



# REGIONE DEL VENETO

AREA TUTELA E SVILUPPO DEL TERRITORIO - DIREZIONE INFRASTRUTTURE TRASPORTI E LOGISTICA

UO INFRASTRUTTURE STRADE E CONCESSIONI

RESPONSABILE DEL PROCEDIMENTO  
Ing. Marco d'Elia

SISTEMA FERROVIARIO METROPOLITANO REGIONALE

**S. F. M. R.**

(Atto del 06/12/2016)

LINEE VENEZIA-QUARTO D'ALTINO e MESTRE-TREVISO

ELIMINAZIONE DEI P.L. AL km 1+337 e km 1+445

**VENEZIA - Via Gazzera Alta**

PROGETTO ESECUTIVO

|  |             |         |   |                             |              |
|--|-------------|---------|---|-----------------------------|--------------|
| INTERVENTO 1.09bis   |             |         |   | N° ELABORATO                |              |
| IDRAULICA  |             |         |   | 09.02.00.00                 |              |
| Relazione Idrologica e idraulica   |             |         |   | SCALA                       |              |
|  |             |         |   | -                           |              |
|  |             |         |   | NOME FILE                   |              |
|  |             |         |   | 0409E02-09020000-IRT002_E00 |              |
| E00  | Emissione   | 08/2019 | S. Longhi   | E. Casotto                  | L. Loregiola |
| Revisione  | Descrizione | Data    | Redatto   | Verificato                  | Approvato    |
| COMMESSA   | DOCUMENTO   | REV.    | TAVOLA  |                             |              |
| 0409E02  | I RT 002    | E00     | 1 di 1  |                             |              |
| Il Direttore Tecnico<br>Ing. Stefano Susani  |             |         | Il Progettista e Responsabile dell'integrazione<br>fra le prestazioni specialistiche<br>Ing. Michele Fioratti |                             |              |
|  <p>Via Squero, 12 - 35043 Monselice (PD)</p> |             |         |                           |                             |              |

## INDICE

|          |   |           |
|----------|---|-----------|
| <b>1</b> | <b>PREMESSA .....</b>   | <b>2</b>  |
| <b>2</b> | <b>MANUFATTI DI SCAVALCAMENTO IDRAULICO .....</b>                                       | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>DIVERSIONE ROVIEGO-ALLACCIANTE DI PONENTE.....</b>                                   | <b>5</b>  |
| 3.1      | ACCESSIBILITÀ E SGRIGLIATURA .....  | 7         |
| <b>4</b> | <b>DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE DALLE RAMPE<br/>STRADALI .....</b>                  | <b>8</b>  |
| 4.1      | SUPERFICIE DRENATA.....   | 8         |
| 4.2      | AFFLUSSI METEORICI .....  | 8         |
| <b>5</b> | <b>FOSSI E TOMBINI .....</b>  | <b>16</b> |
| <b>6</b> | <b>IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DEL SOTTOPASSO .....</b>                                    | <b>20</b> |
| <b>7</b> | <b>CONSIDERAZIONI COSTRUTTIVE .....</b>   | <b>22</b> |
| 7.1      | DIVERSIONE ROVIEGO.....   | 22        |
| 7.2      | IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DEL SOTTOPASSO .....   | 23        |
| 7.3      | SISTEMA DI DRENAGGIO .....  | 25        |
| 7.4      | INTERFERENZE CON I PERCORSI E LE VIE DI<br>MANUTENZIONE DEL CONSORZIO DI BONIFICA ..... | 25        |
| 7.5      | INTERFERENZE CON LE OPERE IDRAULICHE DI PROPRIETA'<br>CAV .....                         | 26        |
| <b>8</b> | <b>VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA .....</b>                                    | <b>30</b> |
| <b>9</b> | <b>TABULATI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO .....</b>                                      | <b>32</b> |

## **1      PREMESSA**

L'intervento di soppressione del passaggio a livello alla progressiva km 1+445 della tratta 2 della linea ferroviaria Venezia – Mestre – Treviso ricade nelle opere di sistemazione del nodo di Gazzera in Comune di Venezia.

Esso consiste nella realizzazione di un insieme di opere finalizzate al miglioramento e alla messa in sicurezza della rete viaria urbana locale del rione di Gazzera, intersecata dal quadrivio ferroviario omonimo, che sarà articolata in fasi successive per completare, a lavori ultimati, il raccordo stradale, alternativa a via Gazzera Alta, collegante Via Brendole con la nuova fermata ferroviaria di Via Olimpia e con Via Castellana.

Il tratto viario in oggetto si colloca in un'area agricola a ridosso della periferia urbana ovest di Mestre, dove la stratigrafia del terreno evidenzia la presenza di strati limoso – argillosi con quota di falda freatica circa 2 m sotto il piano campagna e ad una quota assoluta massima pari a +1,40 m s.l.m. assunta cautelativamente a base dei calcoli strutturali per la vicinanza delle opere da realizzare ai collettori consortili presenti.

Il reticolo idrografico, di competenza del Consorzio di Bonifica Acque Risorgive (ex Dese Sile), è stato ripetutamente adattato alla progressiva espansione urbanistica: nell'area d'intervento il collettore principale, scolo Roviego, è stato rettificato e tombinato in diversi tratti e biforca in due diramazioni, chiamate Collettore Allacciante di Ponente e di Levante (seguono i cigli ovest ed est della tangenziale autostradale ovest di Mestre), raccordate da un collettore ripartitore che, in località Gazzera, sottopassa con manufatto scatolare chiuso il varco esistente sotto la tangenziale, in corrispondenza del sottovia dove attualmente si colloca la viabilità di servizio ed emergenza della tangenziale.

Sull'attuale sottopasso, con luce utile di circa 25 m si inserisce l'asse principale della nuova viabilità; la necessità di ottenere un franco altimetrico minimo di 5,00

m, determina l'abbassamento del profilo altimetrico del piano viabile. Dato che la quota del piano stradale risulta, nel punto di massima depressione, minore sia della quota di massima escursione della falda che delle quote di recapito della rete idrografica di scolo, si rende necessaria la realizzazione di un impianto di sollevamento, in grado di allontanare le acque meteoriche di dilavamento delle rampe.

L'altra opera di rilievo è costituita dal nuovo ponte sul canale Marzenego da realizzare in sostituzione del ponte esistente attualmente utilizzato come viabilità di servizio ed emergenza della tangenziale.

Per la stima delle portate idriche affluenti, i parametri idrologici utilizzati sono stati estratti dalla relazione "Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento" redatta per conto del Commissario Delegato per l'Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 Settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto.

## 2 MANUFATTI DI SCAVALCAMENTO IDRAULICO

In sintesi, le opere che interessano il reticolo idraulico intercettato dalla nuova infrastruttura, sono le seguenti:

1. scavalcamento, con un'opera di copertura a cavalletto (impalcati 1-2-3), della biforcazione del collettore Roviego e degli allacciamenti interessata dall'insediamento della rotatoria di via Gazzera Bassa (Copertura su collettore Roviego e allacciamenti); in ingresso a tale manufatto, per ognuna delle canne, è previsto l'impiego di un'opera elettromeccanica di sgrigliatura;
2. sottopasso alla tangenziale ovest di Mestre (opera 4) con altezza e larghezza minima rispettivamente di circa 5,00 m e 13,80 m, dotato di vasca e relativo impianto per il pompaggio delle acque meteoriche che insistono sulle rampe; infatti, la quota massima di escursione della falda risulta in alcuni punti superiore a quelle del piano stradale, si rende di conseguenza necessario realizzare una platea di fondo con muri di risvolto verticali con sommità a quota di +2,20 m s.l.m.;
3. coperture (impalcati 5-6-7) lungo il Collettore Allacciante di Levante nel tratto di confluenza tra il rio Cimetto e il collettore Roviego posta ad est del sottopasso e coperture (impalcati 8 e 9) collocate a sud del ponte sul canale Marzenego per una lunghezza di circa 67 m;
4. ponte in acciaio sul canale Marzenego con campata unica a via inferiore di 40 m e larghezza di 14.20 m.

La configurazione strutturale delle opere di scavalcamento idraulico è stata definita e dimensionata con il criterio di non investire le cunette d'alveo e le relative opere spondali per garantirne l'integrità.

### **3 DIVERSIONE ROVIEGO-ALLACCIANTE DI PONENTE**

Come sopra accennato il reticolo idrografico interferente con le opere di progetto è stato in più riprese rimaneggiato per far fronte alla non favorevole composizione (bassa permeabilità) e giacitura naturale dei terreni e allo sviluppo urbanistico che spesso, specie nel recente passato, s'è dimostrato poco attento agli aspetti idraulici della trasformazione territoriale.

Il confinamento delle canalizzazioni principali mediante tombinamenti e murature arginali rende obbligatorio rispettarne i tracciati e, in un contesto di annessione urbana, è sempre più difficile, ma inderogabile, conservare gli accessi necessari all'ispezione e alla manutenzione delle opere idrauliche.

Nel caso specifico sia i muri spondali sia i tombinamenti dei corsi d'acqua intersecati non sono adatti a sopportare l'incremento delle sollecitazioni dovute al transito veicolare e perciò sono stati progettati appositi manufatti per realizzare lo scavalco senza interferire staticamente con le strutture esistenti.

Le opere di progetto, già presenti nell'originario Progetto Esecutivo 1.09bis del 2015, riportano alcune modifiche introdotte su specifica richiesta del Consorzio a fine 2009; in particolare, rispetto ai precedenti Progetti Definitivi, è stato allargato l'imbocco ovest della diversione Roviego-Allacciante di Ponente per ricavare un tratto a due canne indipendenti, ciascuna collegata alla rispettiva diramazione, con imbocco presidiato da griglia metallica (intercettazione dei materiali flottanti più grossolani), sgrigliatore automatico semovente e gargami per l'inserimento delle panconature di occlusione totale; con il prolungamento del muro partitore centrale fino all'imbocco ovest il tratto di transizione a monte della diramazione è stato anche allungato rispetto al precedente progetto per necessità di adeguamento alla progettazione stradale (vincolata planoaltimetricamente da altre componenti); oltre alle ovvie modifiche strutturali sono state introdotte alcune varianti funzionali quali l'apertura dei solai, con fori presidiati da grigliati metallici amovibili, per l'accesso indipendente a ciascuna delle due canne tanto per il passo

d'uomo (ispezione) quanto per mezzi meccanici e altri mezzi d'opera (manutenzioni).

Dal punto di vista idraulico la partizione di portata non viene sostanzialmente alterata rispetto alla condizione attuale in quanto le sezioni idrauliche esistenti della diramazione curvilinea verso l'Allacciante di Ponente e di quella rettilinea lungo lo scolo Roviego non vengono modificate; una variazione funzionale attendibile consisterebbe nell'aumento del livello idrometrico a monte del nodo idraulico imputabile all'incremento delle perdite di carico per l'allargamento relativamente brusco della sezione corrente, l'inserimento di grigliato a maglie più strette di quelle attuali (per compatibilità col lavoro dello sgrigliatore), l'aumento della superficie d'attrito se e quando il livello idrometrico raggiunge i solai di copertura dei canali; detto sovrizzo idrometrico teorico, che si stima di qualche centimetro, dovrebbe però essere compensato dall'alleggerimento dello scolo Roviego per effetto della diversione dell'attuale immissario dell'Allacciante di Levante, rio Cimetto, verso l'impianto idrovoro separato.

In ogni caso il leggero incremento del livello idrometrico rientrerebbe ampiamente nei margini offerti dal franco idraulico ordinario dello scolo Roviego.

Molto più impegnativa risulterebbe la situazione, denunciata dallo stesso Consorzio, relativa alle esondazioni periodiche, osservate di recente in fregio all'Allacciante di Ponente, che investirebbero le aree prospicienti, oggetto di recente urbanizzazione; tuttavia si è ritenuto ragionevole nell'ambito delle precedenti approvazioni del progetto contare sui provvedimenti coordinati dal Consorzio e relativi: a) al sovrizzo dell'argine sud dello scolo Roviego, lungo il fronte dell'abitato di Gazzera; b) alla diversione del rio Cimetto dall'Allacciante di Levante, risolta con opere proprie; c) alle probabili prescrizioni di compatibilità idraulica per l'urbanizzazione "Parco del Marzenego" volti a scongiurare piene disastrose.

### 3.1 ACCESSIBILITÀ E SGRIGLIATURA

L'accessibilità alla zona di imbocco della doppia canna sarà dotata di griglie e di dispositivo sgrigliatore automatico con le relative opere accessori (cavidotti, alimentazione elettrica, misuratori di livello differenziale, nastri trasportatori, vasca di deposito del materiale grigliato, accessi carrabili ecc..).

In prossimità delle griglie verranno predisposte anche le doppie gargamature, distanza 20 cm, atte alla movimentazione dei panconi di sezionamento idraulico, in accordo con le indicazioni del Consorzio gestore.

Le travature orizzontali, in accordo con le prescrizioni del Consorzio, di tenuta orizzontale del grigliato (spessore barre verticali 4mm, passo 40mm, larghezza minima 60 mm, inclinazione 10° sulla verticale) saranno posizionate a tergo dell'orditura per ovvia compatibilità con il lavoro del pettine.

Lo sgrigliatore automatico con funzionamento oleodinamico sarà compreso di pettine fisso di particolare profilo adatto per lo scarico del materiale grigliato e completo di settori dentati in acciaio speciale, applicati allo stesso in modo tale da poter penetrare tra le barre della griglia. Nella parte strisciante del pettine sulla griglia è applicato un profilo in materiale plastico facilmente sostituibile. Il pettine è fissato su traliccio costruito in struttura tubolare che scorre su rulli opportunamente sagomati in materiale sintetico antifrizione. Il ciclo di funzionamento comprende la discesa del pettine in posizione allontanata, l'avvicinamento del pettine alla griglia, la risalita del pettine con materiale grigliato e scarico. Il funzionamento automatico della macchina avviene mediante un programmatore con tempi voluti di lavoro e riposo, regolabili secondo le necessità



## 4 DRENAGGIO DELLE ACQUE METEORICHE DALLE RAMPE STRADALI

Il sottopassaggio alla tangenziale ovest di Mestre è dedicato al traffico veicolare ciclopedonale con carreggiata soggetta ad allargamento in curva, due banchine di 0,50 m, una pista ciclabile di 2,50 m e due marciapiedi di 1,50 m, con un ingombro interno complessivo variabile.

La massima pendenza longitudinale sulle rampe è del 5,5 %, ma avvicinandosi al punto più depresso (cioè al vertice del raccordo altimetrico parabolico) la pendenza longitudinale si annulla.

### 4.1 SUPERFICIE DRENATA

Tale superficie è da suddividere trasversalmente tenendo conto della diversa estensione rispetto al colmo e della pendenza equiversa in curva, da cui deriva lo schema seguente:

| Rampa  | Superficie (m <sup>2</sup> ) |          |        |
|--------|------------------------------|----------|--------|
|        | Lato nord                    | Lato sud | Totale |
| Ovest  | 825                          | 220      | 1045   |
| Est    | 175                          | 260      | 435    |
| Totale |                              |          | 1480   |

Tabella 1 – Ripartizione delle superfici nelle rampe

### 4.2 AFFLUSSI METEORICI

Noti gli elementi geometrici significativi delle superfici da drenare si possono dimensionare le opere idrauliche in funzione degli afflussi meteorici di riferimento.

Per determinare la pioggia di progetto e valutare la compatibilità idraulica dell'intervento in progetto, sono state utilizzate le Linee Guida per la Valutazione

di Compatibilità idraulica contenenti l'“Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l'individuazione di curve di possibilità pluviometrica di riferimento”, (V. Bixio, A. Fiume, 2009).

| Zona omogenea | Provincia  |  |  |
|---------------|--|--|--|
|               | PD   | TV   | VE   |
| SW            | Abano Terme, Agna, Albignasego, Arre, Arzergrande, Borgoricco, Bovolenta, Brugine, Cadoneghe, Campo San Martino, Campodarzego, Candiana, Cartura, Casaleserugo, Cervarese Santa Croce, Codevigo, Conselve, Correzzola, Curtarolo, Due Carrare, Legnaro, Limena, Masera' di Padova, Montegrotto Terme, Noventa Padovana, Padova, Pernumia, Piove di Sacco, Polverara, Ponte San Nicolò, Pontelongo, Rovolon, Saccolongo, San Giorgio delle Pertiche, San Giorgio in Bosco, San Pietro Viminario, Santa Giustina in Colle, Sant'Angelo di Piove di Sacco, Saonara, Selvazzano Dentro, Teolo, Terrassa Padovana, Torreglia, Vigodarzere, Vigonza, Villa del Conte, Villanova di Camposampiero |  | Cona, Santa Maria di Sala, Vigonovo  |
| Costiera SE   |  | Casale sul Sile, Casier, Mogliano Veneto   | Campagna Lupia, Campolongo Maggiore, Camponogara, Cavallino-Treporti, Chioggia, Dolo, Fiesso d'Artico, Fosso', Marcon, Mira, Mirano, Pianiga, Quarto d'Altino, Spinea, Stra, Venezia |
| Interna NW    | Camposampiero, Cittadella, Loreggia, Massanzago, Piombino Dese, San Martino di Lupari, Tombolo, Trebaseleghe   | Istrana, Morgano, Resana   | Noale  |
| NE            |  | Breda di Piave, Carbonera, Castelfranco Veneto, Monastier di Treviso, Preganziol, Quinto di Treviso, Roncade, San Biagio di Callalta, Silea, Treviso, Veduggio, Zenson di Piave, Zero Branco | Fossalta di Piave, Jesolo, Martellago, Meolo, Musile di Piave, Salzano, Scorzè   |

**Figura 1: Suddivisione in zone omogenee**

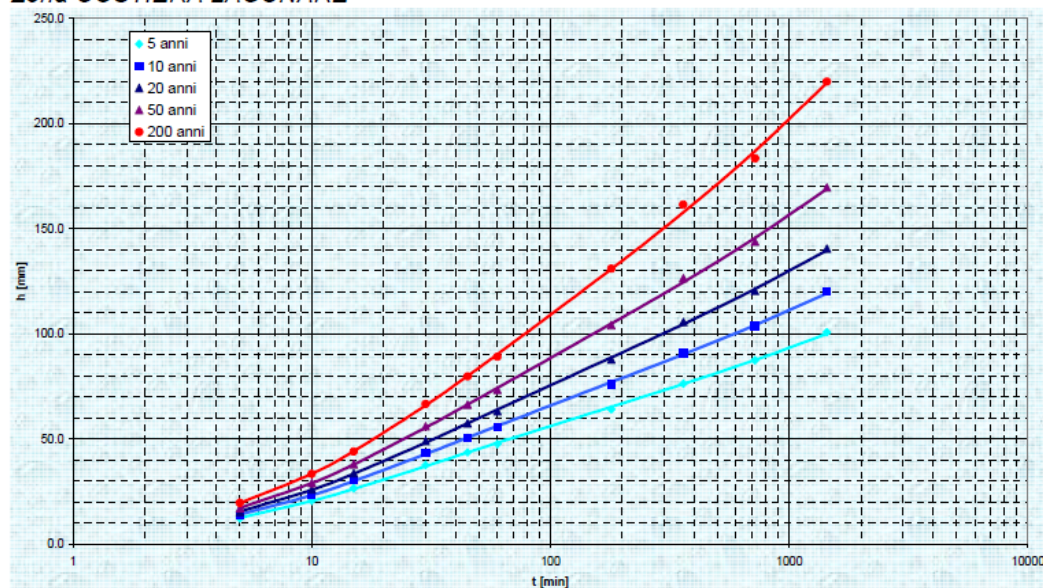
L'area in esame ricade nella Zona costiera-lagunare contornata in rosso in figura.

I coefficienti della curva di possibilità climatica a tre parametri sono variabili in base al tempo di ritorno scelto e si inseriscono nella seguente formula per il calcolo dell'altezza di precipitazione:

$$h = \frac{a}{(t + b)^c} t \quad 1)$$

dove  $a$  [ $\text{mm min}^{-c-1}$ ],  $b$  [ $\text{min}$ ] e  $c$  [-], sono i parametri della curva derivati dall'elaborazione della zona di riferimento tabulati in Figura 3,  $t$  [ $\text{min}$ ] è la durata della precipitazione.

Zona COSTIERA LAGUNARE



| T   | a    | b    | c     |
|-----|------|------|-------|
| 2   | 20.3 | 12.0 | 0.821 |
| 5   | 27.2 | 13.5 | 0.820 |
| 10  | 31.4 | 14.4 | 0.816 |
| 20  | 35.2 | 15.3 | 0.809 |
| 30  | 37.2 | 15.8 | 0.805 |
| 50  | 39.7 | 16.4 | 0.800 |
| 100 | 42.8 | 17.3 | 0.791 |
| 200 | 45.6 | 18.2 | 0.783 |

Figura 2: Parametri della curva di possibilità climatica 1) (Zona costiera lagunare)

Utilizzando invece la curva a due parametri la formula per l'altezza di precipitazione cambia in:

$$h = a t^n \quad 2)$$

con  $a$  [ $\text{mm min}^{-n}$ ] ed  $n$  [-] parametri e  $t$  [min] durata dell'evento.

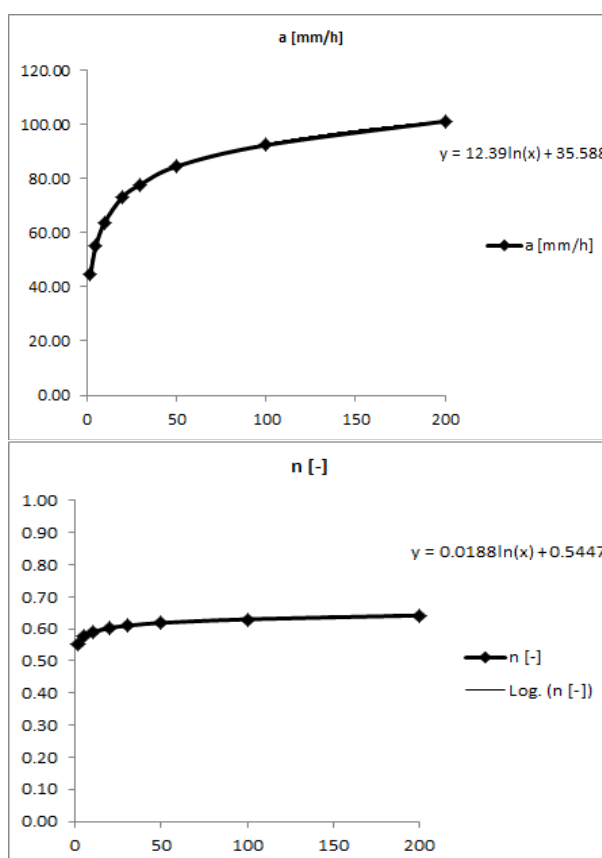
Per detta espressione, i coefficienti per la Zona costiera – lagunare sono:

*Zona costiera-lagunare*

| T    | tp~ 15 minuti     |       |      | tp~ 30 minuti     |       |      | tp~ 45 minuti     |       |      | tp~ 1 ora         |       |      | tp~ 3 ore          |       |      | tp~ 6 ore         |       |      |
|------|-------------------|-------|------|-------------------|-------|------|-------------------|-------|------|-------------------|-------|------|--------------------|-------|------|-------------------|-------|------|
|      | da 5 min a 45 min |       |      | da 10 min a 1 ora |       |      | da 15 min a 3 ore |       |      | da 30 min a 6 ore |       |      | da 45 min a 12 ore |       |      | da 1 ora a 24 ore |       |      |
| anni | a                 | n     | ?    | a                 | n     | ?    | a                 | n     | ?    | a                 | n     | ?    | a                  | n     | ?    | a                 | n     | ?    |
| 2    | 4.3               | 0.554 | 5.9% | 6.1               | 0.441 | 2.9% | 9.1               | 0.328 | 4.5% | 11.8              | 0.267 | 1.2% | 13.1               | 0.247 | 1.1% | 14.2              | 0.230 | 1.5% |
| 5    | 5.2               | 0.576 | 5.8% | 7.4               | 0.465 | 3.0% | 11.1              | 0.348 | 4.8% | 14.8              | 0.281 | 1.4% | 16.8               | 0.254 | 1.5% | 18.5              | 0.236 | 1.8% |
| 10   | 5.7               | 0.590 | 5.6% | 8.0               | 0.482 | 3.1% | 12.1              | 0.363 | 4.9% | 16.4              | 0.293 | 1.5% | 18.9               | 0.263 | 1.8% | 21.1              | 0.242 | 2.1% |
| 20   | 6.2               | 0.603 | 5.4% | 8.5               | 0.499 | 3.1% | 13.0              | 0.378 | 5.0% | 17.7              | 0.306 | 1.6% | 20.7               | 0.272 | 2.1% | 23.4              | 0.250 | 2.4% |
| 30   | 6.4               | 0.610 | 5.2% | 8.8               | 0.508 | 3.1% | 13.4              | 0.387 | 5.0% | 18.4              | 0.313 | 1.7% | 21.7               | 0.278 | 2.3% | 24.6              | 0.255 | 2.6% |
| 50   | 6.7               | 0.619 | 5.0% | 9.1               | 0.520 | 3.1% | 13.8              | 0.399 | 5.0% | 19.1              | 0.324 | 1.7% | 22.8               | 0.286 | 2.5% | 26.0              | 0.261 | 2.8% |
| 100  | 7.0               | 0.630 | 4.8% | 9.4               | 0.536 | 3.1% | 14.3              | 0.415 | 5.1% | 19.9              | 0.338 | 1.8% | 24.1               | 0.297 | 2.9% | 27.8              | 0.271 | 3.1% |
| 200  | 7.3               | 0.642 | 4.5% | 9.7               | 0.552 | 3.1% | 14.7              | 0.431 | 5.1% | 20.6              | 0.353 | 1.8% | 25.3               | 0.309 | 3.2% | 29.5              | 0.280 | 3.4% |

**Figura 3: Parametri della curva di possibilità climatica 2) (Zona costiera-lagunare)**

La scelta del tempo di ritorno da utilizzare per il dimensionamento delle opere idrauliche del sottopasso è imposta in 25 anni. Risulta quindi necessario ricavare anche i parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per questo tempo di ritorno, questo può essere effettuato attraverso l'interpolazione dei parametri precedentemente definiti.



**Figura 4- Interpolazioni a ed n per  $T_r=50$  e 25 anni**

I parametri di riferimento per il tempo di ritorno di 25 anni, ottenuto dalle interpolazioni, è:

$T_r = 25$  anni

$a$  [mm/h<sup>n</sup>]       $n$  [-]

75.47              0.61

L'espressione classica dei deflussi verso la rete di drenaggio è rappresentata dalla relazione:

$$Q = \varphi \cdot J \cdot S \quad 2)$$

dove la portata  $Q$  è il prodotto dell'intensità di pioggia  $J = h/t$ , della superficie  $S$  del bacino scolante e del coefficiente di deflusso  $\varphi$  che rappresenta il rapporto fra l'afflusso meteorico e l'effettivo recapito alla caditoia.

Il coefficiente di deflusso può essere calcolato come valore medio, relativo alle caratteristiche di  $\varphi_i$  nelle superfici componenti  $S_i$  del bacino di scolo  $S$ ,

$$\varphi = \sum \varphi_i S_i / S \quad 3)$$

Essendo normalmente riportati nella letteratura tecnica i valori di  $\varphi$ , si impongono fra quelli più attinenti al caso in esame, ovvero:

- |                         |                         |
|-------------------------|-------------------------|
| 1) superficie asfaltata | $\varphi = 0.90 - 1.00$ |
| 2) lastricato           | $\varphi = 0.85 - 0.90$ |
| 3) zone a verde         | $\varphi = 0.10$        |

Con questi parametri si può applicare la 2); con la durata di pioggia pari al tempo di corrivazione, stimato mediante la relazione:

$$t = \left( \frac{26.3 \cdot (L/K)^{0.6}}{3600^{(1-n)0.4} \cdot \left(\frac{a}{1000}\right)^{0.4} \cdot i^{0.3}} \right)^{\frac{1}{0.6+0.4n}} \quad 4)$$

con  $t$  (sec),  $a$  (mm/ora<sup>n</sup>) ed  $n$  tratti dalla 1) per tempo di ritorno  $T_r = 25$  anni, la scabrezza  $K$  (m<sup>1/3</sup>/s), la pendenza longitudinale  $i$  e la lunghezza  $L$  (m) dell'area servita.

Sostituendo nella 4) i valori numerici  $L = 30$ ,  $a = 92.32$ ,  $n = 0.63$  ( $T_r = 100$  anni),  $K = 67$  m<sup>1/3</sup>/s rappresentativo dei tratti di scorrimento longitudinale di drenaggio, e  $i = 0.03$  corrispondente alla massima pendenza in rampa (a favore della sicurezza) si determina  $t_c$  di poco superiore a 1 minuto, quindi l'afflusso secondo le curve di pioggia come quelle mostrate in **Tabella 2**.

**Tabella 2 - Afflusso meteorico e deflusso unitario  $u = \phi J$  per  $\phi = 0.9$**

| Durata $t$ (min) | 1  | 2     | 5     | 10    | 20    | 30    |
|------------------|--|-------|-------|-------|-------|-------|
| Durata $t$ (ore) | 0.017  | 0.033 | 0.083 | 0.167 | 0.333 | 0.500 |
| $T_r$ (anni)     | Afflusso unitario $J = h/t = a t^{(n)}$ (mm/ora) |       |       |       |       |       |
| 10               | 342.0  | 257.4 | 176.8 | 133.1 | 100.1 | 84.8  |
| 25               | 372.6  | 284.3 | 198.9 | 151.8 | 115.8 | 98.9  |
| 100              | 420.0  | 325.0 | 231.5 | 179.1 | 138.6 | 119.3 |
|                  | Deflusso unitario $u = \phi J - (l/s m^2)$       |       |       |       |       |       |
| 10               | 0.086  | 0.064 | 0.044 | 0.033 | 0.025 | 0.021 |
| 25               | 0.093  | 0.071 | 0.050 | 0.038 | 0.029 | 0.025 |
| 100              | 0.105  | 0.081 | 0.058 | 0.045 | 0.035 | 0.030 |

Data la ripartizione della superficie drenante richiamata nel precedente paragrafo le corrispondenti portate per  **$T_r = 100$  anni** e durata della pioggia di 1 minuto, assunta nel dimensionamento idraulico a favore della sicurezza, risultano:

| Rampa  | Portata (l/s) |          |        |
|--------|---------------|----------|--------|
|        | Lato nord     | Lato sud | Totale |
| Ovest  | 87            | 23       | 110    |
| Est    | 18            | 27       | 45     |
| Totale |               |          | 155    |

Per il dimensionamento e la verifica delle canaline drenanti sul bordo della carreggiata si farà riferimento alle condizioni di deflusso più restrittive, ovvero alla minima pendenza 0.014 (1.4%) e alla massima superficie sottesa (zona nord ovest); posta la sezione rettangolare di larghezza B=30 cm si confronterà il massimo afflusso sopra calcolato con la capacità di portata della canalina valutabile, con approssimazione accettabile, mediante la formula di Gauckler-Strickler (moto uniforme):

$$Q = A \cdot K \cdot R^{2/3} \sqrt{i} \quad 5)$$

dove Q (m<sup>3</sup>/s) è la portata, A (m<sup>2</sup>) l'area della sezione bagnata, K (m<sup>1/3</sup>/s) è il coefficiente di scabrezza, R (m) è il raggio idraulico, rapporto fra A e il suo contorno bagnato, e i è la pendenza. Posto K = 70 m<sup>1/3</sup>/s e la pendenza minima dell'1.4 % si ottengono, per canaline a sezione quadrata e ad U, di dimensioni utili di 30x30 cm e 30x32 cm, le prestazioni riportate nelle Tabelle 3 in funzione dell'altezza idrometrica y:

**Tabella 3.1 – Capacità Q per sezioni quadrate 30x30 cm, i = 0.014 e K = 70 m<sup>1/3</sup>/s.**

|         |      |      |      |      |       |
|---------|------|------|------|------|-------|
| y (cm)  | 5    | 10   | 15   | 20   | 29.3  |
| Q (l/s) | 13.9 | 38.1 | 66.3 | 96.6 | 156.1 |
| v (m/s) | 0.9  | 1.3  | 1.5  | 1.6  | 1.8   |
| T (Pa)  | 5.2  | 8.2  | 10.3 | 11.8 | 13.6  |

**Tabella 3.2 – Capacità Q per sezioni a U di raggio 15 cm, i = 0.014 e K = 70 m<sup>1/3</sup>/s.**

|         |     |      |      |      |       |
|---------|-----|------|------|------|-------|
| y (cm)  | 5   | 10   | 15   | 20   | 30    |
| Q (l/s) | 6.3 | 24.9 | 52.1 | 82.6 | 147.3 |
| v (m/s) | 0.8 | 1.2  | 1.5  | 1.6  | 1.8   |
| T (Pa)  | 4.2 | 7.7  | 10.3 | 12.1 | 14.3  |

I risultati esposti nelle Tabelle 3 indicano che le portate massime, individuate nella zona sud della rampa est e nella zona nord della rampa ovest, sono compatibili con la sezione quadrata di dimensioni utili 30x30 cm.

Con la pendenza minima dell'1.4% l'azione tangenziale  $T$  (Pa) risulta soddisfacente già con portata di deflusso di poco superiore ai 2 l/s, che corrisponde ad eventi meteorici di modesta entità, solitamente i più frequenti.

Il collegamento idraulico fra le canaline disposte ai lati delle rampe e il sollevamento meccanico è assicurato dallo sbocco diretto delle stesse nella vasca di pompaggio, appositamente disposta su tutta la larghezza della carreggiata.



## 5 FOSSI E TOMBINI

Per quanto riguarda le interferenze con la rete idrografica superficiale esistente, per i manufatti di attraversamento, o per le deviazioni di fossi, sono state adottate soluzioni dimensionali tali da non produrre restringimenti nelle sezioni d'alveo originarie interessate.

Particolare attenzione è stata data all'intercettazione dei fossi di guardia della tangenziale ovest di Mestre, in corrispondenza del sottopasso. La realizzazione delle coperture dell'Allacciante di Ponente e dell'Allacciante di Levante ha imposto infatti lo spostamento dei recapiti tramite l'intercettazione con fossi a sezione trapezoidale correttamente dimensionati.

Gli scarichi nei canali consortili saranno presidiati da opportune porte a clapet in poliestere al fine di evitare il riflusso.

Utilizzando ancora la 5), si illustrano i dimensionamenti orientativi di questi elementi idraulici in base al grado di riempimento assunto (70%) e ai parametri che ne caratterizzano l'efficienza, ovvero il raggio idraulico, la pendenza e la scabrezza.

Per condotte a sezione circolare le prestazioni sono riportate in Tabella 3.

| i       | Ø 20 cm |       | Ø 25  |       | Ø 30  |       | Ø 40  |       | Ø 50  |       | Ø 60  |       | Ø 80  |       |
|---------|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
|         | v       | Q     | v     | Q     | v     | Q     | V     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     |
| x 0.001 | (m/s)   | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) |
| 1       | 0.38    | 9     | 0.43  | 16    | 0.49  | 26    | 0.59  | 55    | 0.68  | 100   | 0.77  | 163   | 0.93  | 351   |
| 2       | 0.54    | 13    | 0.61  | 22    | 0.69  | 36    | 0.83  | 78    | 0.97  | 142   | 1.09  | 231   | 1.32  | 497   |
| 4       | 0.77    | 18    | 0.86  | 27    | 0.97  | 51    | 1.18  | 111   | 1.37  | 201   | 1.54  | 326   | 1.87  | 702   |
| 8       | 1.09    | 26    | 1.21  | 45    | 1.37  | 73    | 1.66  | 156   | 1.93  | 284   | 2.18  | 461   | 2.64  | 993   |
| 10      | 1.22    | 29    | 1.36  | 50    | 1.54  | 81    | 1.86  | 175   | 2.16  | 317   | 2.44  | 516   | 2.95  | 1111  |

**Tabella 3. Velocità media V e portata Q secondo la 5) con K=80 e y/D = 0,70 sezione circolare**

Analogo calcolo, condotto per canalizzazioni a sezione trapezia di altezza A come quelle riscontrabili nei fossati di gronda superficiale ( $K=35 \text{ m}^{1/3}/\text{s}$ ), porge i risultati della Tabella 4; dove B è larghezza di fondo e per la pendenza di entrambe le scarpate vale il rapporto di 1/1.

| A (cm)  | 50    |       | 60    |       | 80    |       | 100   |       | 120   |       | 150   |       | 200   |       |
|---------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|-------|
| y (cm)  | 35    |       | 42    |       | 56    |       | 70    |       | 84    |       | 105   |       | 140   |       |
| B (cm)  | 50    |       | 50    |       | 50    |       | 50    |       | 50    |       | 50    |       | 50    |       |
| i       | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     | v     | Q     |
| x 0.001 | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) | (m/s) | (l/s) |
| 1       | 0.38  | 112   | 0.41  | 160   | 0.48  | 284   | 0.54  | 452   | 0.59  | 667   | 0.67  | 1087  | 0.78  | 2086  |
| 1.5     | 0.46  | 138   | 0.51  | 196   | 0.59  | 348   | 0.66  | 553   | 0.73  | 816   | 0.82  | 1332  | 0.96  | 2555  |
| 2       | 0.53  | 159   | 0.59  | 226   | 0.68  | 402   | 0.76  | 639   | 0.84  | 943   | 0.94  | 1538  | 1.11  | 2950  |
| 2.5     | 0.60  | 178   | 0.65  | 253   | 0.76  | 450   | 0.85  | 714   | 0.94  | 1054  | 1.06  | 1719  | 1.24  | 3298  |
| 3       | 0.65  | 195   | 0.72  | 277   | 0.83  | 493   | 0.93  | 782   | 1.03  | 1155  | 1.16  | 1883  | 1.36  | 3613  |

**Tabella 4. Velocità media V e portata Q secondo la 5) con K = 35 e y/A = 0,70 – sezione trapezoidale base B**

A titolo orientativo si può verificare che, secondo la scala di Tabella 4, assumendo una sezione trapezia con larghezza di fondo di 50 cm, profondità di almeno 50 cm con grado di riempimento del 70% e pendenza dell'1‰ e confrontandone la capacità di portata con il massimo afflusso per la pioggia di 2 minuti, per esempio il valore calcolato per coefficiente di deflusso unitario (coefficiente udometrico), si potrebbe servire un'area di 1577 m<sup>2</sup>, con riferimento ad un evento meteorico avente  $T_r = 25$  anni.

Per i fossi non rivestiti con larghezza di fondo di 100 cm, scarpata 1:1.5 e profondità minima di 50 cm completamente riempita, il volume unitario è  $V_u = 0.87 \text{ m}^3/\text{m}$ .

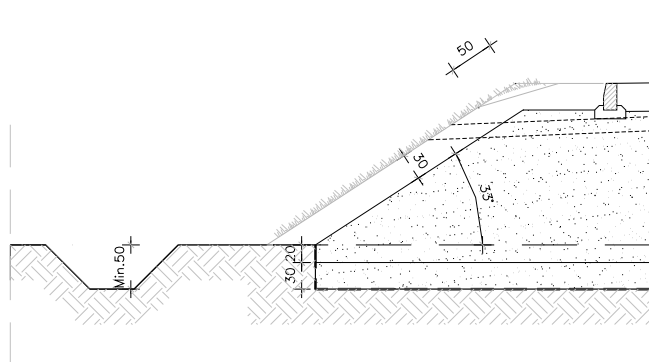


Figura 5. Sezione tipo del fosso di guardia

Nella parte interna della curva di vertice VA6, a titolo esemplificativo, lo sviluppo di circa 160 m del fossato con sezione caratteristica come quella sopra citata offre, a riempimento completo, un volume  $V$  di circa 140 m<sup>3</sup>; poiché la semi-carreggiata e la pista ciclabile drenano verso il fossato, alla superficie servita a favore di sicurezza di 1450 m<sup>2</sup> corrisponde il rapporto  $w = V/S = 0,096 \text{ m}^3/\text{m}^2 = 96 \text{ mm}$ ; considerando durate di pioggia  $t_p$  variabili da 2 a 30 minuti si ottengono afflussi virtuali unitari  $q=w/t_p$  (1 mm=1 l/m<sup>2</sup>,  $t_p$  in secondi,  $q$  in l/s m<sup>2</sup>) come da seguente prospetto:

|                                |       |       |       |       |       |
|--------------------------------|-------|-------|-------|-------|-------|
| $t_p$ (min)                    | 2     | 5     | 10    | 20    | 30    |
| $t_p$ (s)                      | 120   | 300   | 600   | 1200  | 1800  |
| $q$ (l/s m <sup>2</sup> )      | 0.80  | 0.32  | 0.16  | 0.08  | 0.05  |
| $q_{25}$ (l/s m <sup>2</sup> ) | 0.093 | 0.071 | 0.050 | 0.038 | 0.029 |

**Tabella 5. Confronto tra gli afflussi unitari determinati con la capacità minima di invaso dei fossati e gli afflussi reali, calcolati per determinati tempi di pioggia.**

Confrontando gli afflussi unitari con quelli ottenuti per tempo di ritorno di 25 anni ( $q_{25}$  a meno del coefficiente di deflusso) risulta che il dimensionamento del fosso di guardia è soddisfacente.

## 6 IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DEL SOTTOPASSO

Per evidenti motivi l'evacuazione delle acque meteoriche dalla zona depressa al di sotto del piano campagna dev'essere realizzata con sollevamento meccanico.

Come s'è detto entrambe le rampe convergono al serbatoio di pompaggio, ricavato nel punto più basso del profilo longitudinale stradale, dimensionato ammettendo la distribuzione uniforme e costante della pioggia di durata  $t$  e che, raggiunto e superato il tempo di corrivazione  $t_c$ , tutto il bacino tributario partecipi alla portata  $Q$  fino al termine della precipitazione, oltre il quale avviene il graduale esaurimento nell'intervallo temporale  $t_c$ .

Come illustrato in figura, posta la portata evacuata costante  $Q_p$  si possono stimare i volumi d'accumulo nella vasca di pompaggio in funzione della durata della meteora e del tempo di corrivazione  $t_c$  calcolando, per ciascuna durata di pioggia, le differenze fra i volumi di afflusso  $V_a$  e di pompaggio  $V_p$

$$V_i = (Q_i - Q_p) \cdot \left( t_i - t_c \cdot \frac{Q_p}{Q_i} \right) \quad (6)$$

fra le quali si individua il massimo volume d'accumulo richiesto.

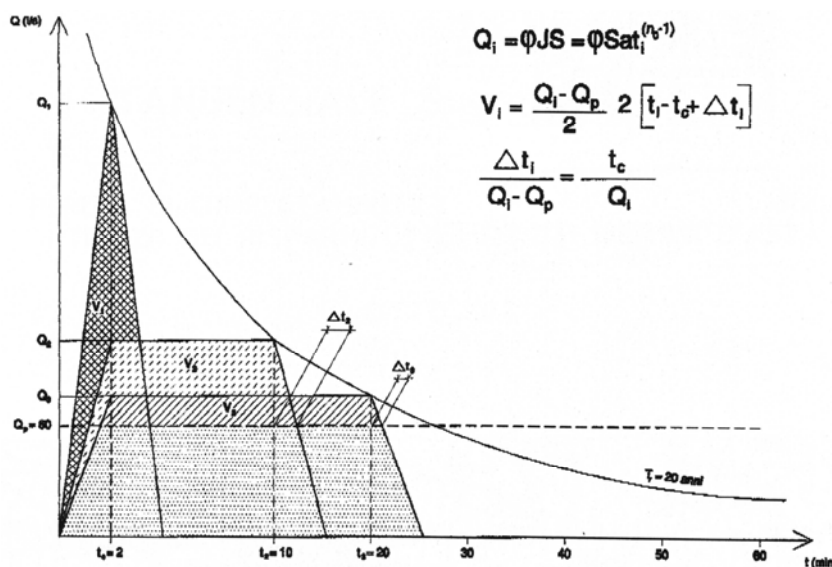


Figura 6. - Volumi di afflusso e di pompaggio.

A fronte dell'afflusso corrispondente alla curva di pioggia sopra esposta per il tempo di ritorno **Tr di 25 anni** l'impianto di sollevamento è frazionato in tre pompe da 12 l/s (43.2 m<sup>3</sup>/ora), di cui una con sola funzione ausiliaria, nell'intento di contenere l'onere di esercizio durante gli afflussi meteorici di minore entità (che sono i più frequenti), distribuire l'usura e garantire almeno una pompa di riserva per la maggior parte degli eventi meteorici da fronteggiare; la massima potenzialità dell'impianto raggiungerà perciò la capacità di 24 l/s (86.4 m<sup>3</sup>/ora).

Nel caso specifico per un'area servita  $S = 1480 \text{ m}^2$ ,  $\varphi = 0.9$ ,  $t_c = 1$  minuto e  $Q_p = 24$  l/s il volume utile richiesto per la vasca di pompaggio è dell'ordine di 25.53 m<sup>3</sup>, considerando a favore di sicurezza un incremento degli afflussi del 15%.

Con riferimento alla tavola di progetto, data la superficie utile di pompaggio  $S_p = 12.78 \times 2.50 = 31.95 \text{ m}^2$  e l'altezza idrometrica  $y = 0.90 \text{ m}$ , quindi il volume  $V_p = 31.95 \times 0.85 = 27.15 \text{ m}^3$ , al netto della sagomatura di fondo, che occupa il volume  $V_f = 9.48 \times 0.10 \times 2.50 / 2 = 1.18 \text{ m}^3$ , il volume utile disponibile è  $V_u = 27.15 - 1.18 = 25.97 \text{ m}^3$ , in accordo con quanto richiesto dal calcolo teorico.

La differenza di circa 5 cm fra la quota idrometrica qui considerata e l'intradosso del serbatoio, che conferisce all'impianto un pur modesto margine di sicurezza, corrisponde all'intervallo di saturazione durante il quale il rilievo idrometrico del misuratore continuo (a ultrasuoni) attiva l'allarme (locale e/o in remoto) di incipiente insufficienza del sistema e il semaforo rosso predisposto alle estremità della trincea stradale.

Il quadro di controllo sarà predisposto anche per rilevare e segnalare l'incipiente saturazione del vano di accumulo allo scopo di attivare la segnaletica luminosa per fermare il transito agli imbocchi delle rampe stradali; per sopperire all'eventuale black out sarà installato un gruppo elettrogeno in grado di alimentare i dispositivi di sollevamento e di allarme (quadro, misuratore di livello, segnale luminoso).

## **7 CONSIDERAZIONI COSTRUTTIVE**

Le caratteristiche costruttive delle opere sono concepite in generale per consentire la sicurezza di cantiere e, a lavori ultimati, il regolare esercizio, tutte le operazioni di manutenzione e di controllo, gli accessi di emergenza e la tempestiva segnalazione di eventuali anomalie potenzialmente pericolose per la sicurezza e la circolazione stradale.

In questa prospettiva si descrivono qui i principali dettagli da considerare nell'esecuzione dei lavori.

### **7.1 DIVERSIONE ROVIEGO**

Al di là delle problematiche di ordine statico, per le quali ci si è preoccupati di salvaguardare il più possibile l'integrità delle strutture esistenti, si evidenzia la necessità di studiare la cantierizzazione anche in funzione degli aspetti idraulici; in corso d'opera si dovranno affrontare infatti alcuni passaggi critici (demolizioni di alveo costruito, raccordo delle strutture nuove con quelle esistenti) durante i quali sono da ricercare le condizioni di minimo livello idrometrico sia nel canale Dosa sia nella falda freatica; per far questo si sceglieranno possibilmente le stagioni in cui con maggiore probabilità ci si attendono regimi pluviometrici modesti e si concorderanno col Consorzio di Bonifica le finestre temporali di minore impatto nella gestione del reticolo idrografico.

Tanto a monte quanto a valle della zona d'intervento si possono applicare diversivi localizzati utilizzando i dispositivi di regolazione esistenti e/o provvisori che consentono il bypassaggio del cantiere mediante adeguati impianti di pompaggio; non è esclusa la necessità di ricorrere anche per questa componente di progetto al sistema Wellpoint già previsto per l'esecuzione del sottopassaggio stradale della ferrovia.

Va da sé che tutti gli interventi in alveo vanno preceduti e seguiti da un'accurata pulizia dei siti in accordo tanto con le regole costruttive elementari quanto con

l'obiettivo di controllare il meglio possibile le zone di giunzione, tamponamento, sutura nelle strutture entro terra, integrando dove necessario anche l'impermeabilizzazione delle opere esistenti messe all'asciutto.

Negli impalcati di copertura si avrà cura di inserire i **cavedi** per il passaggio tanto delle linee tecnologiche di attraversamento quanto di quelle dedicate alle opere elettromeccaniche (sgrigliatore, nastro trasportatore) e loro accessori (quadro elettrico, misuratore di livello a ultrasuoni o resistivo differenziale, telecontrollo, messe a terra, illuminazione, prese elettriche a tenuta stagna).

Particolare attenzione dev'essere riservata all'installazione delle opere elettromeccaniche (allineamenti, dispositivi di sicurezza), in particolare dello sgrigliatore automatico semovente, per realizzare le condizioni di funzionamento ottimali, ovvero di efficienza a lunga durata.

Per la gestione dei dispositivi di misura e controllo, anche a distanza, dell'impianto si dota il quadro elettrico di gruppo di continuità.

## 7.2 IMPIANTO DI SOLLEVAMENTO DEL SOTTOPASSO

Negli alloggiamenti predisposti saranno installate tre elettropompe sommergibili indipendenti da 12 l/s ciascuna e circa 6,6 m di prevalenza, con potenza nominale unitaria di 2KW, comandate da un rilevatore di livello a ultrasuoni e programmate per la distribuzione temporale del lavoro; lo schema d'esercizio prevede tre livelli di avvio delle pompe (due ordinari e uno supplementare o d'emergenza) e uno di stacco contemporaneo; a questi si aggiungono altri due livelli per segnalare (possibilmente a stazione remota di telecontrollo e/o mediante segnale luminoso) l'incipiente annullamento del volume disponibile (ad esempio per anomalie nella capacità di pompaggio) e attivare il semaforo rosso agli ingressi delle rampe stradali, con congruo anticipo sull'esaurimento delle code di traffico.

Con riferimento alla quota di fondo del serbatoio (zero idrometrico), già sovrastante quella di alloggiamento delle pompe (affossata per garantirne la sommergenza senza perdere volume invasabile) si possono stabilire i seguenti



intervalli di funzionamento delle pompe:

| y (cm) | FUNZIONE                        |
|--------|---------------------------------|
| 0      | arresto simultaneo delle pompe  |
| 20     | avvio 1° pompa                  |
| 40     | avvio 2° pompa                  |
| 50     | avvio 3° pompa                  |
| 75     | preallarme a centrale operativa |
| 86     | attivazione semaforo rosso      |

L'eventuale collegamento telefonico fra il sistema di rilevamento idrometrico, la centrale di monitoraggio e il comando delle pompe a distanza dovrà essere predisposto a cura dell'Ente cui spetta la manutenzione stradale.

Anche in questo caso un gruppo di continuità assicurerà l'alimentazione elettrica ai dispositivi di monitoraggio, avviso e segnalamento stradale; è pure previsto il collegamento al gruppo elettrogeno per sopperire a black out.

Oltre al controllo automatico è previsto il comando manuale delle pompe e dell'interruttore generale dell'impianto; saranno invece sempre disponibili apposite prese separate per l'uso di apparecchiature elettriche (manutenzioni, riparazioni sul posto, ecc..).

Le condotte di mandata delle pompe saranno realizzate con tubazioni in PEad DN 110 mm SDR 17 PN10 composte mediante elettrosaldatura e posate entro i tre cavedi in PEad corrugato DN 200 mm predisposti nel massetto della pista ciclabile a sud dell'asse stradale; il quarto cavedio, di caratteristiche analoghe, è riservato ai cavi elettrici.

All'estremità dello scarico, indipendente per ciascuna pompa, sarà installata una valvola unidirezionale a clapet per impedire ingressi indesiderati da valle.

Il vano pompe, ricavato in corrispondenza della pista ciclabile, è accessibile mediante semplice rimozione dei grigliati metallici componibili previsti in sommità per l'ovvia continuità al transito ciclopeditone. Sul lato opposto, nella

corsia nord della carreggiata, è ricavato un pozzetto ispezionabile per agevolare la periodica pulizia del serbatoio di accumulo.

Si ricorda in proposito che sebbene il sistema di trasporto e accumulo dell'acqua sia concepito per ottimizzarne l'efficienza idraulica, ciò non esime dalla regolare attività di ispezione e manutenzione di tutte le sue componenti, che proprio a questo scopo sono accessibili e/o amovibili.

### **7.3 SISTEMA DI DRENAGGIO**

In generale il sistema di trasporto e accumulo dell'acqua è concepito per ottimizzarne l'efficienza idraulica e le manutenzioni ordinarie e straordinarie; perciò saranno ispezionabili o quantomeno accessibili tutte le sue parti.

Per le canalizzazioni longitudinali lungo i cigli stradali basterà semplicemente asportare le griglie a raso con la pavimentazione, fissate agli appositi supporti mediante dispositivi modulari che ne consentono anche la sola rimozione parziale.

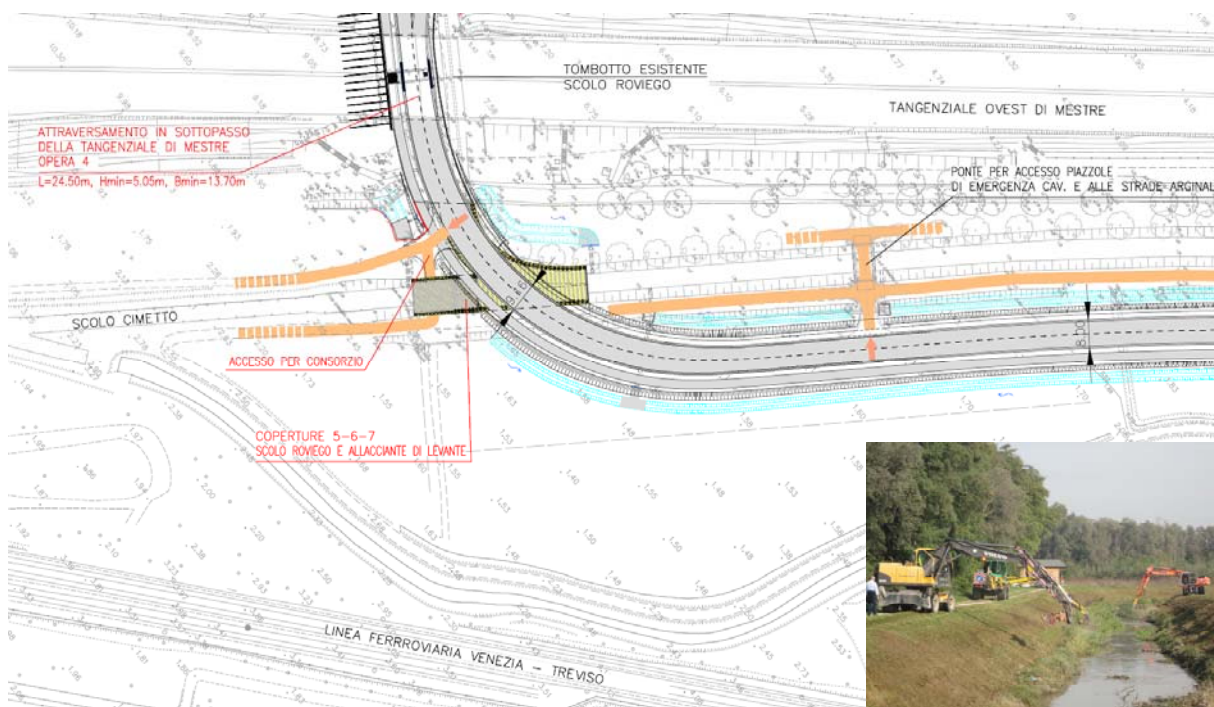
L'accesso al vano pompe sarà realizzato mediante percorso verticale a partire dalla pista ciclabile.

### **7.4 INTERFERENZE CON I PERCORSI E LE VIE DI MANUTENZIONE DEL CONSORZIO DI BONIFICA**

Come concordato con il Consorzio di Bonifica competente, risulta fondamentale il mantenimento dell'accessibilità alle sponde dei canali di competenza sino all'imbocco delle opere di scavalco evitando, più in generale, l'esistenza di settori di corso d'acqua non accessibili da mezzi e interclusi tra le opere di nuova realizzazione.

Al fine di valutare l'effettiva modificazione dei percorsi manutentivi, rispetto allo stato di fatto, si rimanda all'elaborato grafico specifico allegato in cui vengono evidenziati i percorsi e le viabilità, nuove fasce di circa 4 m o mantenimento delle vie esistenti, pensate per la manutenzione dei canali e delle opere di progetto (rif.

09.07.00.01).



In generale, risulta opportuno prevedere l'assenza di luci libere tra l'inizio e la fine delle opere di scavalco di progetto e le opere di attraversamento esistenti.

Un ulteriore accorgimento per garantire la durabilità delle opere e la sicurezza idraulica del territorio è l'eliminazione delle scarpate inverdite nei tratti di corso d'acqua coperti dalle nuove opere di scavalco. In queste aree si prevede un getto di calcestruzzo magro di protezione, con pendenza trasversale verso lo scolo.

## 7.5 INTERFERENZE CON LE OPERE IDRAULICHE DI PROPRIETA' CAV

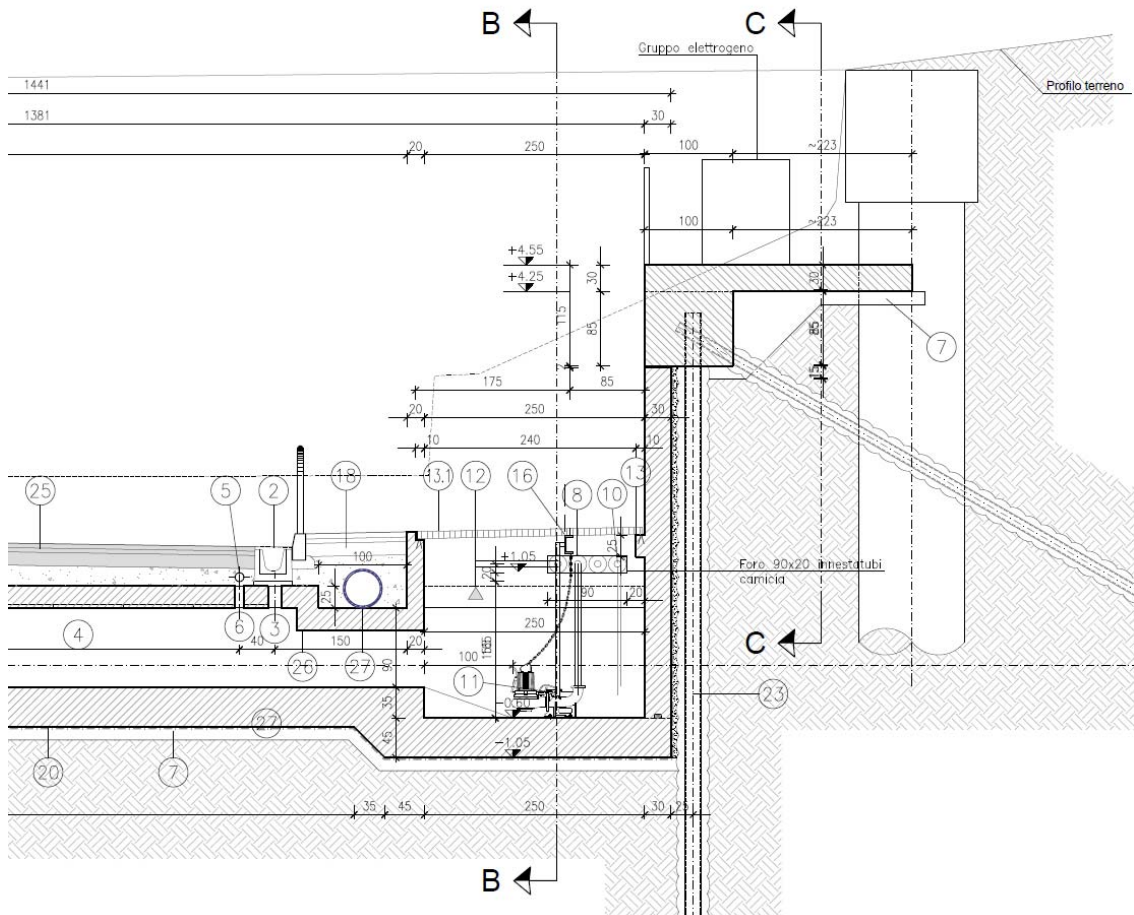
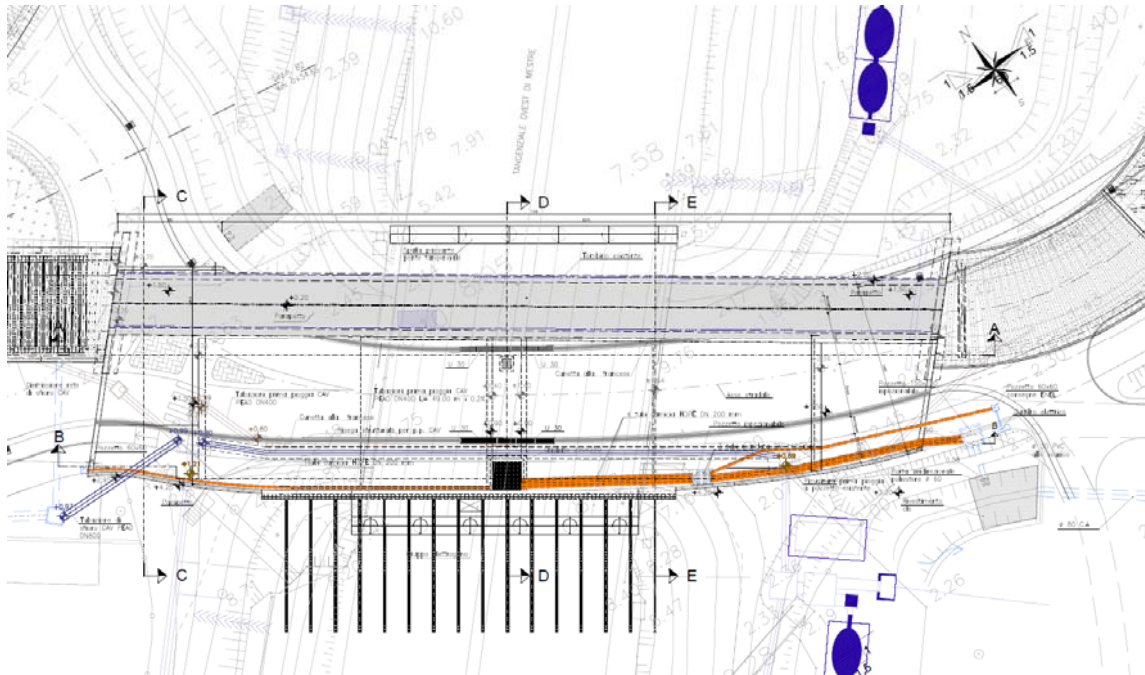
Le opere di progetto risultano essere interferenti con la rete di drenaggio e trattamento delle acque meteoriche di piattaforma della tangenziale di Mestre, di proprietà CAV.

In generale, le scelte progettuali qui presentate sono volte alla minimizzazione degli impatti strutturali e funzionali sulle reti esistenti, le cui caratteristiche principali non vedono modifiche di funzionamento e di manutentabilità.

Rimandando per la visualizzazione puntuale delle opere interferenti agli elaborati grafici annessi al presente progetto definitivo, si riassumono i tre aspetti più importanti:

1. l'interferenza con la tubazione di drenaggio di prima pioggia che collega le linee di raccolta delle acque di piattaforma est ed ovest della tangenziale in corrispondenza del sottopasso esistente e convoglia le acque verso l'impianto di trattamento;
2. gli scarichi della rete nei canali consortili che interferiscono con le strutture da realizzare per l'adeguamento altimetrico del sottovia;
3. le interferenze con una canaletta di raccolta delle acque nelle sezioni di approdo al ponte sul Marzenego.

Per quanto concerne il punto 1., si prevede il mantenimento della continuità del deflusso a gravità delle vie di drenaggio CAV predisponendo una nuova condotta di collegamento in PEAD DN400 grazie ad una risega dell'opera principale di calcestruzzo, opportunamente sagomata, come si evince dagli estratti grafici qui di seguito riportati. Si prevede inoltre la posa di una nuova condotta di scarico / bypass delle acque di seconda pioggia in PEAD DN800 con quote di scorrimento analoghe a quelle del sistema attuale.



Per quanto riguarda, invece, il punto 2, si prevede in generale l'intercettazione degli scarichi dagli impianti di trattamento delle acque di prima pioggia e la loro deviazione verso la prima sezione utile degli allacciamenti. E' importante sottolineare come i percorsi idraulici non risultano aumentati, le quote di scarico non sono state abbassate e le configurazioni degli impianti non vengono modificate.

Circa il punto 3, si prevede la posa di una canaletta 40 x 40 cm in calcestruzzo in grado di garantire la continuità delle rete di raccolta acque intercettate dai due embrici che precedono il ponte sul Marzenego. La posizione della canaletta è stata definita in modo da risultare compatibile con i nuovi ingombri delle opere, con le nuove recinzioni di proprietà CAV e con le scale di emergenza della tangenziale.

## 8 VALUTAZIONE DI COMPATIBILITA' IDRAULICA

La Legislazione regionale mira al controllo dei deflussi nel reticolo idrografico esistente, sempre più provato dall'incremento delle portate dovuto ai noti fenomeni di riduzione delle capacità d'invaso e di estensione delle superfici impermeabili, che accompagnano le nuove urbanizzazioni.

Con riferimento alle indicazioni della Deliberazione della Giunta Regionale del Veneto del 13 dicembre 2002 n. 3637 e s.m.i. la valutazione di compatibilità idraulica ha l'obiettivo di "verificare le variazioni della permeabilità e della risposta idrologica dell'area interessata conseguenti alle previste mutate caratteristiche territoriali"; in accordo con la stima del volume specifico d'invaso  $w$  ( $\text{m}^3/\text{ha}$ ), richiesto ai fini dell'invarianza idraulica della variante urbanistica rispetto allo stato ante operam, posto  $w = 885 \text{ m}^3/\text{ha}$  e calcolato il volume d'invaso sull'intera superficie di occupazione delle nuove pavimentazioni, dell'ordine di  $10420 \text{ m}^2$  (in questo caso si conteggia anche l'aiuola perché sovrapposta alla copertura del collettore Roviego) il volume utile totale d'invaso dev'essere almeno  $V = 885 \cdot 1.04 = 920.4 \text{ m}^3$ .

Per ricavarlo nell'applicazione progettuale si è applicato il principio del sovradimensionamento dei fossi di guardia.

Nella zona della rotatoria su via Gazzera Bassa il collettore Roviego costituisce lo spartiacque per le zone della rotatoria a sud (1) e a nord dello stesso (2) il volume d'invaso calcolato su una superficie di  $2133.2 \text{ m}^2$  andrà ripartito in proporzione rispettivamente in  $V_1 = 75.4 \text{ m}^3$  (40%) e  $V_2 = 113.1 \text{ m}^3$  (60%).

Nel primo caso è da notare che nella zona sud il ramo di accesso alla rotatoria è già composto da superficie asfaltata, si risolve quindi il problema legato alla compatibilità idraulica inserendo una condotta di 80 cm di diametro

Per quanto riguarda la zona nord posto uno sviluppo longitudinale di 62 (nord) + 87 m (ovest) si trova  $A = V/L = 113.1/149 = 0.80 \text{ m}^3/\text{m}$  raggiungibile con una

sezione trapezia di 50 cm di base, scarpate 1/1.5 e altezza utile minore di 50 cm e con un fosso di base 60 cm ed altezza di 1.30 m.

A est del sottopasso autostradale i drenaggi della nuova piattaforma stradale a monte dell'attraversamento del canale Cimetto interessano la parte interna della curva; anche in questo caso la copertura dei collettori induce un certo ritardo degli afflussi e ne consente la modulazione mediante il fossato di gronda già previsto, recapitante al ramo Allacciante di Levante.

Con procedura del tutto simile, per la viabilità di progetto a est del sottopasso autostradale la superficie drenata è dell'ordine di  $S = 7109 \text{ m}^2$ , quindi il massimo volume richiesto è  $V = 885 \cdot 0.711 = 629.2 \text{ m}^3$ . Posto che la lunghezza dei fossi di guardia collocati a est della viabilità di progetto risulta  $L = 342 \text{ m}$  circa, mentre la lunghezza dei restanti fossi di guardia collocati tra l'autostrada e la viabilità di progetto è di circa  $L = 430 \text{ m}$  la sezione utile risulta  $A = 629.2/772 = 0.815 \text{ m}^2$ , facilmente associabile alla sezione trapezia con larghezza di fondo di 80 cm, scarpate 1/1.5 e profondità utile di 75 cm. Tuttavia, essendo i fossi di ovest vincolati nelle dimensioni, si provvede all'allargamento alla base dei soli scoli a est della viabilità in progetto fino a  $B = 1.00 \text{ m}$  e profondità di 80 cm.

Analogamente a nord del canale Marzenego la superficie di nuova pavimentazione risulta essere di  $S = 924 \text{ m}^2$ , il massimo volume utile d'invaso dev'essere almeno  $V = 885 \cdot 0.0924 = 81.8 \text{ m}^3$ .

L'accumulo richiesto può essere ottenuto in parte mediante fosso 50 x 50 con scarpa 1/1.5 e sviluppo di 70 m, il quale provvede all'invaso di circa  $60 \text{ m}^3$ . I restanti  $20 \text{ m}^3$  vengono accolti dalla tubazione di 80 cm di diametro che raccoglie l'acqua grazie alle caditoie i centro strada.

In conclusione i fossi di guardia di progetto consentono di raggiungere i valori d'invaso richiesti dalla verifica di compatibilità idraulica.





9      TABULATI DI DIMENSIONAMENTO IDRAULICO

|       | Aree (m2) |          |          |        | Aree<br>progr<br>(m2) |         | Tempo di corrivazione |          |    |                       |        |     |             |                      |                    | Verifica fosso    |      |     |         |        |           |       |        |      |
|-------|-----------|----------|----------|--------|-----------------------|---------|-----------------------|----------|----|-----------------------|--------|-----|-------------|----------------------|--------------------|-------------------|------|-----|---------|--------|-----------|-------|--------|------|
| Linea | S (m²)    |          |          |        | θ <sub>m</sub>        | Σ Stot  | θ <sub>m,tot</sub>    | Percorso | L  | Ks                    | i      | Tc  | Tc<br>progr | Deflusso<br>unitario | Portata<br>pioggia | Portata<br>totale | L    | B   | i       | Ks     | tirante h | Area  | Rh     | v    |
|       | θ = 0,20  | θ = 0,60 | θ = 0,90 | Σ S    |                       | (m²)    |                       |          | m  | m <sup>(1/3)</sup> /s |        | s   | ore         | mm/ora               | l/s                | l/s               | m    | m   | -       | m1/3/s | m         | m2    | m      | m/s  |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       |          |    |                       |        |     |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
| F1    |           | 211      | 357      | 568.05 | 0.79                  | 568.05  | 0.79                  | accesso  | 8  | 60                    | 0.01   | 44  |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       | condotta | 63 | 30                    | 0.002  | 226 | 0.08        | 207.151              | 25.8               | 25.8              | 63.0 | 0.5 | 0.002   | 30     | 0.13      | 0.093 | 0.0946 | 0.28 |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       |          |    |                       |        |     |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
| F2    | 64        | 241      | 677      | 981.7  | 0.78                  | 981.7   | 0.78                  | accesso  | 8  | 60                    | 0.025  | 32  |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       | condotta | 67 | 30                    | 0.002  | 203 | 0.07        | 218.780              | 46.6               | 46.6              | 67.0 | 0.5 | 0.002   | 30     | 0.18      | 0.141 | 0.1220 | 0.33 |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       |          |    |                       |        |     |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
| F3    | 64        | 472      | 521      | 1056.3 | 0.72                  | 1056.3  | 0.72                  | accesso  | 8  | 60                    | 0.025  | 32  |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       | condotta | 62 | 30                    | 0.004  | 145 | 0.05        | 244.462              | 51.9               | 51.9              | 62.0 | 0.6 | 0.004   | 30     | 0.15      | 0.121 | 0.1071 | 0.43 |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       |          |    |                       |        |     |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
| F4    | 180       | 361      | 705      | 1245.8 | 0.71                  | 1245.75 | 0.71                  | accesso  | 17 | 60                    | 0.035  | 48  |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       | condotta | 37 | 30                    | 0.0038 | 81  | 0.04        | 275.761              | 67.9               | 67.9              | 37.0 | 0.6 | 0.0038  | 30     | 0.17      | 0.149 | 0.1219 | 0.45 |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       |          |    |                       |        |     |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
| F5    |           | 358      | 0        | 358    | 0.60                  | 358     | 0.60                  | accesso  | 6  | 60                    | 0.01   | 36  |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       | condotta | 41 | 30                    | 0.0035 | 175 | 0.06        | 228.287              | 13.6               | 13.6              | 41.0 | 1   | 0.00345 | 30     | 0.05      | 0.058 | 0.0486 | 0.23 |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       |          |    |                       |        |     |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
| F6    |           | 387      | 835      | 1222   | 0.80                  | 1222    | 0.80                  | accesso  | 17 | 60                    | 0.025  | 55  |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       | condotta | 54 | 30                    | 0.0036 | 133 | 0.05        | 239.074              | 65.3               | 65.3              | 54.0 | 1   | 0.00357 | 30     | 0.13      | 0.160 | 0.1083 | 0.41 |
|       |           |          |          |        |                       |         |                       |          |    |                       |        |     |             |                      |                    |                   |      |     |         |        |           |       |        |      |



|     |     |       |        |        |      |        |      |          |     |    |        |     |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
|-----|-----|-------|--------|--------|------|--------|------|----------|-----|----|--------|-----|-------------|---------|------|------|--------------|-----|--------|----|------|-------|--------|------|
| F7  |     | 601   | 454    | 1054.6 | 0.73 | 3183.6 | 0.74 | accesso  | 7   | 60 | 0.025  | 29  |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
|     |     |       |        |        |      |        |      | condotta | 91  | 30 | 0.002  | 232 | <b>0.17</b> | 152.229 | 99.9 | 99.9 | <b>91.0</b>  | 0.8 | 0.002  | 30 | 0.22 | 0.255 | 0.1583 | 0.39 |
|     |     |       |        |        |      |        |      |          |     |    |        |     |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
| F8  |     | 1,072 | 1057   | 2129   | 0.75 | 2129   | 0.75 | accesso  | 7   | 60 | 0.025  | 29  |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
|     |     |       |        |        |      |        |      | condotta | 158 | 30 | 0.004  | 335 | <b>0.10</b> | 184.493 | 81.7 | 81.7 | <b>158.0</b> | 0.8 | 0.004  | 30 | 0.17 | 0.173 | 0.1241 | 0.47 |
|     |     |       |        |        |      |        |      |          |     |    |        |     |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
| F9  |     | 1,196 | 1030.4 | 2226.4 | 0.74 | 2226.4 | 0.74 | accesso  | 7   | 60 | 0.025  | 29  |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
|     |     |       |        |        |      |        |      | condotta | 184 | 30 | 0.002  | 493 | <b>0.14</b> | 160.316 | 73.3 | 73.3 | <b>184.0</b> | 0.5 | 0.002  | 30 | 0.23 | 0.196 | 0.1469 | 0.37 |
|     |     |       |        |        |      |        |      |          |     |    |        |     |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
| F10 |     | 337   | 695    | 1031.5 | 0.80 | 1031.5 | 0.80 | accesso  | 7   | 60 | 0.025  | 29  |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
|     |     |       |        |        |      |        |      | condotta | 42  | 30 | 0.002  | 125 | <b>0.04</b> | 258.046 | 59.3 | 59.3 | <b>42.0</b>  | 0.8 | 0.002  | 30 | 0.17 | 0.176 | 0.1255 | 0.34 |
|     |     |       |        |        |      |        |      |          |     |    |        |     |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
| F11 |     | 251   | 208    | 459    | 0.74 | 459    | 0.74 | accesso  | 7   | 60 | 0.025  | 29  |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
|     |     |       |        |        |      |        |      | condotta | 35  | 30 | 0.008  | 84  | <b>0.03</b> | 291.468 | 27.3 | 27.3 | <b>35.0</b>  | 0.8 | 0.008  | 30 | 0.07 | 0.065 | 0.0617 | 0.42 |
|     |     |       |        |        |      |        |      |          |     |    |        |     |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
| F12 |     | 517   | 640    | 1156.5 | 0.77 | 1615.5 | 0.76 | accesso  | 7   | 60 | 0.025  | 29  |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
|     |     |       |        |        |      |        |      | condotta | 58  | 30 | 0.0026 | 149 | <b>0.07</b> | 209.876 | 71.3 | 71.3 | <b>58.0</b>  | 0.8 | 0.0026 | 30 | 0.17 | 0.183 | 0.1286 | 0.39 |
|     |     |       |        |        |      |        |      |          |     |    |        |     |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
| F13 | 227 | 465   | 755    | 1447   | 0.69 | 1447   | 0.69 | accesso  | 7   | 60 | 0.025  | 29  |             |         |      |      |              |     |        |    |      |       |        |      |
|     |     |       |        |        |      |        |      | condotta | 48  | 30 | 0.0035 | 109 | <b>0.04</b> | 268.956 | 75.0 | 75.0 | <b>48.0</b>  | 0.8 | 0.0035 | 30 | 0.16 | 0.171 | 0.1230 | 0.44 |