140 PN16 con scavo a cielo aperto, entro tubo-fodera in ACCIAIO DN250;
- Trattati 5-6/7-8/10-13 posa di ml 1.160 di condotta idrica in pressione PVC DE140 PN16 con scavo a cielo aperto;
- Tratto 6-7 posa di ml 25 condotta idrica in pressione PVC DE140 PN16 con scavo a cielo aperto entro tubo fodera in acciaio DN250;
- Tratto 8-15-16 posa di ml 48 di condotta idrica in pressione PEAD DE450 di cui 40 entro tubo-fodera in ACCIAIO DN700 con scavo a cielo aperto;
- Tratto 16-9 posa di ml 110 di condotta idrica in pressione ACCIAIO DN350 con scavo a cielo aperto per 65 ml e ancorato al tombino del sottopasso autostradale per 45 ml;
- Trattati 8-10-11-12 posa di ml 455 di condotta idrica in pressione PVC DE315 PN16 con scavo a cielo aperto;
- Tratto 10-14 posa di ml 425 di condotta idrica in pressione in ghisa sferoidale con rivestimento interno cementizio DN250 con scavo a cielo aperto;

La progettazione è sviluppata tenendo conto:

- 1) Del "PROGETTO DEFINITIVO Cepav due – Linea A.V./A.C. TORINO-VENEZIA tratta MILANO-VERONA Lotto funzionale Treviglio-Brescia"

## NORME DI RIFERIMENTO

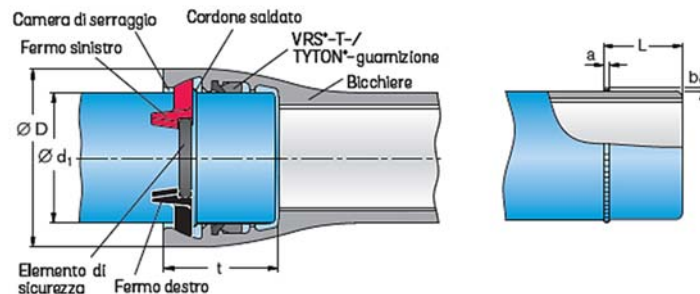
L'intervento è sviluppato nel rispetto delle seguenti disposizioni legislative:

- Codice della strada - D.L.vo. 285 /1992;
- Norme tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto - D.M. 4/4/2014;
- Norma UNI EN 10224:2006 - Tubazioni in acciaio;
- Norma UNI EN 545/2010 e UNI EN 805 - Tubazioni in ghisa sferoidale;
- Norma UNI EN 1452 - Tubazioni in pvc-U;
- DM 17/1/2018 – Norme tecniche per le costruzioni;
- Norme di marcatura CE.

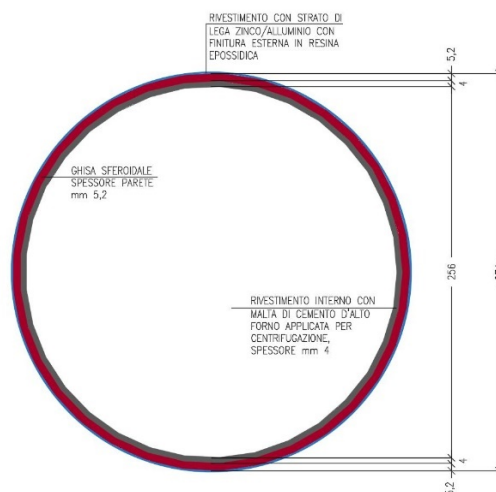
## CARATTERISTICHE DELLE CONDOTTE

### Tubi in ghisa sferoidale

Le tubazioni di progetto in ghisa sferoidale, idonee per il trasporto di acqua potabile, sono in barre da 5 m, del tipo a giunto rapido con bicchiere antisfilamento, protette esternamente da un rivestimento in lega di zinco-alluminio e da uno strato di resina epossidica e, internamente, da un rivestimento in malta cementizia d'altoforno.



*Particolare imbocco e bicchiere tubo in ghisa sferoidale*

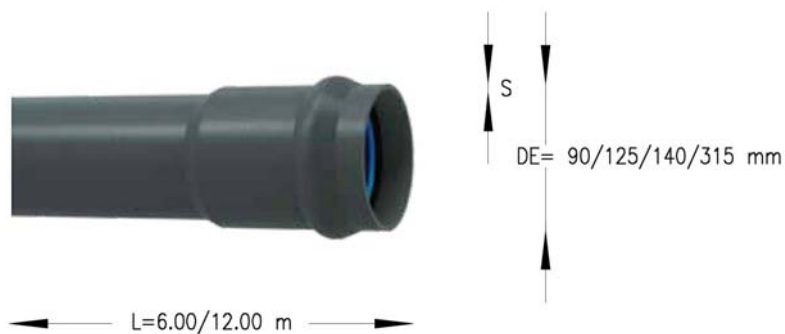


*Particolare tubo ghisa sferoidale DN250*

CARATTERISTICHE TUBAZIONI GHISA SFEROIDALE	
	<b>DN250</b>
<b>DE DIAMETRO ESTERNO (mm)</b>	274
<b>Di DIAMETRO INTERNO (mm)</b>	255,6
<b>SPESSORE GHISA SFEROIDALE (mm)</b>	5,2
<b>SPESSORE CEMENTO D'ALTOFORNO (mm)</b>	4,0
<b>d<sub>1</sub> DIAMETRO INTERNO BICCHIERE (mm)</b>	274
<b>D DIAMETRO BICCHIERE (mm)</b>	352
<b>t LUNGHEZZA BICCHIERE (mm)</b>	165
<b>Conforme alle norme UNI EN 545/2010 e UNI EN805</b>	

### Tubi in PVC

Le tubazioni di progetto in PVC sono in elementi di 6 m collegati con giunto a bicchiere e anello di giunzione preinserito.



*Tubo PVC DE90 PN10 SDR 26*

CARATTERISTICHE TUBAZIONI PVC	
	<b>DE90</b>
<b>DE DIAMETRO ESTERNO (mm)</b>	90
<b>Di DIAMETRO INTERNO (mm)</b>	81,4
<b>SPESSORE PARETE (mm)</b>	4,3
<b>Conforme alle norme UNI EN 12666.1</b>	

*Tubo PVC DE125 PN10 SDR 26*

CARATTERISTICHE TUBAZIONI PVC	
	<b>DE125</b>
<b>DE DIAMETRO ESTERNO (mm)</b>	125
<b>Di DIAMETRO INTERNO (mm)</b>	115,40
<b>SPESSORE PARETE (mm)</b>	4,8
<b>Conforme alle norme UNI EN 12666.1</b>	

*Tubo PVC DE140 PN16 SDR 17*

<b>CARATTERISTICHE TUBAZIONI PVC</b>	
	<b>DE140</b>
<b>DE DIAMETRO ESTERNO (mm)</b>	140
<b>Di DIAMETRO INTERNO (mm)</b>	123,40
<b>SPESSORE PARETE (mm)</b>	8,3
<b>Conforme alle norme UNI EN 12666.1</b>	

*Tubo PVC DE315 PN16 SDR 17*

<b>CARATTERISTICHE TUBAZIONI PVC</b>	
	<b>DE315</b>
<b>DE DIAMETRO ESTERNO (mm)</b>	315
<b>Di DIAMETRO INTERNO (mm)</b>	277,60
<b>SPESSORE PARETE (mm)</b>	18,7
<b>Conforme alle norme UNI EN 12666.1</b>	

Tubi in acciaio

Nel tratto 16-9 la condotta di progetto in acciaio DN 350 verrà posata in attraversamento all'autostrada, con scavo a cielo aperto per 65 ml e ancorata al tombino in calcestruzzo esistente per 45 ml.

Tutti i tubi di acciaio avranno un rivestimento esterno in polietilene triplo strato, a norma UNI 9090/1989 e un rivestimento interno in resina epossidica. Le barre con giunto a bicchiere, di lunghezza 6 m, verranno giuntate mediante saldatura ad elettrodi. Le saldature dovranno essere controllate ai RAGGI X e rivestite, a caldo, con nastro termo restringente altezza mm 100.



<b>CARATTERISTICHE TUBAZIONI IN ACCIAIO DN350</b>	
<b>De DIAMETRO ESTERNO (mm)</b>	355,6
<b>Di DIAMETRO INTERNO (mm)</b>	350
<b>SPESSORE PARETE (mm)</b>	6,30
<b>Conforme alle norme UNI EN 10224</b>	

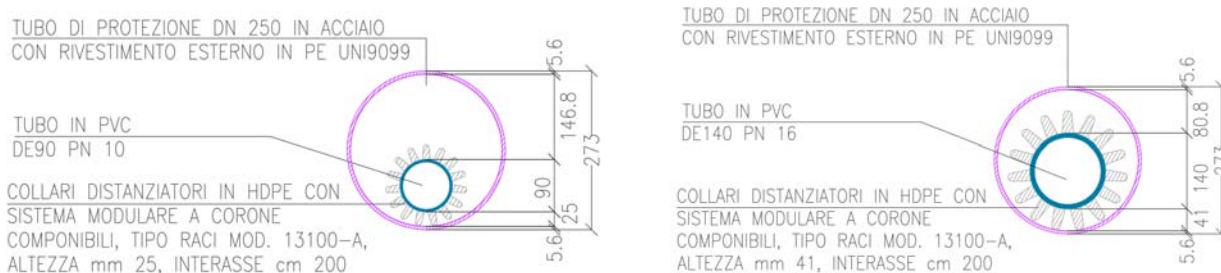
## Tubi fodera in acciaio

Nei tratti 2-3, 2-5 e 6-7, in attraversamento alle strade di progetto, e nel tratto 15-16 in attraversamento inferiore alla linea dell'alta velocità, le tubazioni verranno inserite in un tubo-fodera di acciaio di diverso diametro a seconda delle dimensioni del tubo di trasporto dell'acquedotto di progetto.

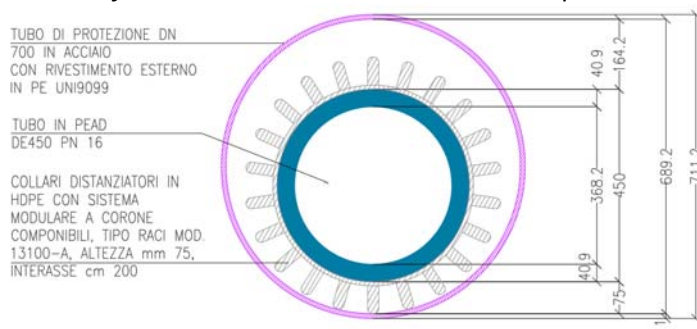
Tutti i tubi di acciaio avranno un rivestimento esterno bituminoso pesante, a norma UNI 5256/87. Le barre, di lunghezza 6 m, verranno giuntate mediante saldatura ad elettrodi. Le saldature dovranno essere controllate ai RAGGI X e rivestite, a caldo, con fasce di iuta e bitume.

DIAMETRO ESTERNO (mm)	DIAMETRO NOMINALE TUBO-FODERA (mm)
PVC 90	250
PVC 140	250
PEAD 450	700

### *Particolare tubo-fodera in acciaio DN250 per tubo di trasporto in PVC DE90 e DE140*



### *Particolare tubo-fodera in acciaio DN700 e tubo di trasporto in PEAD DE450*



Per sostenere la condotta di trasporto, all'interno del tubo fodera, e per evitare il contatto tra i due tubi, verranno posizionati, con passo di 2 m, collari distanziatori in HDPE con sistema modulare a corone componibili, avente un basso coefficiente di attrito, per agevolare lo scorrimento della condotta in ghisa.



CARATTERISTICHE TUBO-FODERA IN ACCIAIO			
DIAMETRO TUBO DI TRASPORTO	PVC 90	PVC 140	PEAD 450
DN DIAMETRO NOMINALE	250	250	450
DE DIAMETRO ESTERNO (mm)	273	273	450
Di DIAMETRO INTERNO (mm)	261,8	261,8	368,2
SPESSORE PARETE (mm)	5,6	5,6	40,9

Verifica tubo-fodera DN250 con tubo di trasporto DE140

Nell'attraversamento delle strade di progetto, l'intercapedine fra tubo-fodera in acciaio DN250 e condotta di trasporto in PVC DE140 ha una superficie di m<sup>2</sup> 0,038 superiore alla sezione interna del tubo in PVC pari a m<sup>2</sup> 0,012 ed è quindi ampiamente garantito il deflusso dell'intera portata della condotta in PVC, in caso di guasti o rotture. Le acque eventualmente fuoriuscite verranno convogliate e smaltite in apposite camerette prefabbricate in calcestruzzo con fondo drenante.

Di seguito è sviluppato il calcolo delle superfici interessate:

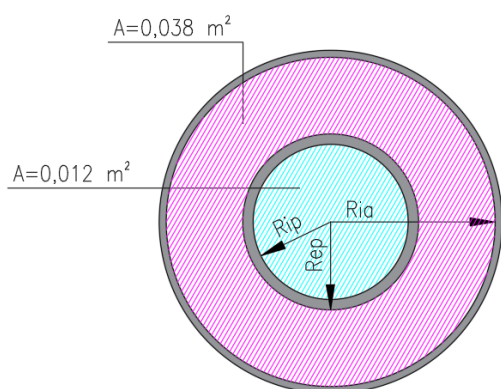
1) **Sezione interna tubo in PVC**,  $S_i = R_{ip}^2 \times \pi = 0,0617^2 \times 3,14 = \mathbf{0,012 \text{ m}^2}$

2) **Area della corona circolare Acc**, intercapedine fra tubo fodera e condotta di trasporto:

Area interna tubo fodera =  $R_{ia}^2 \times \pi = 0,1309^2 \times 3,14 = 0,054 \text{ m}^2$

Area esterna condotta di trasporto =  $R_{ep}^2 \times \pi = 0,070^2 \times 3,14 = 0,015 \text{ m}^2$

**Acc** = Area interna tubo fodera - Area esterna tubo di trasporto = 0,054 - 0,015 = **0,038 m<sup>2</sup>**



<b>Rip RAGGIO INTERNO TUBO PVC (m)</b>	0,0617
<b>Rep RAGGIO ESTERNO TUBO IN PVC (m)</b>	0,070
<b>Ria RAGGIO INTERNO ACCIAIO (m)</b>	0,1309

Verifica tubo-fodera DN250 con tubo di trasporto DE90

Nell'attraversamento delle strade di progetto, l'intercapedine fra tubo-fodera in acciaio DN150 e condotta di trasporto in PVC DE90 ha una superficie di m<sup>2</sup> 0,047 superiore alla sezione interna del tubo in PVC pari a m<sup>2</sup> 0,005 ed è quindi ampiamente garantito il deflusso dell'intera portata della condotta in PVC, in caso di guasti o rotture. Le acque eventualmente fuoriuscite verranno convogliate e smaltite in apposite camerette prefabbricate in calcestruzzo con fondo drenante.

Di seguito è sviluppato il calcolo delle superfici interessate:

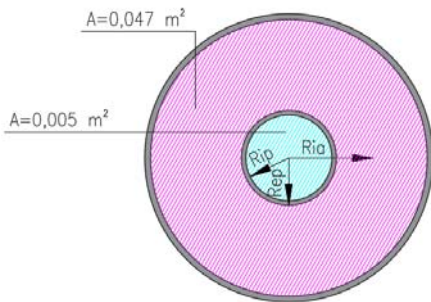
1) **Sezione interna tubo in PVC**,  $S_i = R_{ip}^2 \times \pi = 0,0407^2 \times 3,14 = \mathbf{0,005 \text{ m}^2}$

2) **Area della corona circolare Acc**, intercapedine fra tubo fodera e condotta di trasporto:

Area interna tubo fodera =  $R_{ia}^2 \times \pi = 0,1309^2 \times 3,14 = 0,054 \text{ m}^2$

Area esterna condotta di trasporto =  $R_{ep}^2 \times \pi = 0,045^2 \times 3,14 = 0,006 \text{ m}^2$

**Acc** = Area interna tubo fodera - Area esterna tubo di trasporto =  $0,054 - 0,006 = \mathbf{0,047 \text{ m}^2}$



<b>Rip RAGGIO INTERNO TUBO PVC (m)</b>	0,0407
<b>Rep RAGGIO ESTERNO TUBO IN PVC (m)</b>	0,045
<b>Ria RAGGIO INTERNO ACCIAIO (m)</b>	0,1309

### Verifica tubo-fodera DN700

Nell'attraversamento delle strade di progetto, l'intercapedine fra tubo-fodera in acciaio DN700 e condotta di trasporto in PEAD DE450 ha una superficie di  $\text{m}^2$  0,214 superiore alla sezione interna del tubo in PEAD pari a  $\text{m}^2$  0,106 ed è quindi ampiamente garantito il deflusso dell'intera portata della condotta in PEAD, in caso di guasti o rotture. Le acque eventualmente fuoriuscite verranno convogliate e smaltite in apposite camerette prefabbricate in cls con fondo drenante.

Di seguito è sviluppato il calcolo delle superfici interessate:

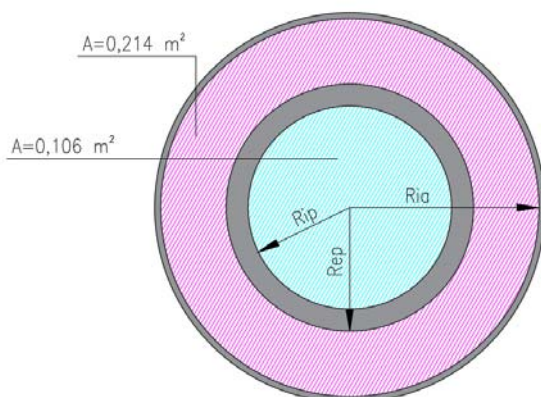
3) **Sezione interna tubo in PEAD**,  $S_i = R_{ip}^2 \times \pi = 0,184^2 \times 3,14 = \mathbf{0,1064 \text{ m}^2}$

4) **Area della corona circolare Acc**, intercapedine fra tubo fodera e condotta di trasporto:

Area interna tubo fodera =  $R_{ia}^2 \times \pi = 0,3446^2 \times 3,14 = 0,3729 \text{ m}^2$

Area esterna condotta di trasporto =  $R_{ep}^2 \times \pi = 0,225^2 \times 3,14 = 0,1589 \text{ m}^2$

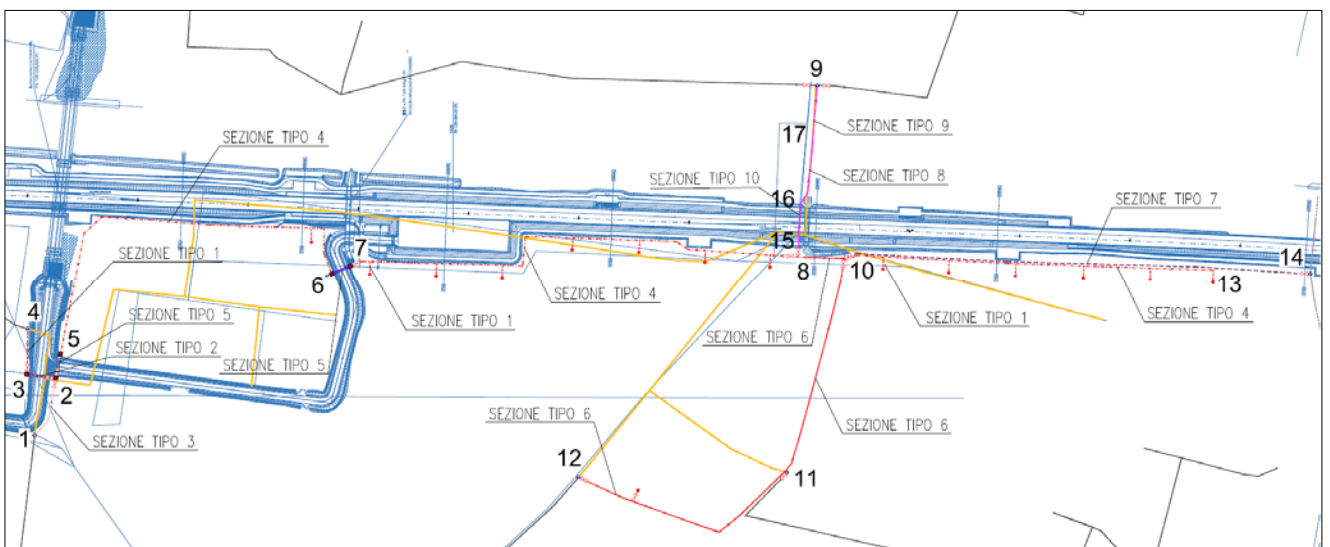
**Acc** = Area interna tubo fodera - Area esterna tubo di trasporto =  $0,3729 - 0,1589 = \mathbf{0,2139 \text{ m}^2}$



<b>Rip RAGGIO INTERNO TUBO IN PEAD (m)</b>	0,184
<b>Rep RAGGIO ESTERNO TUBO IN PEAD (m)</b>	0,225
<b>Ria RAGGIO INTERNO ACCIAIO (m)</b>	0,344

## MODALITÀ DI POSA DELLE CONDOTTE

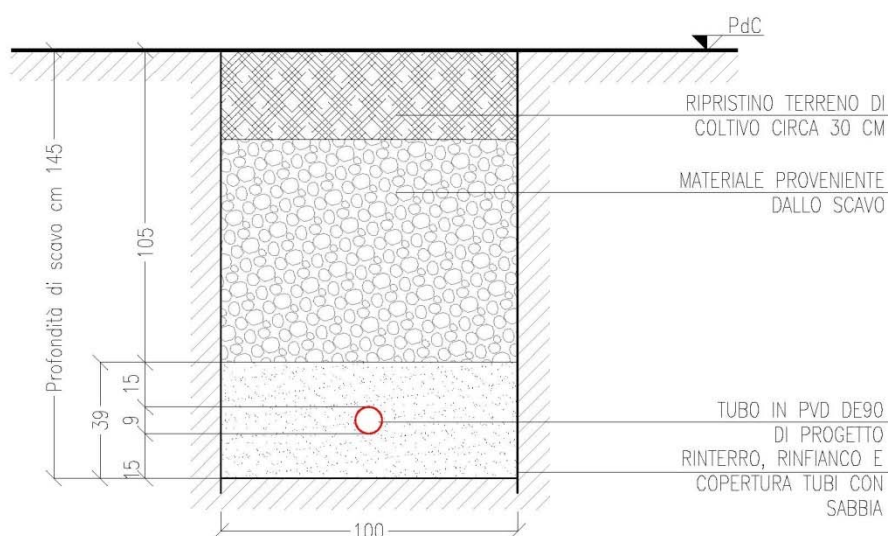
Le condotte saranno posate con sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia di spessore 15 cm. L'estradosso della tubazione sarà a quota di 1 m dal piano stradale per i tratti di condotta posati in nel terreno e di 1,50 m dal piano stradale nei tratti di attraversamento alle strade di progetto trasversale. A 30 cm dall'estradosso delle tubazioni, verrà posato un nastro di segnalazione, di colore blu con scritta nera "ATTENZIONE ACQUEDOTTO", in materiale plastico, con nastro metallico termosaldato, per rilevamento tramite metal-detector. Di seguito sono riportate la planimetria di progetto e gli schemi delle 9 tipologie di sezioni:



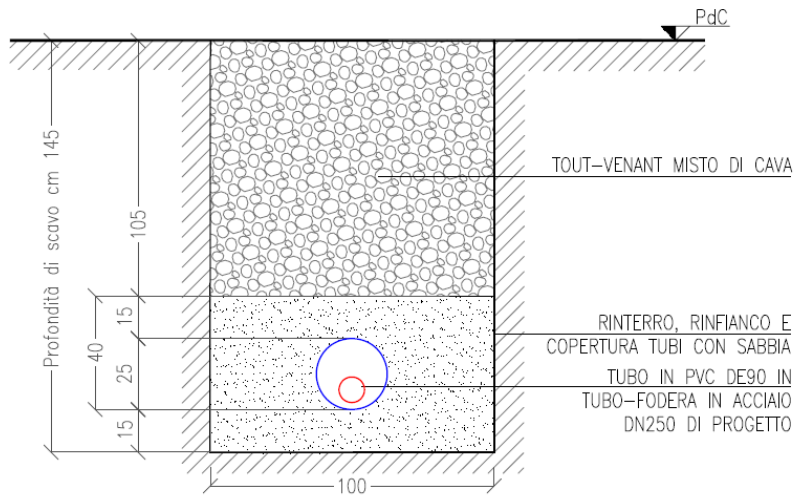
- |  |  |  |  |
|--|--|--|--|
|  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN PVC DE90 PN10, POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO   |  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN GHISA SFEROIDALE CON RIVESTIMENTO INTERNO CEMENTIZIO DN250, POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO          |
|  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN PVC DE90 PN10, POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO ENTRO TUBO-FODERA IN ACCIAIO DN250                  |  | IDRANTI DI PROGETTO  |
|  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN PVC DE125 PN10, POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO  |  | CONDOTTA IDRICA ESISTENTE DA DISMETTERE  |
|  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN PVC DE140 PN16, POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO  |  | POZZETTI 5, 6, 7<br>CAMERETTE D'ISPEZIONE IN C.A. PREFABBRICATE dim. int. cm 120x100 PER POSA TUBO FODERA, PARTICOLARI IN TAVOLA 5   |
|  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN PVC DE140 PN16, POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO ENTRO TUBO FODERA IN ACCIAIO DN250                 |  | POZZETTO 3<br>CAMERETTA D'ISPEZIONE IN C.A. PREFABBRICATE dim. int. cm 140x120 PER POSA TUBO FODERA, PARTICOLARE IN TAVOLA 5         |
|  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN PVC DE315 PN16, POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO  |  | POZZETTO 2, 15, 16<br>CAMERETTA D'ISPEZIONE IN C.A. PREFABBRICATE dim. int. cm 150x150 PER POSA TUBO FODERA, PARTICOLARE IN TAVOLA 5 |
|  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN ACCIAIO DN350, ANCORATA AL SOTTOPASSAGGIO AUTOSTRADALE ESISTENTE E POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO |  | VALVOLA A SARACINESCA DI PROGETTO, CON INDICAZIONE DEL DIAMETRO, POSATA IN POZZETTO PREFABBRICATO COME DA PARTICOLARI IN TAV. 5      |
|  | CONDOTTA IDRICA IN PRESSIONE IN PEAD DE450 PN16, POSATA CON SCAVO A CIELO APERTO ENTRO TUBO-FODERA IN ACCIAIO DN700                |  | RACCORDO TRA LA TUBAZIONE ESISTENTE E DI PROGETTO COME DA PARTICOLARI IN TAV. 5  |

1. Sezione TIPO 1 (Tratto 3-4) - Posa tubazione in PVC DE90 con a scavo cielo aperto, sotto terreno coltivo;
2. Sezione TIPO 2 (Tratto 2-3) - Posa tubazione in PVC DE90 entro tubo-fodera in acciaio DN250 con scavo a cielo aperto, sotto strada di progetto;
3. Sezione TIPO 3 (Tratto 1-2) - Posa tubazione in PVC DE125 con scavo a cielo aperto, sotto terreno coltivo;
4. Sezione TIPO 4 (Tratti 3-5/7-8/10-13) - Posa tubazione in PVC DE140 con scavo a cielo aperto, sotto terreno coltivo;
5. Sezione TIPO 5 (Tratti 2-5/6-7) - Posa tubazione in PVC DE140 entro tubo-fodera in acciaio DN250 con scavo a cielo aperto, sotto strada di progetto;
6. Sezione TIPO 6 (Tratto 8-10-11-12) - Posa tubazione in PVC DE315 con scavo a cielo aperto, sotto terreno coltivo;
7. Sezione TIPO 7 (Tratto 10-14) - Posa tubazione in GHISA DN250 con scavo a cielo aperto, sotto terreno coltivo;
8. Sezione TIPO 8 (Tratto 16-17) – Posa tubazione in ACCIAIO DN350 ancorata al tombino esistente in attraversamento inferiore autostradale;
9. Sezione TIPO 9 (Tratto 17-9) - Posa tubazione in ACCIAIO DN350 con scavo a cielo aperto, sotto terreno vegetale;
10. Sezione TIPO 10 (Tratto 8-15-16) - Posa tubazione in PEAD DE450 con tubo fodera in ACCIAIO DN700 con scavo a cielo aperto in attraversamento inferiore alla linea dell'alta velocità

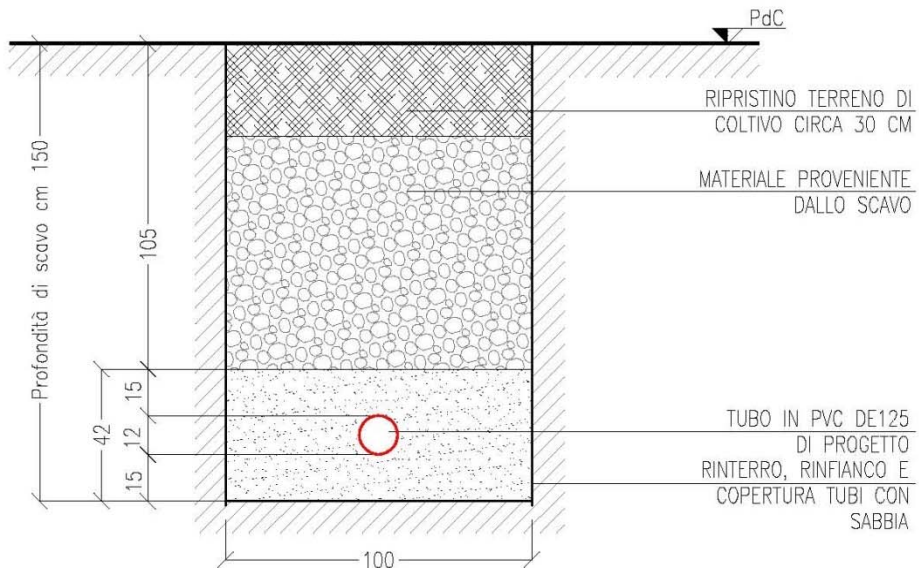
*Particolare sezione di posa TIPO 1*



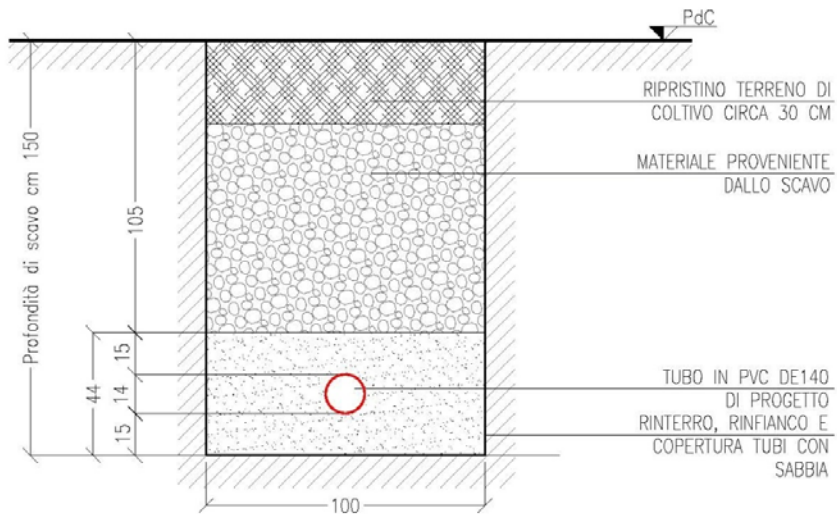
*Particolare sezione di posa TIPO 2*



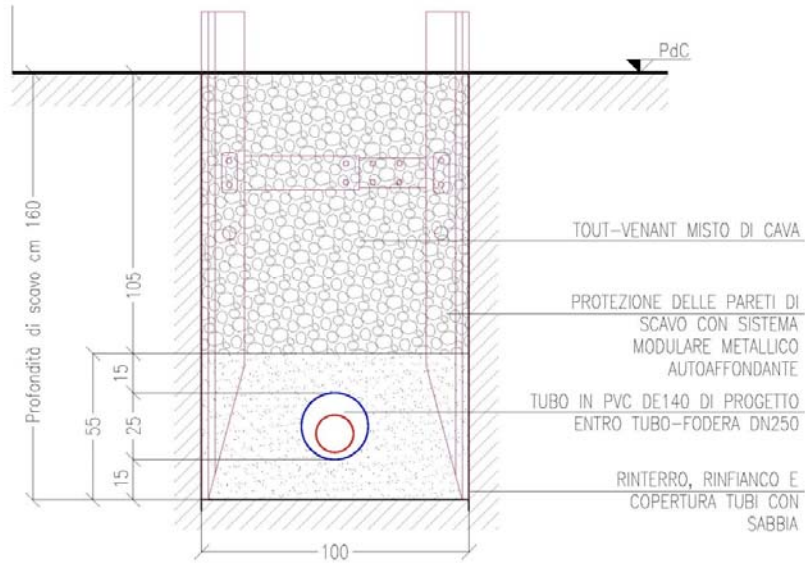
*Particolare sezione di posa TIPO 3*



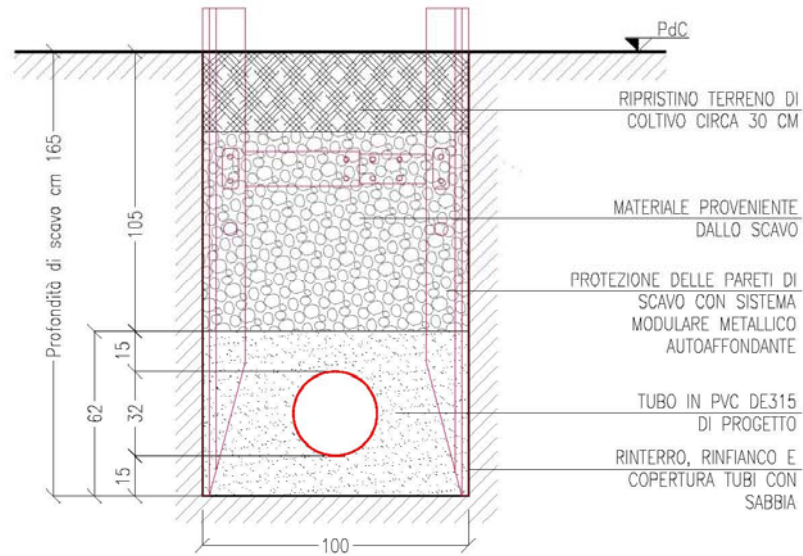
*Particolare sezione di posa TIPO 4*



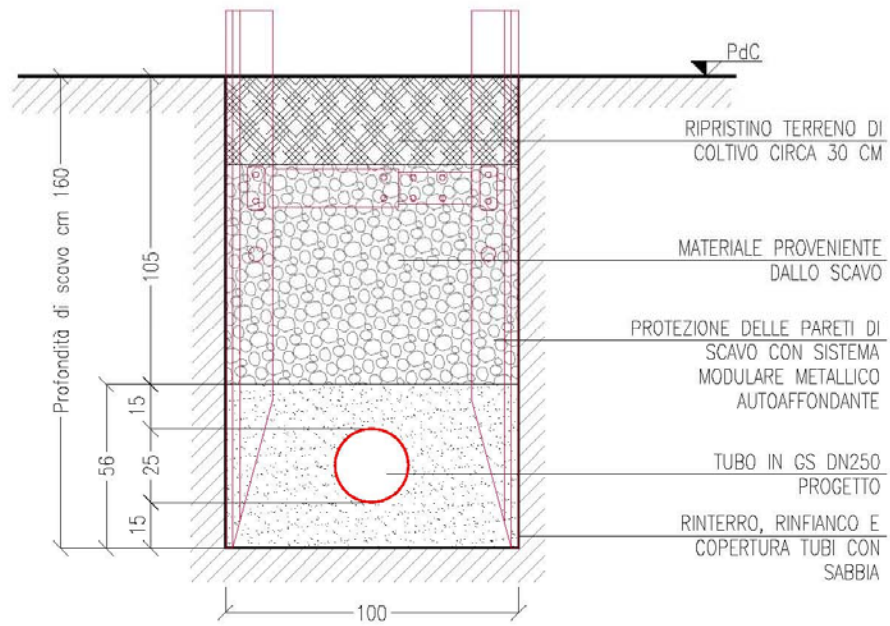
Particolare sezione di posa TIPO 5



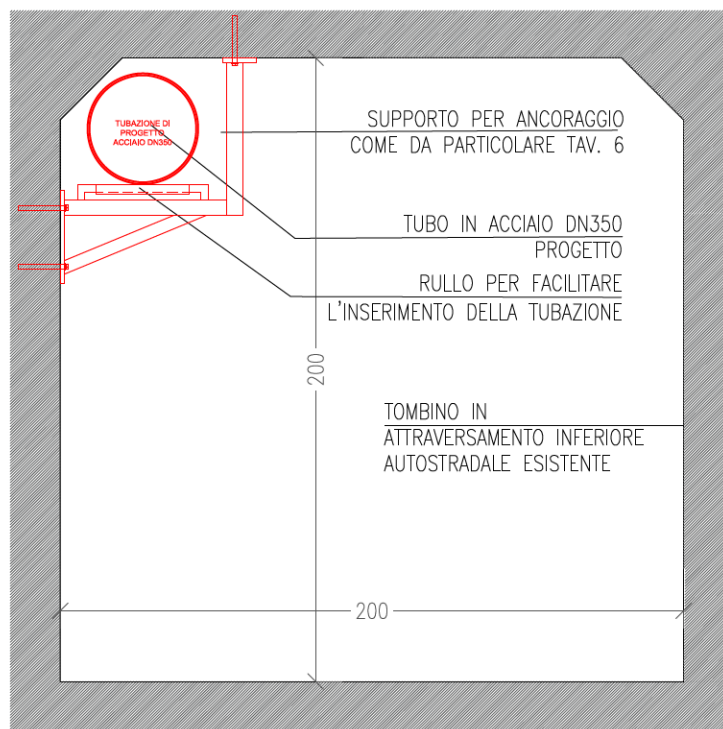
Particolare sezione di posa TIPO 6



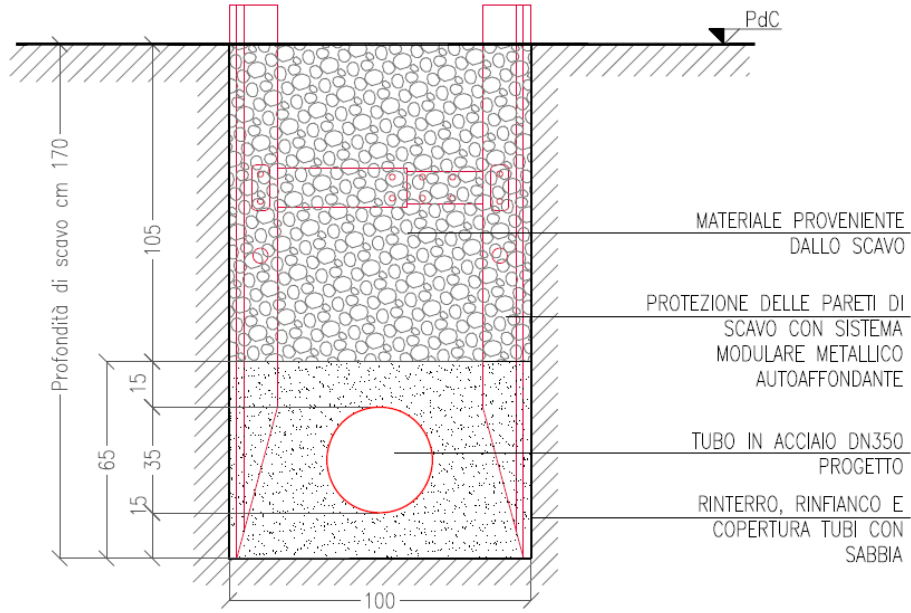
*Particolare sezione di posa TIPO 7*



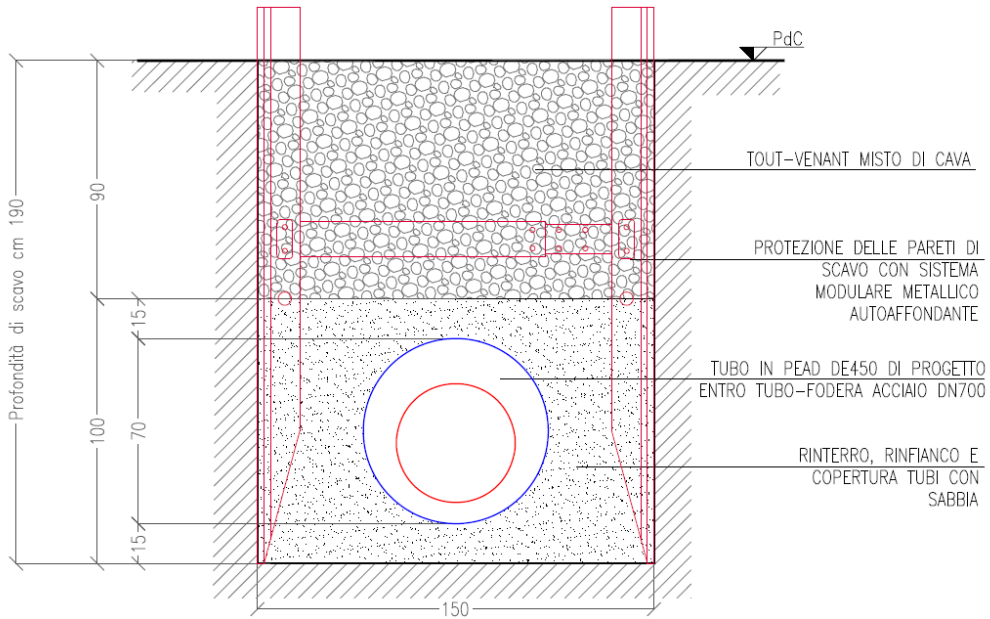
*Particolare sezione di posa TIPO 8*



*Particolare sezione di posa TIPO 9*



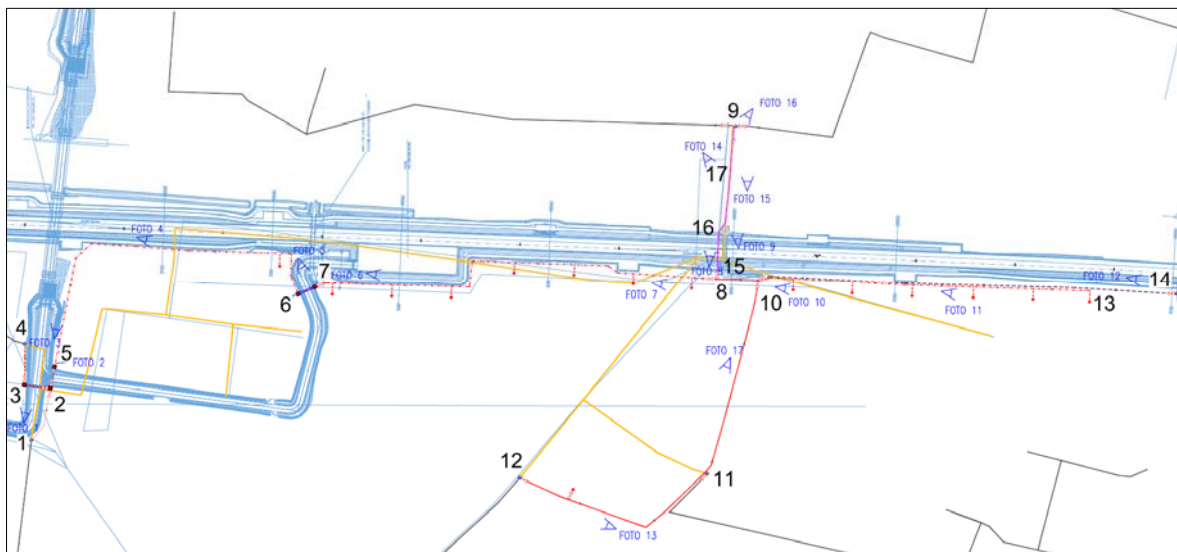
*Particolare sezione di posa TIPO 10*



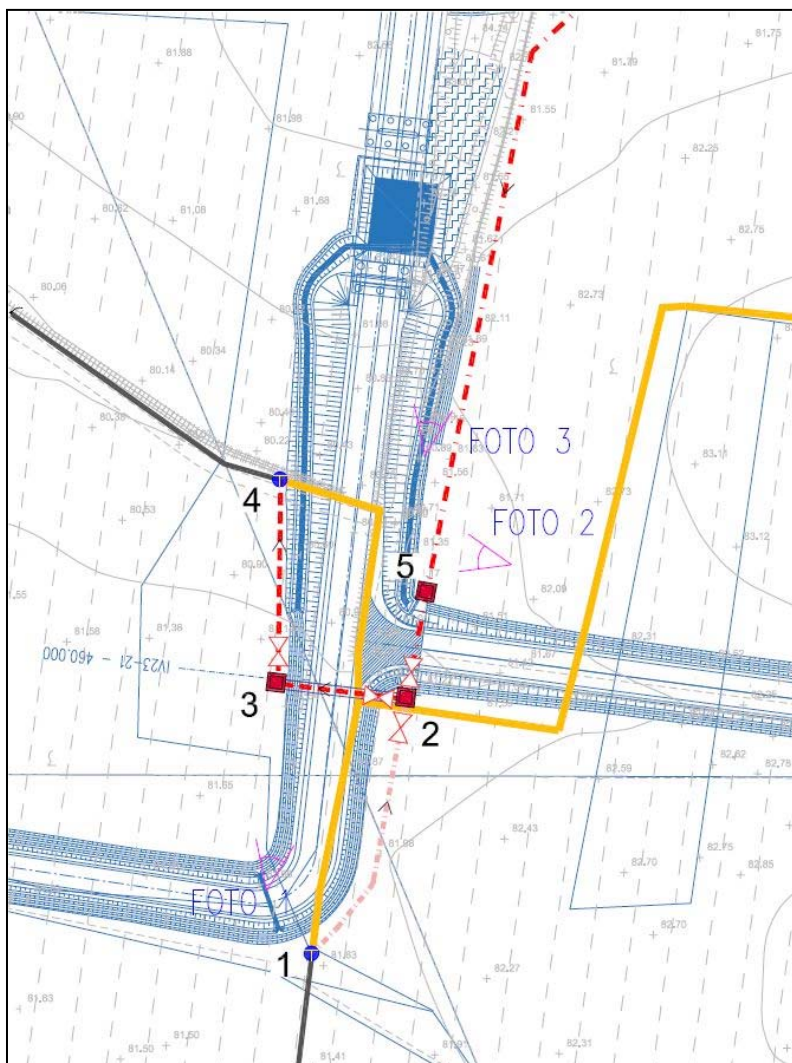


## DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

### Planimetria generale con punti di ripresa fotografica



### Tratti 1-2, 2-3,3-4 e 2-5



✓ Tratto 1-2

- a) scavo in sezione ristretta sotto terreno coltivo;
- b) posa nuova tubazione in PVC DE125 PN10 per 60 m;
- c) taglio e collegamento, nel nodo 1, della tubazione esistente con la tubazione di progetto in PVC DE125;
- d) posa, nel nodo 2, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 150x150 con soletta dim. est. cm 200x200, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- e) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN150, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 2;
- f) posa di blocco in calcestruzzo cm 70x70 H=50 cm, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 2,
- g) Sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;

✓ Tratto 2-3

- a) scavo in sezione ristretta sotto strada di progetto;
- b) posa nuova tubazione in PVC DE90 PN10 entro tubo-fodera in acciaio DN250 per 25 m;
- c) posa, nel nodo 3, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 120x140 con soletta dim. est. cm 140x160, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- d) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN100 all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 2;
- e) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN100 all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 3;
- f) posa di blocco in calcestruzzo cm 70x70 H=50 cm, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 3;
- g) sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
- h) rinterro con tout-venant misto di cava;

✓ Tratto 3-4

- a) scavo in sezione ristretta sotto terreno coltivo;
- b) posa nuova tubazione in PVC DE90 PN10 per 50 m;

- c) taglio e collegamento, nel nodo 4, della tubazione esistente con la tubazione di progetto in PVC DE90;
  - d) posa di blocco in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, al nodo 4;
  - e) sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
  - f) rinterro con materiale proveniente dallo scavo se ritenuto idoneo dalla DL e ripristino terreno vegetale.
- ✓ Tratto 2-5
- a) scavo in sezione ristretta sotto strada di progetto;
  - b) posa nuova tubazione in PVC DE140 PN16 entro tubo-fodera in acciaio DN250 per 20 m;
  - c) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN150, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 2;
  - d) posa, nel nodo 5, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 100x120 con soletta dim. est. cm 140x160, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
  - e) sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
  - f) rinterro con tout-venant misto di cava;

Foto 1

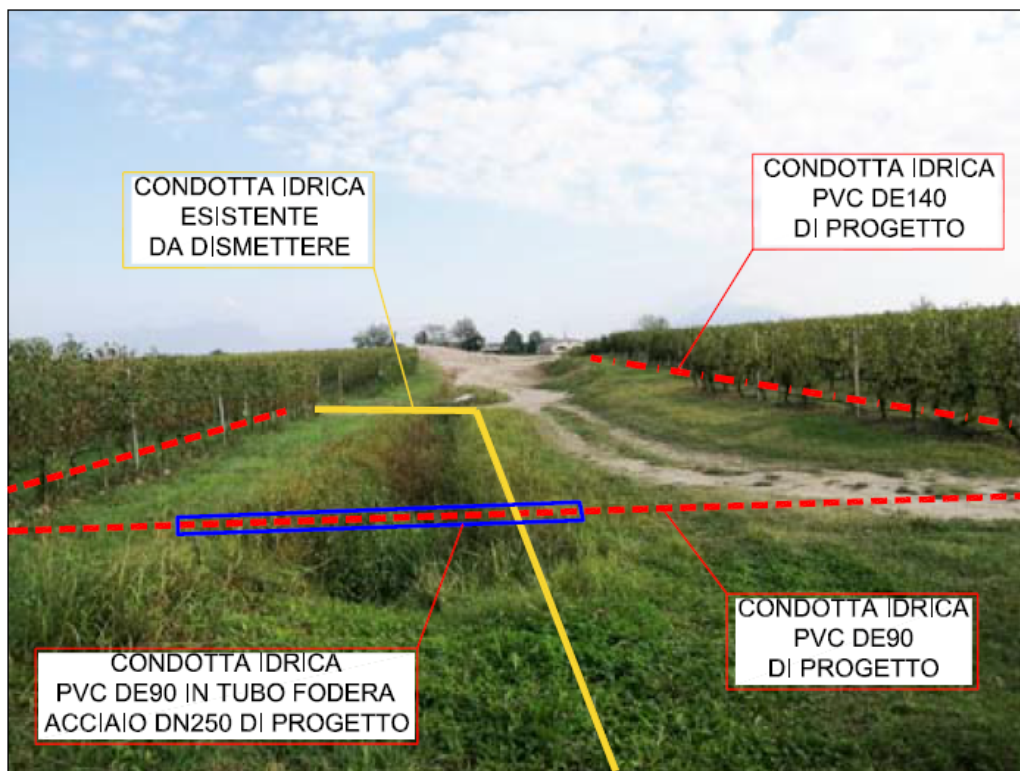
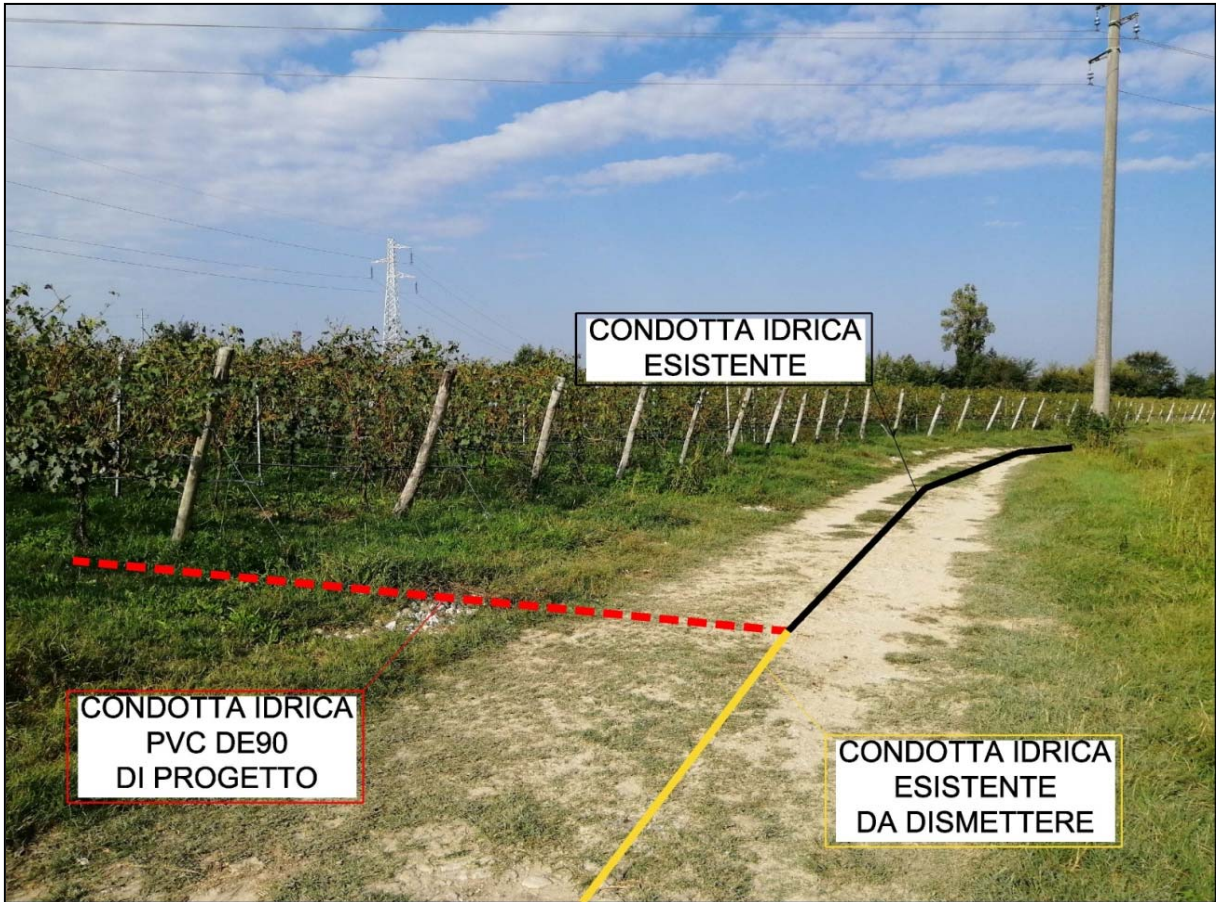
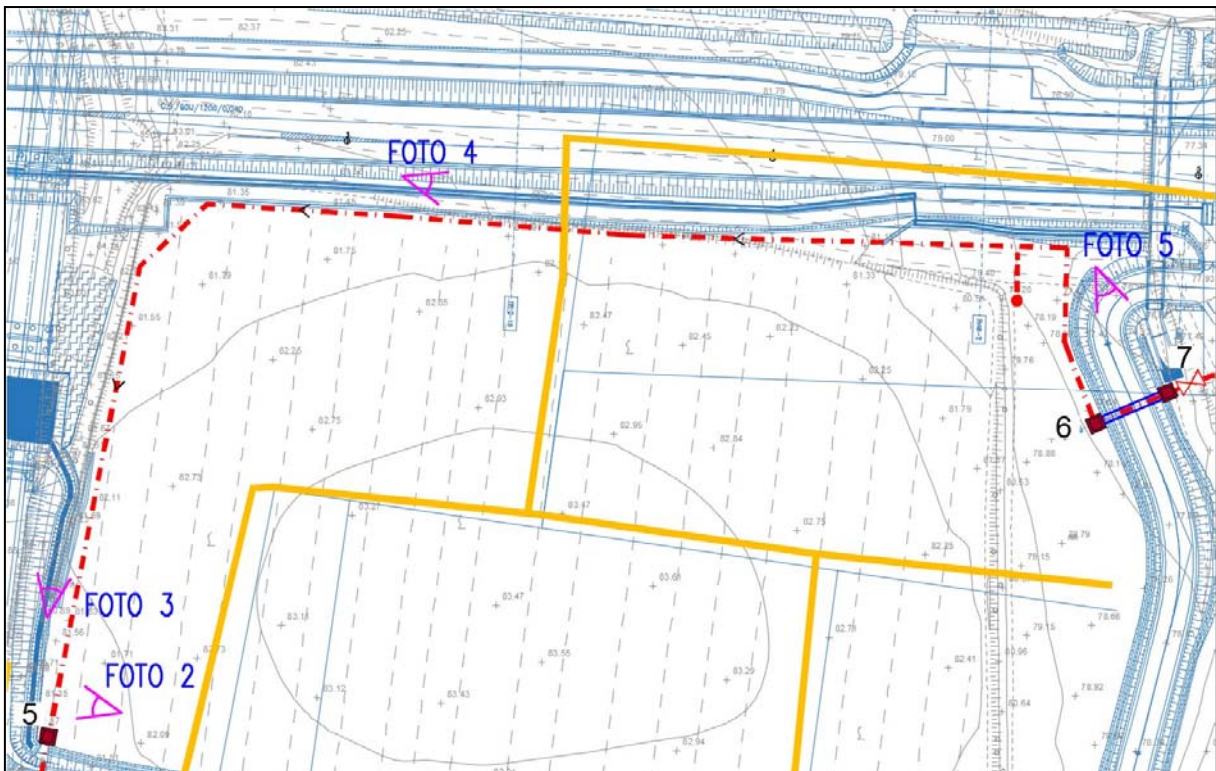


Foto 2



Tratto 5-6 e 6-7



✓ Tratto 5-6

- h) scavo in sezione ristretta sotto terreno coltivo;
- i) posa nuova tubazione in PVC DE140 PN16 per 380 m;
- j) posa nuova tubazione in PVC DE90 PN10 per 12 m;
- k) posa, nel nodo 6, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 100x120 con soletta dim. est. cm 140x160, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- l) posa di 1 idrante a baionetta 80x3"
- m) posa di blocco in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, sullo stacco in PVC DE90 per la posa dell'idrante;
- n) Sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
- o) rinterro con materiale proveniente dallo scavo se ritenuto idoneo dalla DL e ripristino terreno vegetale.

✓ Tratto 6-7

- a) scavo in sezione ristretta sotto strada di progetto;
- b) posa nuova tubazione in PVC DE140 PN16 entro tubo-fodera in acciaio DN250 per 25 m;
- c) posa, nel nodo 7, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 100x120 con soletta dim. est. cm 140x160, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- d) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN150 all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 7;
- e) sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
- f) rinterro con tout-venant misto di cava;

Foto 3



Foto 4

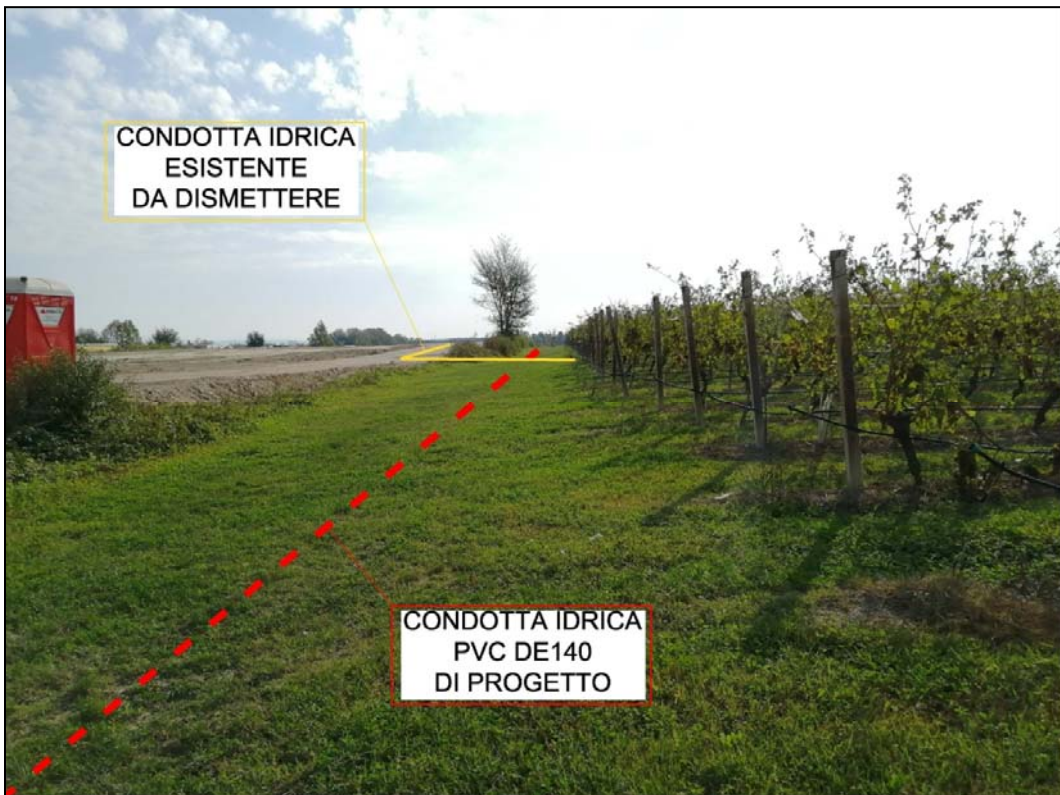
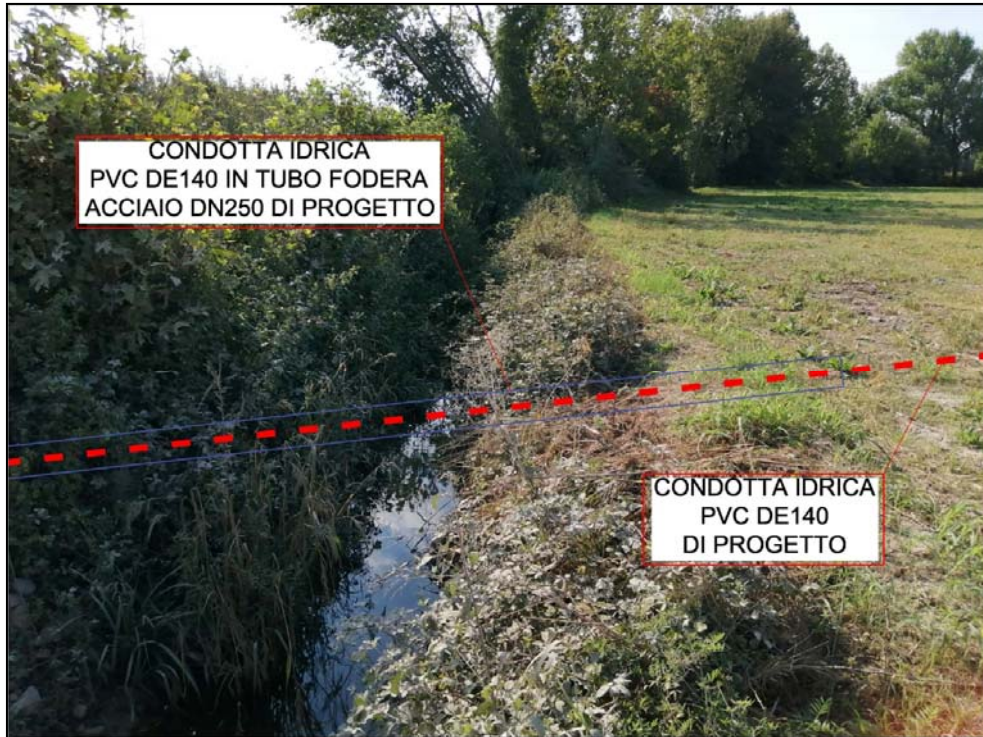
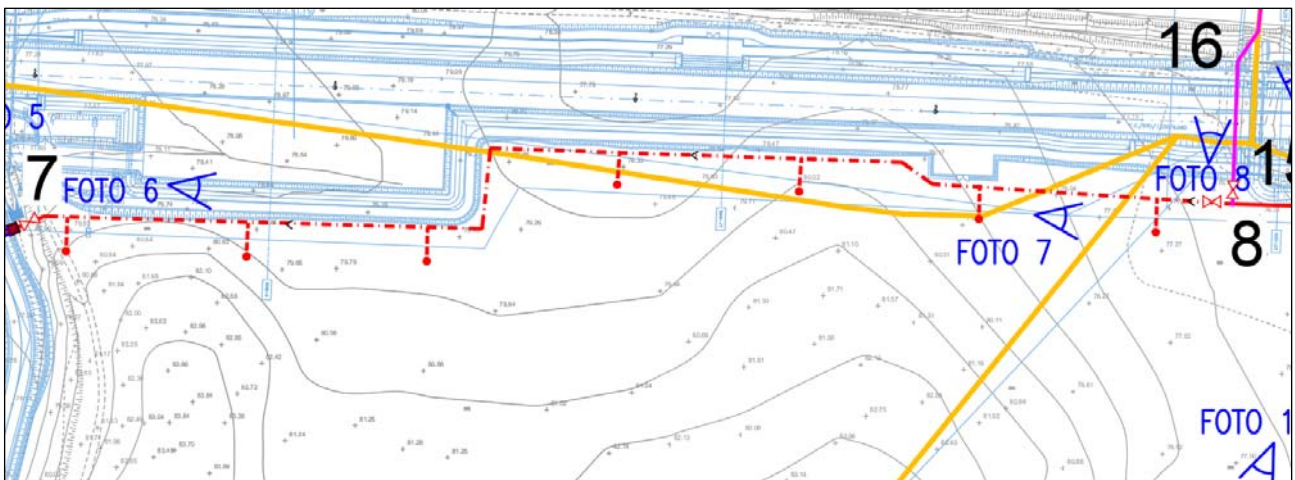


Foto 5



Tratto 7-8



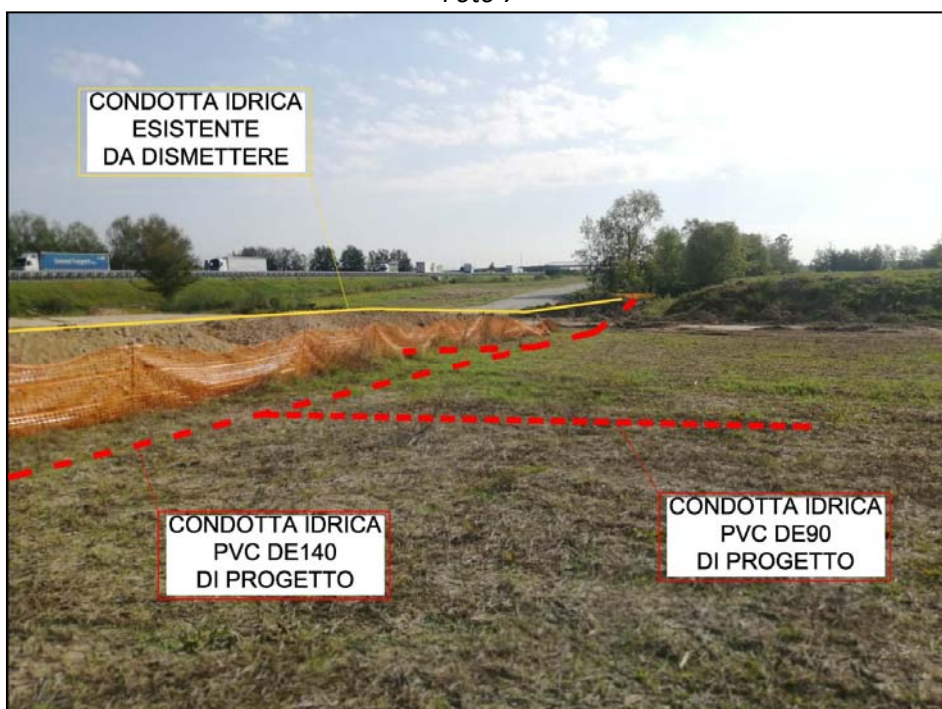
- a) scavo in sezione ristretta sotto terreno coltivato;
- b) posa nuova tubazione in PVC DE140 PN16 per 440 m;
- c) posa nuova tubazione in PVC DE90 PN10 per 84 m (12m x n.7);
- d) posa, nel nodo 8, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 100x120 con soletta dim. est. cm 140x160, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- e) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN150, all'interno della cameretta d'ispezione cm 100x120, nel nodo 8;

- f) posa di 7 idranti a baionetta 80x3"
- g) posa di 7 blocchi in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, sullo stacco in PVC DE90 per la posa dell'idrante;
- h) Sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
- i) rinterro con materiale proveniente dallo scavo se ritenuto idoneo dalla DL e ripristino terreno vegetale.

Foto 6

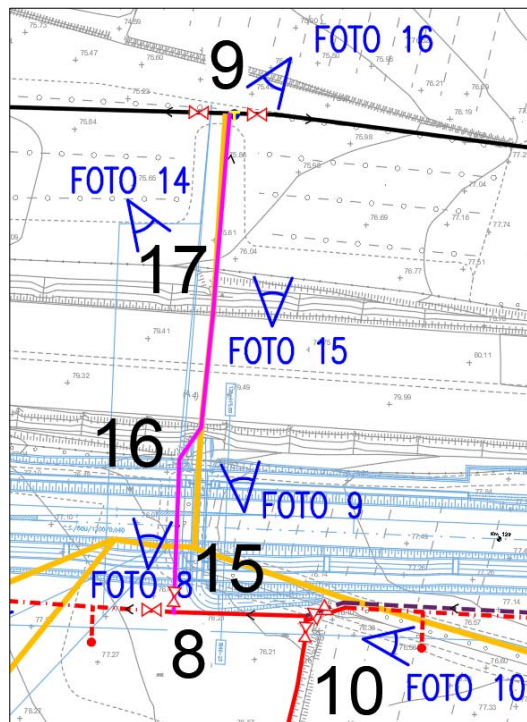


Foto 7





Tratto 8-9



- a) scavo in sezione ristretta sotto terreno coltivato;
- b) Tratto 8-16 posa di 50 m nuova tubazione in PEAD DE450 di cui 40 m in tubo-fodera DN700 in attraversamento inferiore alla linea alta velocità;
- c) Tratto 17-9 e da 16 al punto di inserimento nel tombino esistente, posa nuova tubazione in ACCIAIO DE350 per 65 m, sotto terreno vegetale;
- d) Posa nei punti 15 e 16 di camerette di ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. Int. cm 150x150 con soletta dim. Est. Cm 200x200, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- e) Tratto 16-17 posa nuova tubazione in ACCIAIO DE350 per 45 m, ancorato a tombino esistente;
- f) posa, nel nodo 8, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 120x140 con soletta dim. est. cm 160x180, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- g) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN300, all'interno della cameretta d'ispezione cm 120x140, nel nodo 8;
- h) posa di blocco in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, al nodo 8;

- i) taglio e collegamento, nel nodo 9, della tubazione esistente con la tubazione di progetto in ACCIAIO DE350;
- j) posa, nel nodo 9, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 120x140 con soletta dim. est. cm 160x180, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- k) posa di 2 valvole saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN150, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 9;
- l) posa di blocco in calcestruzzo cm 70x70 H=50 cm, al nodo 9;
- m) sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
- n) rinterro con materiale proveniente dallo scavo se ritenuto idoneo dalla DL e ripristino terreno vegetale.

Foto 8

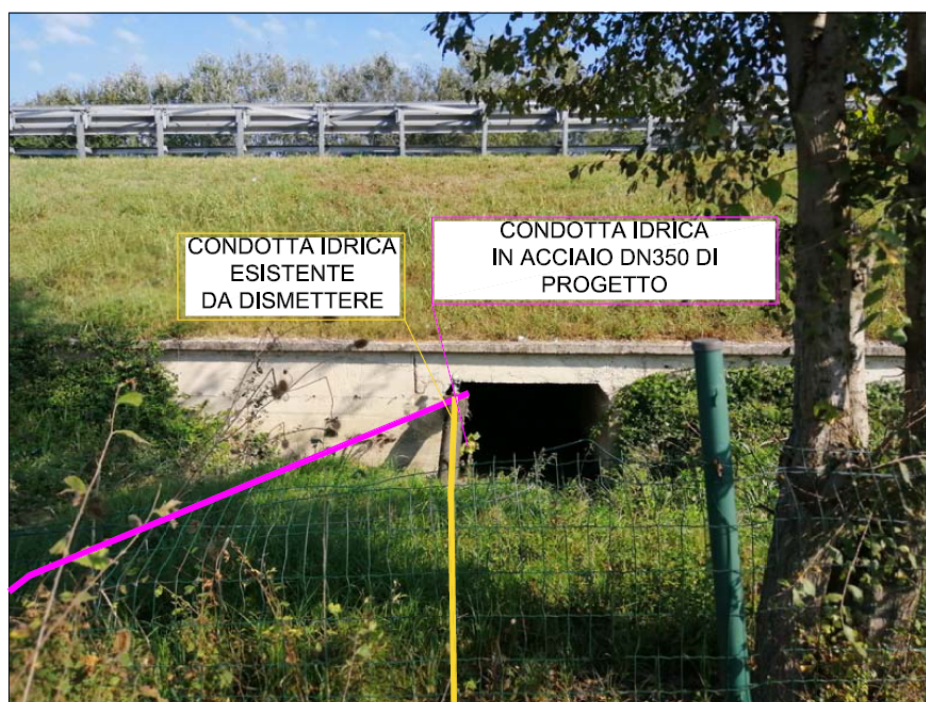


Foto 9

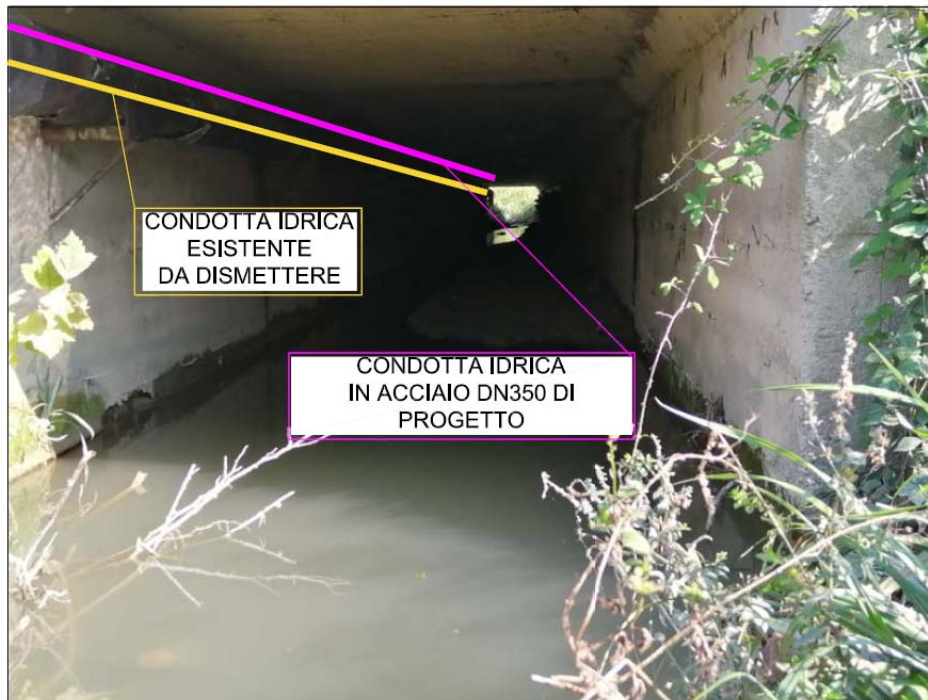


Foto 14



Foto 15

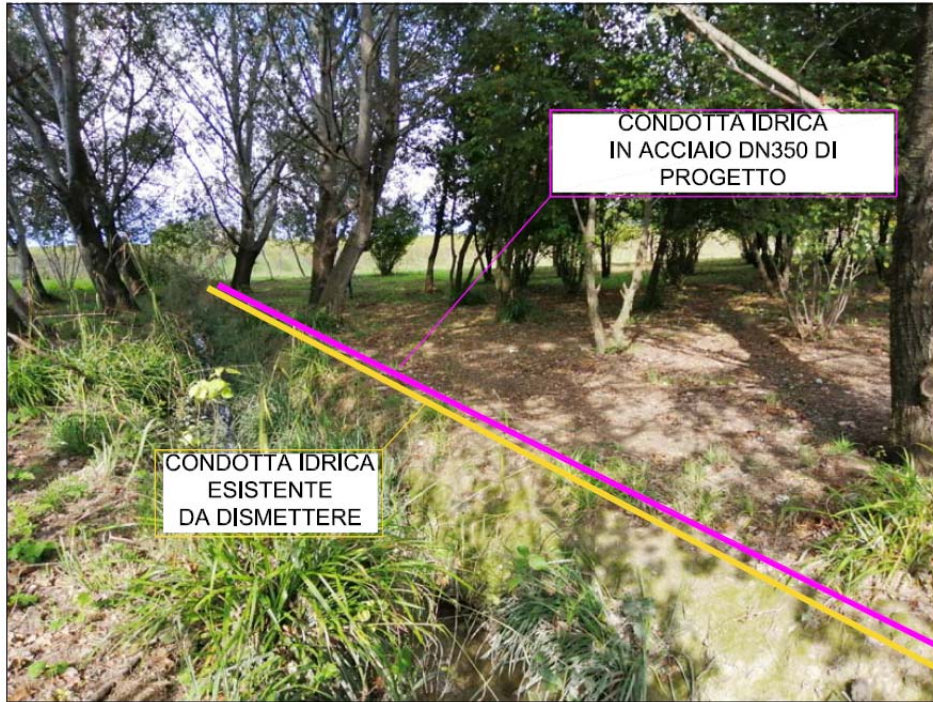
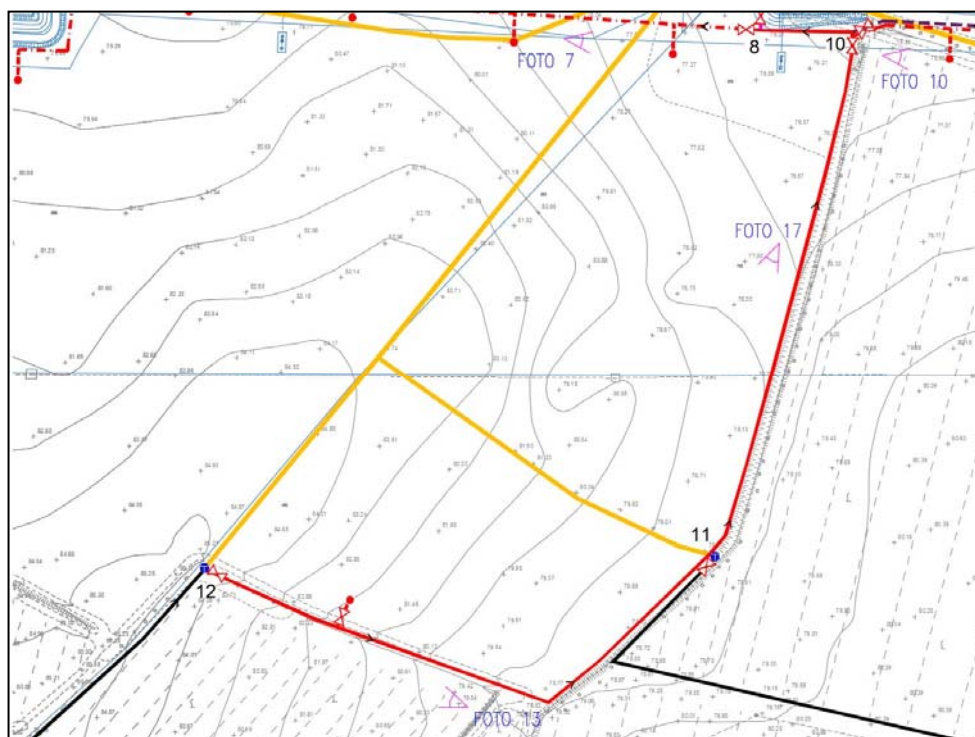


Foto 16



### Tratto 8-10-11-12



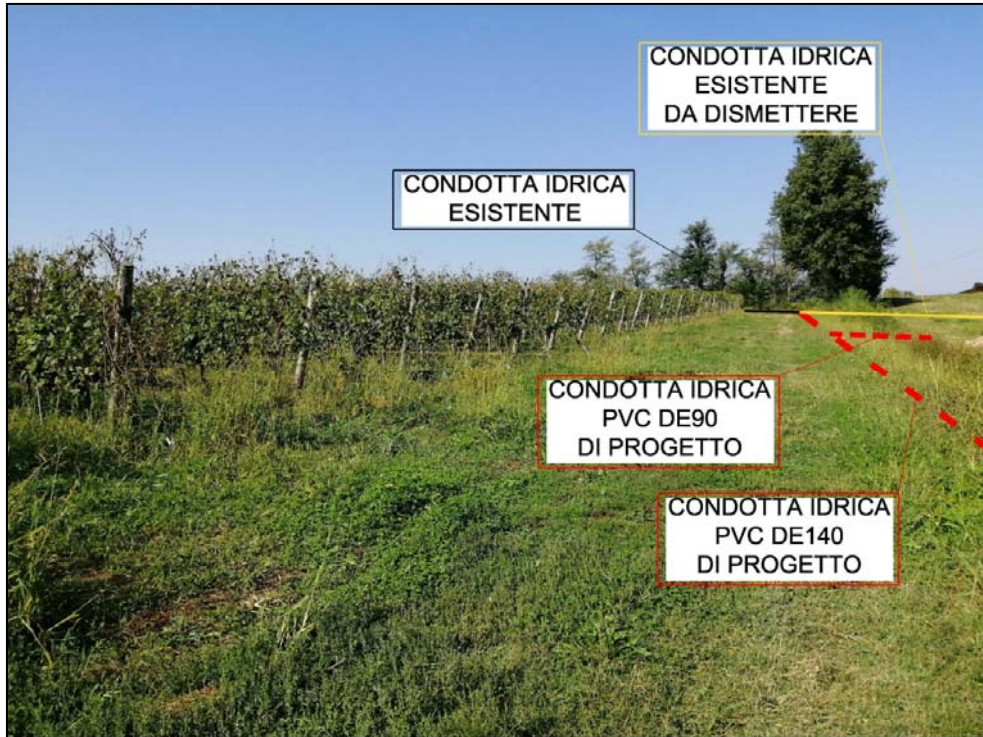
- a) scavo in sezione ristretta sotto terreno coltivivo;
- b) posa nuova tubazione in PVC DE315 PN16 per 455 m;
- c) posa nuova tubazione in PVC DE90 PN10 per 12 m;
- d) posa, nel nodo 10, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 120x140 con soletta dim. est. cm 160x180, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- e) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN300, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 10;
- f) taglio e collegamento, nel nodo 11, della tubazione esistente con la tubazione di progetto;
- g) posa di 2 blocchi in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, al nodo 11;
- h) posa, nel nodo 11, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 100x120 con soletta dim. est. cm 140x160, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- i) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN150, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 11;
- j) posa di 1 idrante a baionetta 80x3";

- k) posa di blocco in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, sullo stacco in PVC DE90 per la posa dell'idrante;
- l) taglio e collegamento, nel nodo 12, della tubazione esistente con la tubazione di progetto PVC DE315;
- m) posa, nel nodo 12, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 120x140 con soletta dim. est. cm 160x180, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.
- n) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN300, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 12;
- o) posa di blocco in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, al nodo 12;
- p) Sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
- q) rinterro con materiale proveniente dallo scavo se ritenuto idoneo dalla DL e ripristino terreno vegetale.

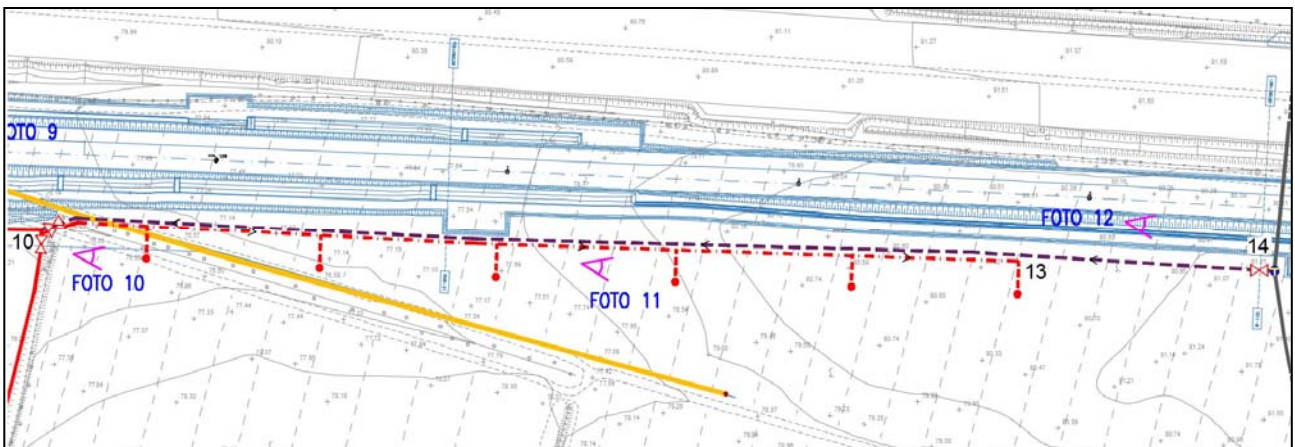
Foto 17



Foto 13



Tratto 10-13 e 10-14



✓ Tratto 10-13

- a) scavo in sezione ristretta sotto terreno coltivato;
- b) posa nuova tubazione in PVC DE140 PN16 per 340 m;
- c) posa nuova tubazione in PVC DE90 PN10 per 72 m (12m x n.6);
- d) posa, nel nodo 10, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 100x120 con soletta dim. est. cm 140x160, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400.

- e) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN150, all'interno della cameretta d'ispezione cm 100x120, nel nodo 10;
- f) posa di 6 idranti a baionetta 80x3"
- g) posa di 6 blocchi in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, sullo stacco in PVC DE90 per la posa dell'idrante;
- h) Sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
- i) rinterro con materiale proveniente dallo scavo se ritenuto idoneo dalla DL e ripristino terreno vegetale.

✓ Tratto 10-14

- a) scavo in sezione ristretta sotto terreno coltivo;
- b) posa nuova tubazione in GHISA SFEROIDALE DN250 per 425 m;
- c) posa, nel nodo 10, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 120x140 con soletta dim. est. cm 160x180, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400;
- d) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN250, all'interno della cameretta d'ispezione cm 120x140, nel nodo 10;
- e) posa di blocco in calcestruzzo cm 100x100 H=50 cm, al nodo 10;
- f) posa, nel nodo 14, di cameretta d'ispezione in c.a. prefabbricate tipo Franzoni prefabbricati, rettangolari dim. int. cm 120x140 con soletta dim. est. cm 160x180, da fornire complete di calcoli per il dimensionamento per carichi stradali per la prima categoria secondo il punto 5.1.3.3.4 DM 17/1/2018, con chiusino in acciaio carrabile di luce netta 600x600 mm D400;
- g) posa di valvola saracinesca corpo piatto cuneo gommato in ghisa sferoidale DN250, all'interno della cameretta d'ispezione nel nodo 14;
- h) Sottofondo, rinfiacco e copertura con sabbia;
- i) rinterro con materiale proveniente dallo scavo se ritenuto idoneo dalla DL e ripristino terreno vegetale.



Foto 10

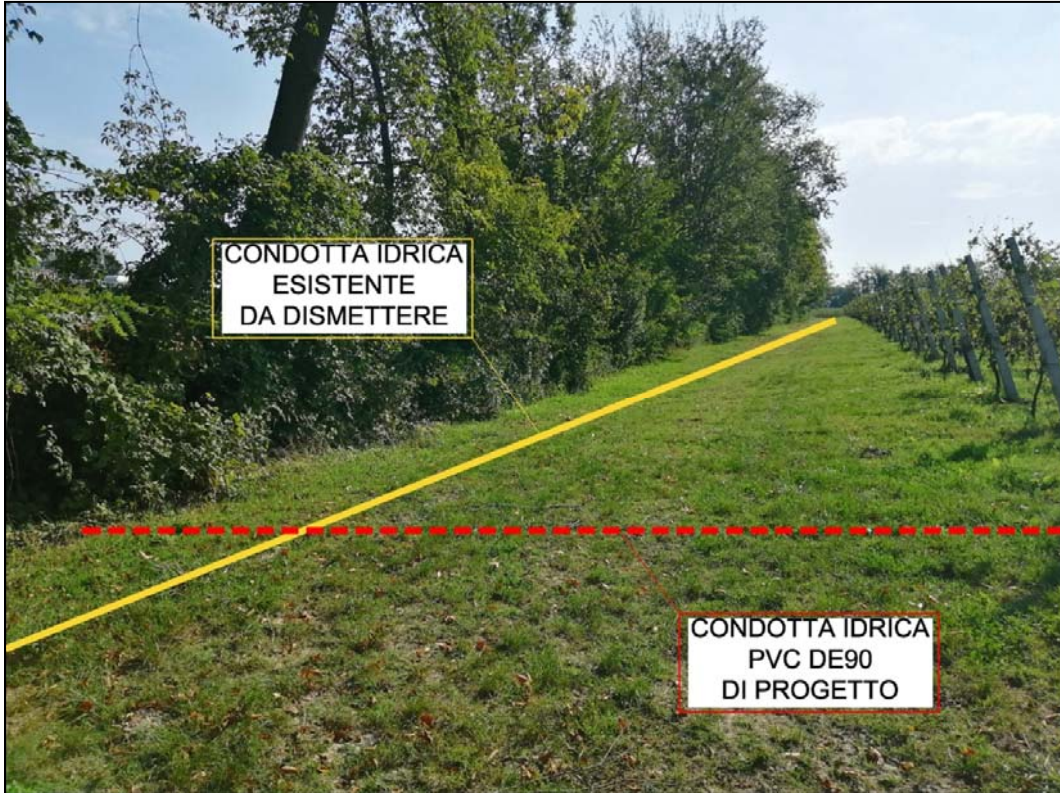


Foto 11

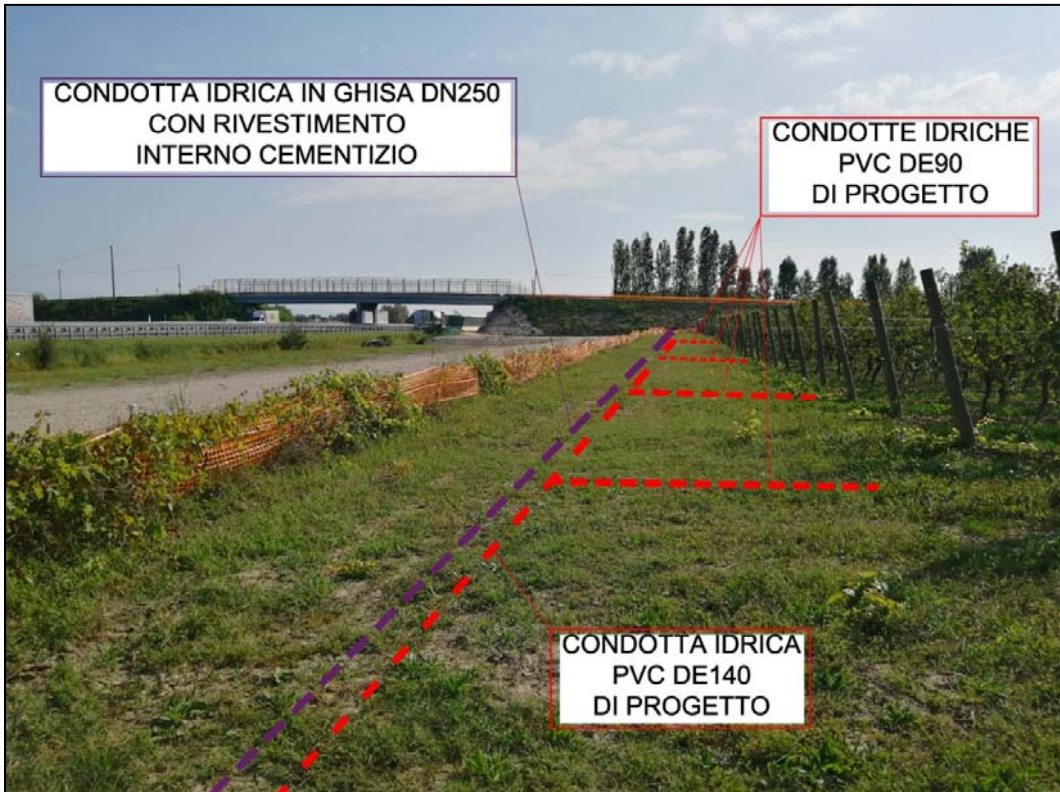


Foto 12



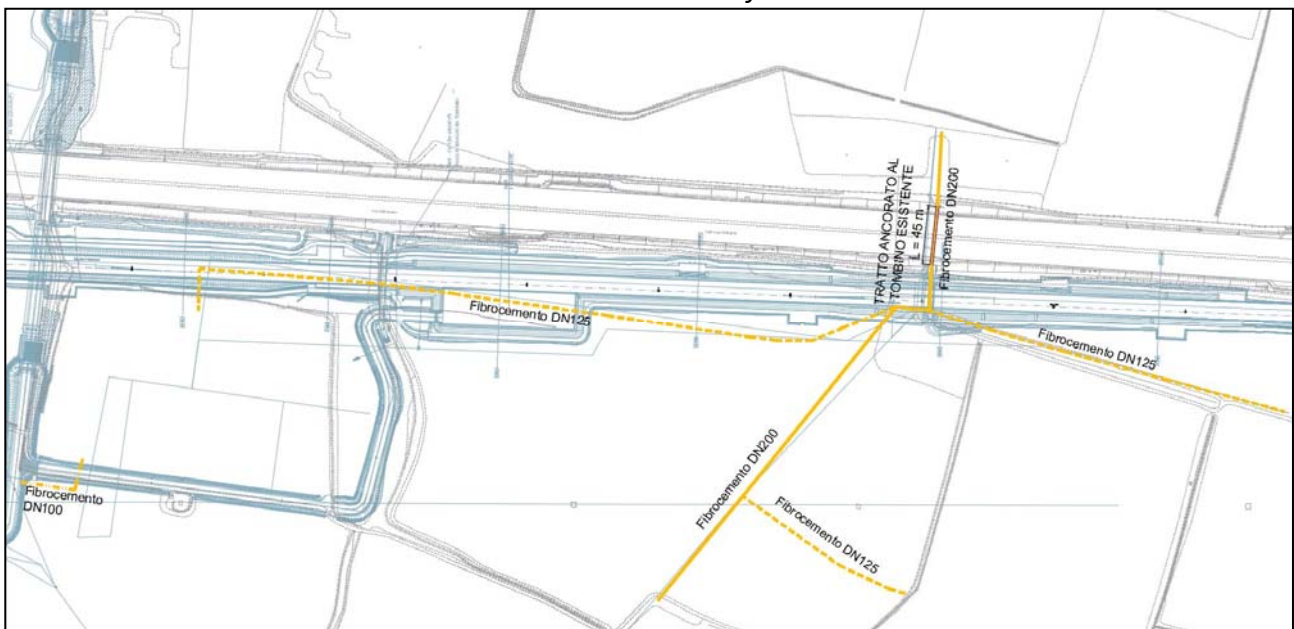
## RIMOZIONE DELLE CONDOTTE IN FIBROCEMENTO CONTENENTE AMIANTO

Si dovrà procedere con particolare attenzione alla rimozione dei tratti di condotte in fibrocemento contenete amianto.

Le tubazioni contenenti amianto, come indicato nella planimetria sottostante, sono suddivise in base ai vari diametri nominali:

- condotta DN100, per una lunghezza di 65 ml;
- condotta DN125, per una lunghezza di 995 ml;
- condotta DN200, per una lunghezza di 405 ml;
- condotta DN200, per una lunghezza di 45 ml (tratto ancorato al tombino esistente);

*Planimetria delle condotte in fibrocemento*



	CONDOTTA ESISTENTE DA RIMUOVERE IN FIBROCEMENTO DN200 INTERRATA		CONDOTTA ESISTENTE DA RIMUOVERE IN FIBROCEMENTO DN125 INTERRATA
	CONDOTTA ESISTENTE DA RIMUOVERE IN FIBROCEMENTO DN200 ANCORATA AL TOMBINO ESISTENTE IN ATTRAVERSAMENTO INFERIORE ALL'AUTOSTRADA		CONDOTTA ESISTENTE DA RIMUOVERE IN FIBROCEMENTO DN100 INTERRATA

L'impresa eseguirà la rimozione delle condotte contenenti amianto, nel rispetto del piano di lavoro e delle seguenti disposizioni normative:

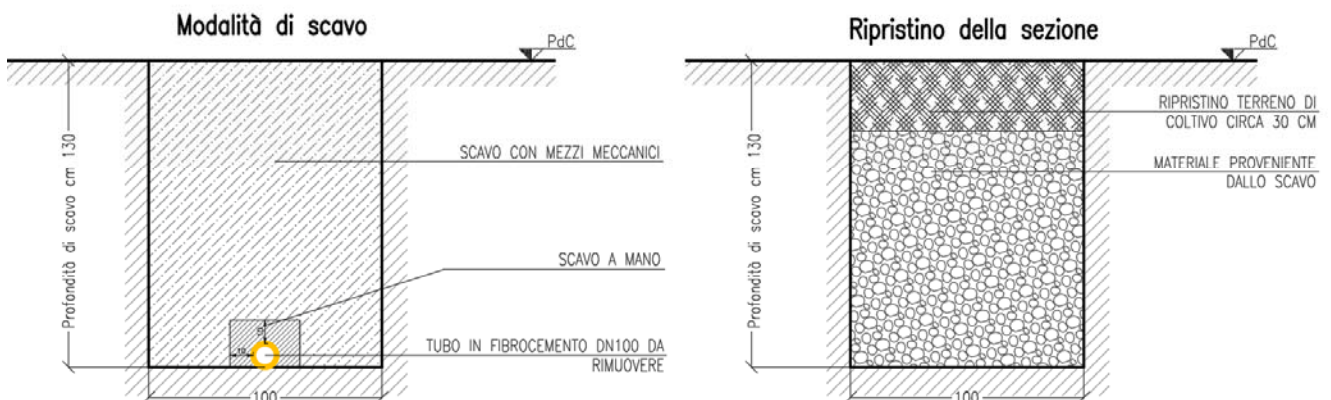
- D.Lgs. 81/2008;
- legge 257 del 27/3/92;
- DM 6/9/94.

L'impresa dovrà attenersi alle seguenti fasi per la rimozione delle tubazioni contenenti amianto:

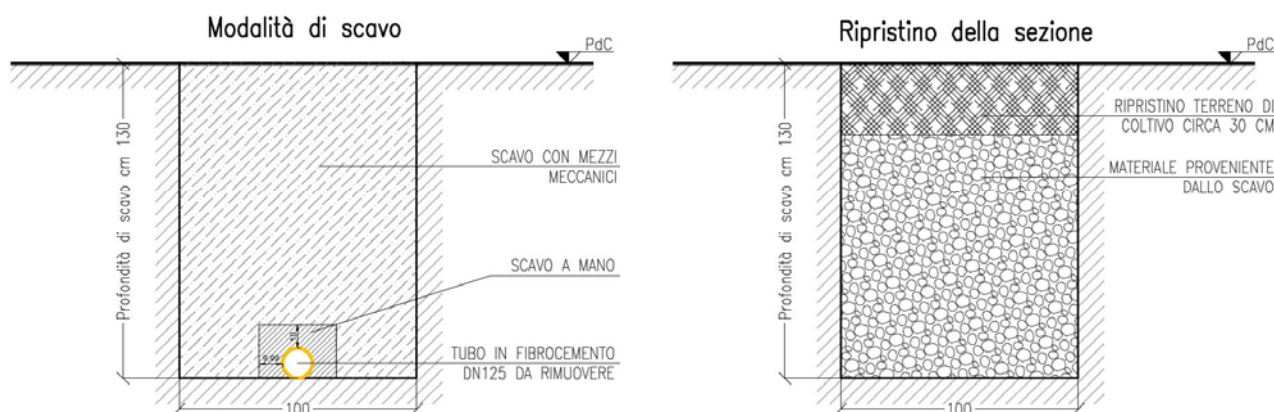
- 1) redazione del piano di lavoro da trasmettere all'ATS per approvazione, ai sensi dell'art. 256 del DECRETO 81;
- 2) allestimento del cantiere secondo il piano di sicurezza e coordinamento;
- 3) bonifica e smaltimento delle tubazioni con le seguenti procedure:
  - Installazione dell'unità di decontaminazione;
  - Scavo eseguito con mezzi meccanici, fino a 10 cm dalla tubazione;
  - Scavo a mano del terreno, per liberare completamente la tubazione;
  - Incapsulamento delle condotte mediante applicazione a spruzzo di idoneo prodotto fissativo in dispersione acquosa ad elevata penetrazione e potere legante in due mani di diverso colore;
  - Taglio delle tubazioni in prossimità di giunti di collegamento delle barre da 3 m;
  - Imballaggio con teli di polietilene big-bag per la movimentazione e lo stoccaggio provvisorio delle tubazioni in apposita area del cantiere;
  - Conferimento presso impianto di smaltimento autorizzato per rifiuti pericolosi;
  - Rinterro degli scavi.

Di seguito sono riportate le sezioni di scavo e di ripristino, per le sezioni interessate alla bonifica.

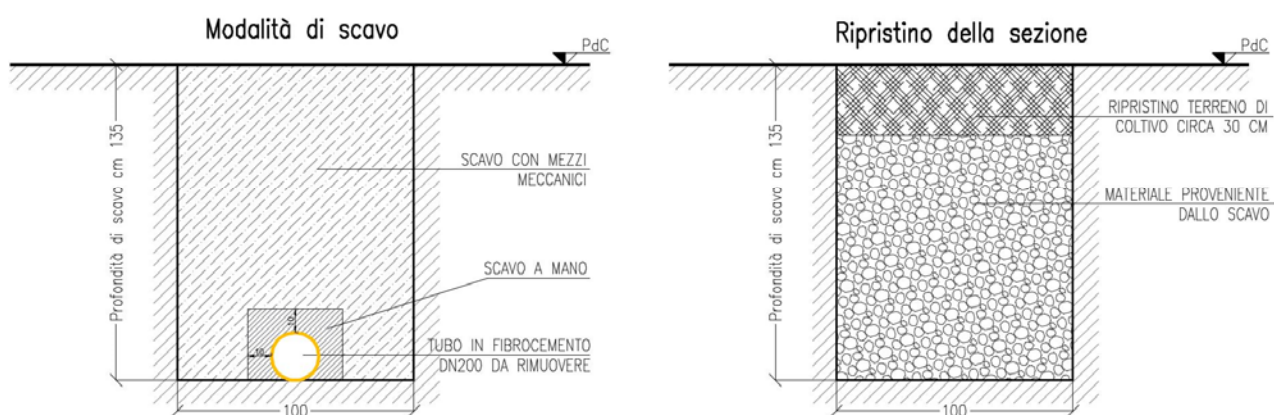
#### RIMOZIONE CONDOTTE IN FIBROCEMENTO DN100



## RIMOZIONE CONDOTTE IN FIBROCEMENTO DN125



## RIMOZIONE CONDOTTE IN FIBROCEMENTO DN200



## DISTANZE E FRANCHI DELL'ATTRAVERSAMENTO INFERIORE FERROVIARIO

In corrispondenza dell'attraversamento ferroviario, nel tratto 15-16 per una lunghezza di 40 ml, il tubo di progetto in PEAD DE450 viene posato in tubo-fodera in ACCIAIO DN700. La condotta, come indicato nella tavola 6, rispetta i seguenti franchi e distanze:

	Descrizione	Riferimento normativo	Distanza minima	Distanza di progetto	Elaborati progettuali di riferimento
PROFONDITÀ	Piano del ferro	DM 4/4/2014	2,00 m	5,10 m	Tav.6
ESTENDIMENTO TUBO FODERA	Rotaia più esterna	DM 4/4/2014	10,00 m	15,80 m e 18,00 m	Tav.6
POZZETTI DI ISPEZIONE	Rotaia più esterna	DM 4/4/2014	10,00 m	15,80 m e 18,00 m	Tav.6

## COLLAUDO DELLE CONDOTTE

Ultimate le operazioni di giunzione dei tubi, prima della messa in esercizio, le nuove condotte, dovranno essere collaudate con acqua alla pressione di 9 daN/cm<sup>2</sup>, pari alla pressione di esercizio di circa 6 daN/cm<sup>2</sup> moltiplicata per 1,5 daN/cm<sup>2</sup>, come fattore di sicurezza. La prova sarà condotta con un manometro registratore di precisione e avrà una durata di 2 ore. Il collaudo sarà accettato se il manometro non avrà registrato, dopo l'assestamento, cadute di pressione.

## COLPO D'ARIETE

Non è necessario sviluppare la verifica del colpo d'ariete ed installare eventuali ammortizzatori, in quanto le saracinesche poste nei nodi sono del tipo a corpo piatto, cuneo gommato e manovrabili con volantino, precludendo quindi la possibilità di chiusura repentina delle stesse e la generazione conseguente del colpo d'ariete.

## VERIFICA DELLE TUBAZIONI

In questa sezione viene sviluppato il calcolo di verifica della resistenza delle tubazioni in acciaio DN250 e DN700 nei tratti:

- DN250 attraversamento sotto le strade di progetto, con altezza di interramento di m 2,50;
- DN700 attraversamento inferiore alla linea alta velocità di progetto, con altezza di interramento di m 5,10;

Le NCT 2018 definiscono corsie convenzionali di larghezza 3,00 m, come riportato nella seguente figura 5.1.1, e carichi mobili suddivisi in tandem e distribuiti come rappresentato nella figura 5.1.2. Viene verificata la tubazione ipotizzandola passante sotto l'impronta di due pneumatici anteriori del carico tandem di ciascuna corsia, posti ad interasse di m 2,00, ripartito lungo la larghezza della corsia pari a 3 m.

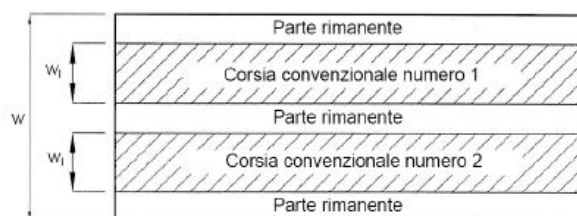
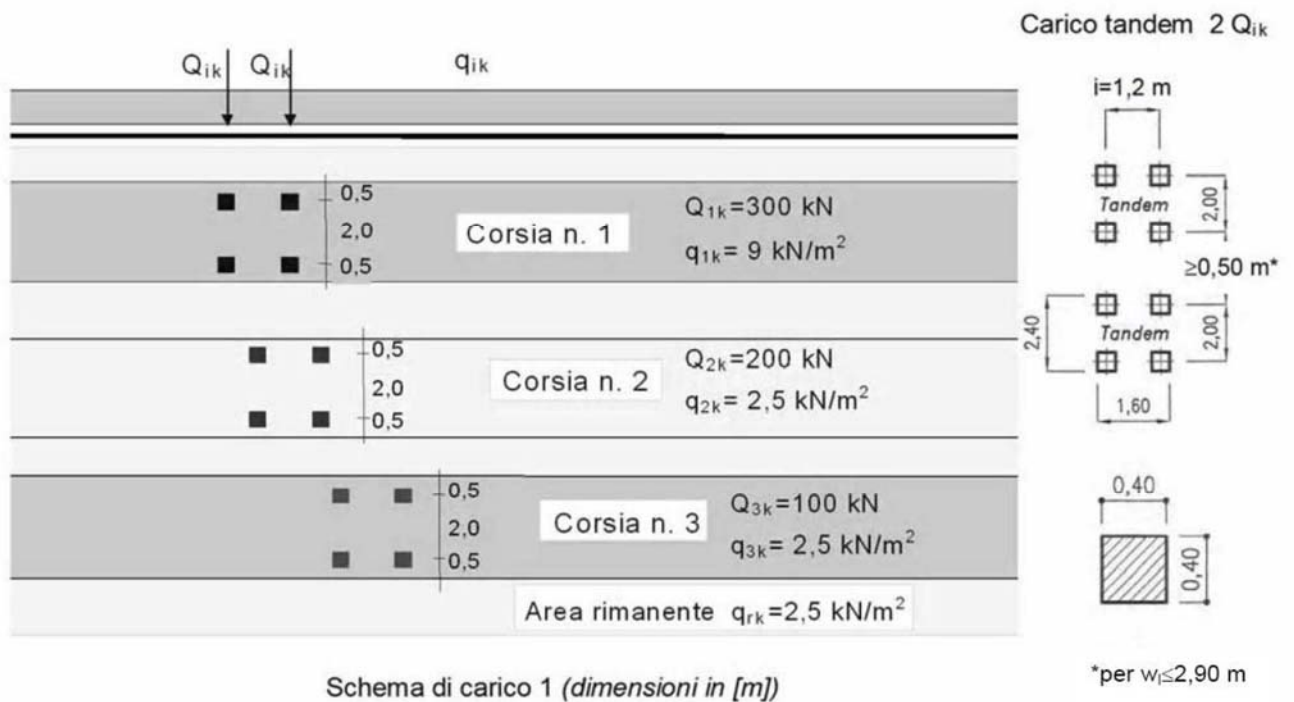


Figura 5.1.1 – Esempio di numerazione delle corsie

Tabella 5.1.I - Numero e Larghezza delle corsie

Larghezza di carreggiata "w"	Numero di corsie convenzionali	Larghezza di una corsia convenzionale [m]	Larghezza della zona rimanente [m]
$w < 5,40$ m	$n_1 = 1$	3,00	$(w-3,00)$
$5,4 \leq w < 6,0$ m	$n_1 = 2$	$w/2$	0
$6,0 \leq w$	$n_1 = \text{Int}(w/3)$	3,00	$w - (3,00 \times n_1)$



Estratto NCT 2018 - Figura 5.1.2 - Schemi di carico

### Norme di riferimento

Per il calcolo si è fatto riferimento alle seguenti normative:

- D.M. 17/1/2018 - "Norme Tecniche per le costruzioni"
- D.M. 4/4/2014 - "Norme Tecniche per gli attraversamenti ed i parallelismi di condotte e canali convoglianti liquidi e gas con ferrovie ed altre linee di trasporto"
- Circolare n.617 del 2/2/2009 - "Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni"
- D.Lgs 30/4/1992 n.285 - "Nuovo codice della strada"
- Legge del 1/8/2003 n.214 - "Conversione in legge, con modificazioni, del decreto-legge 27/6/2003 n.151, recante modifiche ed integrazioni al codice della strada"
- Legge del 29/7/2010 n.120 - "Disposizioni in materia di sicurezza stradale"
- Norma UNI EN 10224 - Tubi per condotte acqua

## Specifiche dei materiali

I tubi fodera sono in acciaio L235GA avente le seguenti caratteristiche:

Tensione caratteristica di snervamento $f_{yk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	235
Tensione caratteristica di rottura $f_{tk}$ (N/mm <sup>2</sup> )	370
Peso specifico dell'acciaio $\gamma_a$ (N/mm <sup>3</sup> )	78500

Le verifiche vengono svolte considerando due diversi spessori:

- Spessore nominale  $s_{nom}$
- Spessore minimo ammesso  $s_{min} = s_{nom} - \text{tolleranza negativa sullo spessore}$

dove la tolleranza negativa secondo la norma UNI EN 10224 è pari al 12,5 % per il DN150 e per il DN250 dello spessore nominale e pari al 10% dello spessore nominale per il DN700, per cui risulta:

- DN250  $s_{nom} = 5,6 \text{ mm}$        $s_{min} = 5,6 - 0,7 = 4,9 \text{ mm}$
- DN700  $s_{nom} = 12,50 \text{ mm}$        $s_{min} = 12,50 - 1,25 = 11,25 \text{ mm}$

## Metodo di calcolo

Nel calcolo si determinano le sollecitazioni nelle sezioni significative della tubazione, a 0° - 90° - 180°, relativamente ad un tratto unitario di tubazione sfruttando il principio della sovrapposizione degli effetti e considerando i seguenti schemi di carico della tubazione:

- A. peso proprio della tubazione
- B. carico ripartito superiore
- C. carico ripartito laterale
- D. carico triangolare laterale
- E. reazione radiale costante – settore  $2\varphi = 60^\circ$

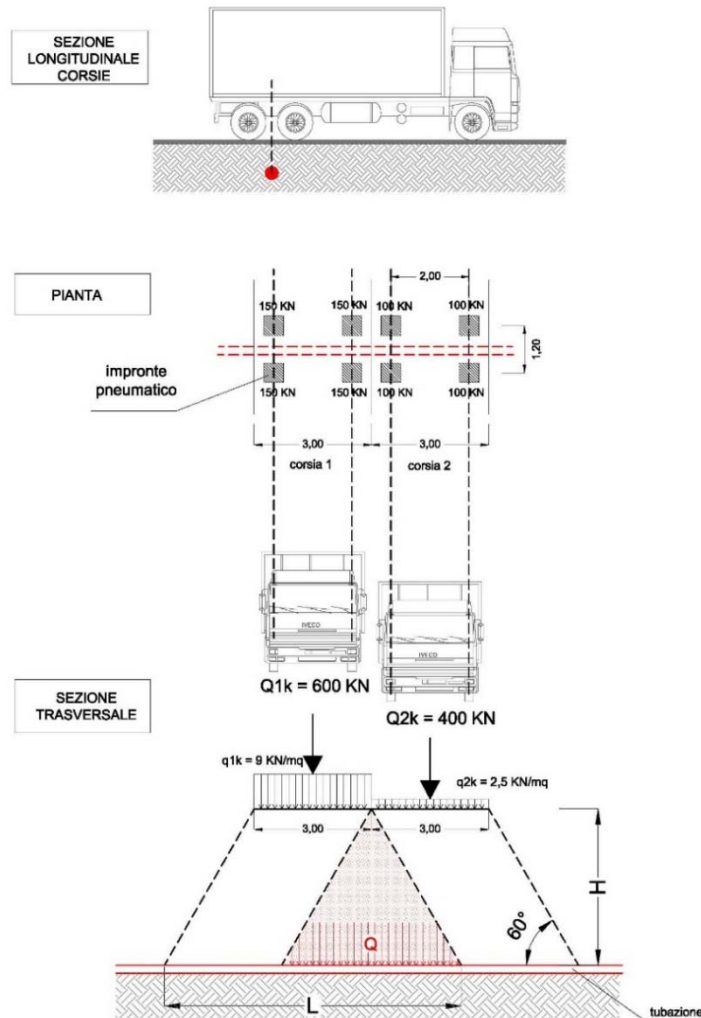
Le verifiche vengono eseguite allo stato limite ultimo considerando opportuni coefficienti parziali di sicurezza, evidenziate nella tabella 5.1.V delle NCT 2018.



Tabella 5.1.V – Coefficienti parziali di sicurezza per le combinazioni di carico agli SLU

		Coefficiente	EQU <sup>(1)</sup>	A1 STR	A2 GEO
Carichi permanenti	favorevoli	$\gamma_{G1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,10	1,35	1,00
Carichi permanenti non strutturali <sup>(2)</sup>	favorevoli	$\gamma_{G2}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Carichi variabili da traffico	favorevoli	$\gamma_Q$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,35	1,35	1,15
Carichi variabili	favorevoli	$\gamma_{Qi}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,50	1,50	1,30
Distorsioni e presollecitazioni di progetto	favorevoli	$\gamma_{e1}$	0,90	1,00	1,00
	sfavorevoli		1,00 <sup>(3)</sup>	1,00 <sup>(4)</sup>	1,00
Ritiro e viscosità, Variazioni termiche, Cedimenti vincolari	favorevoli	$\gamma_{e2}, \gamma_{e3}, \gamma_{e4}$	0,00	0,00	0,00
	sfavorevoli		1,20	1,20	1,00

SCHEMA DI CARICO TUBAZIONE POSATA  
IN ATTRAVERSAMENTO SOTTO CARREGGIATA A DUE CORSIE



Vengono di seguito riportati i risultati ottenuti, elaborati con un foglio di calcolo Excel.

CALCOLO TUBAZIONE ACC DN 250 POSATA INTERRATA IN ATTRAVERSAMENTO SOTTO CARREGGIATA A 2 CORSIE																
PROFONDITA' DI POSA DI PROGETTO 2,5 m																
<b>CARATTERISTICHE TUBAZIONE PRIMARIA O DI PROTEZIONE</b>					<b>CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RESISTENTE</b>											
Diametro esterno	D <sub>e</sub>	273,0	mm		A=L*s	4900 mm <sup>2</sup>	Area sezione resistente									
Spessore minimo ammesso	S <sub>min</sub>	4,90	mm		W=L*s <sup>2</sup> /6	4002 mm <sup>3</sup>	Modulo di resistenza									
Reinterro	H	2,5	m		f <sub>y</sub>	235 N/mm <sup>2</sup>	Tensione caratteristica di snervamento									
Peso specifico terreno	γ <sub>t</sub>	18,0	KN/m <sup>3</sup>		f <sub>r</sub>	370 N/mm <sup>2</sup>	Tensione caratteristica di rottura									
Angolo di attrito interno terreno	∅	30,0	°		V <sub>acc</sub>	1,05	Coefficiente riduttivo del materiale									
Peso specifico materiale	γ <sub>a</sub>	78,5	KN/m <sup>3</sup>		Mr	895611,111 Nmm	Momento resistente della sezione									
Spessore nominale	S <sub>nom</sub>	5,60	mm		Nr	1096666,67 N	Azione assiale resistente della sezione									
Coeff. Spinta attiva	k <sub>a</sub>	0,333														
Raggio medio	R <sub>m</sub>	0,134	m													
Peso condotta	W <sub>p</sub>	0,324	KN/ml													
Carico stradale (D.M 17/1/2018)	Q	58,58	KN/m <sup>2</sup>													
Coefficienti parziali di sicurezza																
					CALCOLO SOLLECITAZIONI											
					SEZIONE A 0°		SEZIONE A 90°		SEZIONE A 180°							
A	Peso proprio condotta	G1	78,500	KN/m <sup>3</sup>	γ	SLU	M <sub>0</sub> (KNm)	N <sub>0</sub> (KN)	M <sub>90</sub> (KNm)	N <sub>90</sub> (KN)	M <sub>180</sub> (KNm)	N <sub>180</sub> (KN)				
B	Carico ripartito superiore	G2	45,00	KN/m <sup>2</sup>	1,5	g1	105,98	0,00467	-0,03480	-0,00533	0,08099	0,0103679	0,02578117			
		Q1	58,58	KN/m <sup>2</sup>	1,35	g2	67,50	0,36316	-0,96003	-0,37199	9,04838	0,71224737	0,95921823			
C	Carico ripartito laterale	G2	14,99	KN/m <sup>2</sup>	1,5	q1	79,08	0,42546	-1,12472	-0,43581	10,60054	0,83442662	1,12376298			
		Q1	19,51	KN/m <sup>2</sup>	1,35	g2	22,48	-0,10098	3,01311	0,10098	0	-0,10097681	3,01310888			
D	Carico triangolare laterale	G2	1,64	KN/m <sup>2</sup>	1,1	q1	26,33	-0,11830	3,52998	0,11830	0	-0,11829842	3,529979			
E	Reazione radiale su settore 60°	G+Q	103,90	KN/m <sup>2</sup>		g2	1,80	-0,00337	0,07540	0,00404	0	-0,00471686	0,16588671			
							TOTALI									
									0,42671		6,67727		-0,44177	19,72991	-0,86729	26,33618
SCHEMA DI CARICO DELLA TUBAZIONE										VERIFICHE						
					Utilizzazione per sollecitazione semplice μ <sub>s</sub> =				M <sub>0</sub> /M <sub>r</sub>	N <sub>0</sub> /N <sub>r</sub>	M <sub>90</sub> /M <sub>r</sub>	N <sub>90</sub> /N <sub>r</sub>	M <sub>180</sub> /M <sub>r</sub>	N <sub>180</sub> /N <sub>r</sub>		
									0,47644	0,00609	-0,49326	0,0180	-0,96838226	0,02401475		
					Utilizzazione per sollecitazione composta μ <sub>c</sub> =				(M <sub>0</sub> /M <sub>r</sub> ) + (N <sub>0</sub> /N <sub>r</sub> ) < 1		(M <sub>90</sub> /M <sub>r</sub> ) + (N <sub>90</sub> /N <sub>r</sub> ) < 1		(M <sub>180</sub> /M <sub>r</sub> ) + (N <sub>180</sub> /N <sub>r</sub> ) < 1			
									0,48253 < 1		0,51125 < 1		0,99239701 < 1		verifica soddisfatta	

CALCOLO TUBAZIONE DN 700 POSATA INTERRATA IN ATTRAVERSAMENTO SOTTO LINEA FERROVIARIA ALTA VELOCITA'																
PROFONDITA' DI POSA m 5,1																
<b>CARATTERISTICHE TUBAZIONE PRIMARIA O DI PROTEZIONE</b>					<b>CARATTERISTICHE DELLA SEZIONE RESISTENTE</b>											
Diametro esterno	D <sub>e</sub>	711,2	mm		A=L*s	11250 mm <sup>2</sup>	Area sezione resistente									
Spessore minimo ammesso	S <sub>min</sub>	11,25	mm		W=L*s <sup>2</sup> /6	21094 mm <sup>3</sup>	Modulo di resistenza									
Reinterro	H	5,1	m		f <sub>y</sub>	235 N/mm <sup>2</sup>	Tensione caratteristica di snervamento									
Peso specifico terreno	γ <sub>t</sub>	18,0	KN/m <sup>3</sup>		f <sub>r</sub>	370 N/mm <sup>2</sup>	Tensione caratteristica di rottura									
Angolo di attrito interno terreno	∅	30,0	°		V <sub>acc</sub>	1,05	Coefficiente riduttivo del materiale									
Peso specifico materiale	γ <sub>a</sub>	78,5	KN/m <sup>3</sup>		Mr	4720982,14 Nmm	Momento resistente della sezione									
Spessore nominale	S <sub>nom</sub>	12,50	mm		Nr	2517857,14 N	Azione assiale resistente della sezione									
Coeff. Spinta attiva	k <sub>a</sub>	0,333														
Raggio medio	R <sub>m</sub>	0,350	m													
Peso condotta	W <sub>p</sub>	1,941	KN/ml													
Carico mobile ferroviario (D.M 28/4/2014)	Q	20,95	KN/m <sup>2</sup>													
Coefficienti parziali di sicurezza																
					CALCOLO SOLLECITAZIONI											
					SEZIONE A 0°		SEZIONE A 90°		SEZIONE A 180°							
A	Peso proprio condotta	G1	78,500	KN/m <sup>3</sup>	γ	SLU	M <sub>0</sub> (KNm)	N <sub>0</sub> (KN)	M <sub>90</sub> (KNm)	N <sub>90</sub> (KN)	M <sub>180</sub> (KNm)	N <sub>180</sub> (KN)				
B	Carico ripartito superiore	G2	91,80	KN/m <sup>2</sup>	1,5	g1	105,98	0,07301	-0,20862	-0,08335	0,48549	0,162251	0,1545358			
		Q1	20,95	KN/m <sup>2</sup>	1,35	g2	137,70	5,04980	-5,11312	-5,17258	48,19156	9,9037901	5,108787			
C	Carico ripartito laterale	G2	30,57	KN/m <sup>2</sup>	1,5	q1	28,28	1,03718	-1,05018	-1,06239	9,89804	2,0341337	1,0492908			
		Q1	6,98	KN/m <sup>2</sup>	1,35	g2	45,85	-1,40408	16,04779	1,40408	0	-1,4040812	16,047789			
D	Carico triangolare laterale	G2	4,26	KN/m <sup>2</sup>	1,1	q1	9,42	-0,28838	3,29605	0,28838	0	-0,2883834	3,296046			
E	Reazione radiale su settore 60°	G+Q	114,69	KN/m <sup>2</sup>		g2	4,69	-0,05983	0,51285	0,07179	0	-0,0837572	1,1282644			
							TOTALI									
									3,97672		15,98294		-4,11083	58,57508	3,73586	46,87538
SCHEMA DI CARICO DELLA TUBAZIONE										VERIFICHE						
					Utilizzazione per sollecitazione semplice μ <sub>s</sub> =				M <sub>0</sub> /M <sub>r</sub>	N <sub>0</sub> /N <sub>r</sub>	M <sub>90</sub> /M <sub>r</sub>	N <sub>90</sub> /N <sub>r</sub>	M <sub>180</sub> /M <sub>r</sub>	N <sub>180</sub> /N <sub>r</sub>		
									0,84235		0,00635		-0,87076		0,0233	
					Utilizzazione per sollecitazione composta μ <sub>c</sub> =				(M <sub>0</sub> /M <sub>r</sub> ) + (N <sub>0</sub> /N <sub>r</sub> ) < 1		(M <sub>90</sub> /M <sub>r</sub> ) + (N <sub>90</sub> /N <sub>r</sub> ) < 1		(M <sub>180</sub> /M <sub>r</sub> ) + (N <sub>180</sub> /N <sub>r</sub> ) < 1			
									0,84870 < 1		0,89402 < 1		0,8099487 < 1		verifica soddisfatta	

Dalle tabelle precedenti si evince che le verifiche condotte rispettivamente sulle sezioni del tubo fodera in acciaio a 0°, 90° e 180° hanno esito positivo perché le azioni sollecitanti sono inferiori alle azioni resistenti della sezione, infatti:

$$R_s < R_r \text{ ovvero } \frac{R_s}{R_r} < 1$$

Dove

$R_r$ =azioni resistenti, valutate in base ai valori della resistenza dei materiali e ai valori delle grandezze geometriche interessate;

$R_s$ =azioni sollecitanti, valutate tenendo in considerazione opportuni coefficienti parziali di sicurezza.

	<b>DN250</b>		<b>DN700</b>
	<b>Altezza di interramento tubo fodera acciaio (m)</b>		
	<b>2,50</b>		<b>5,10</b>
<b>Sezione a 0°</b>	0,48253	<1	0,84870
<b>Sezione a 90°</b>	0,51125	<1	0,89402
<b>Sezione a 180°</b>	0,99239701	<1	0,8099487

## ELENCO ELABORATI

1. Relazione tecnica
2. Computo metrico estimativo
3. Inquadramento territoriale
4. Planimetria di progetto e sezioni di posa
5. Particolari raccordi, pozzetti e valvole
6. Particolare attraversamento ferrovia e autostrada
7. Sezioni trasversali
8. Profili longitudinali
9. Simulazione fotografica
10. Planimetria rimozione condotte esistenti
11. Planimetria di verifica compatibilità con altri PP.SS
12. Piano di sicurezza e coordinamento
13. Cronoprogramma

Brescia, lì 1/12/2020



Il progettista  
Dott. Ing. Antonio Comincini