



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale  
dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale delle strade USTRA  
Filiale Bellinzona

## Strada Nazionale N02 / Settore TI-E



### Tratto Chiasco - Rivera EP 28 Gentilino - Lamone

Cantone /Comune:	TI / Collina d'Oro - Lamone
Tratto di manutenzione:	80 / 23.950 - 30.060
RBBS:	2720+50 - 2650+940
Lotto / Oggetto:	
TDcost:	120008 N0280EP28GL
Numero inventario:	21.02.80.303.00
Categoria struttura:	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> T/G <input checked="" type="checkbox"/> T/U <input type="checkbox"/> BSA

## Progetto d'intervento (MP)

### Incarto TU: Tracciato ed ambiente 10 - Incarto cappello Relazione tecnica generale

#### Consorzio Ingegneri

##### EP28 LUGANO:

via Besso 7 6900 Lugano  
T 091 / 961 24 00  
F 091 / 967 22 24  
E ep28-ustra@piniswiss.com

- ☐ Pini Swiss Engineers SA
- ☒ AF TOSCANO SA
- ☐ Project Partners Ltd
- ☐ Studio di ingegneria Giorgio Masotti
- ☐ Ifec Ingegneria SA
- ☐ Studio di Ingegneria Francesco Allievi
- ☐ Pagani + Lanfranchi SA



AF TOSCANO



Project Partners Ltd  
Consulting Engineers

Documento No.

MP - 10.3-1

Rev.	Allestito	Indice A	Indice B	Indice C	Indice D	No. interno ufficio:	MP - 10.3-1
Data	31.05.2018					Numero oggetto di inventario:	21.02.80.303.00
Visto	CUM					Formato:	A4
Controllo	CUM					Scala:	

#### Condizione di progetto

Ufficio federale delle Strade USTRA  
Filiale Bellinzona  
Via C. Pellandini 2  
6500 Bellinzona

Entrata il:

Verificato / Ing. verificatore:

Delibera: Hum

	Data	Progettato	Disegnato	Controllato	Annotazione:
Allestito	31.05.2018	CUM	CUM	CUM	.....
Indice A	.....	.....	.....	.....	.....
Indice B	.....	.....	.....	.....	.....
Indice C	.....	.....	.....	.....	.....
Indice D	.....	.....	.....	.....	.....

---

## Sommario

<b>1. INTRODUZIONE</b>	<b>6</b>
1.1 Obiettivi del progetto	6
1.2 Stato attuale	6
1.3 Adeguamenti principali del tracciato	6
1.4 Limiti del progetto	7
<b>2. BASI PER LA PROGETTAZIONE</b>	<b>9</b>
2.1 Documenti specifici del progetto	9
2.2 Disposizioni legali	9
2.3 Istruzioni, direttive, manuali e documentazione USTRA	10
2.4 Norme VSS	10
2.5 Norme SIA	12
<b>3. GESTIONE TRAFFICO E CANTIERISTICA</b>	<b>13</b>
3.1 Fase 0 da gennaio a giugno 2020	13
3.2 Fase 1 da luglio a ottobre 2021	13
3.3 Fase 2 da gennaio a marzo 2022	14
3.4 Fase 3 da aprile 2022 a marzo 2023	15
3.5 Fase 4A da maggio 2023 a settembre 2023	16
3.6 Fase 5 da ottobre 2023 a ottobre 2024	16
3.7 Fase 6 da giugno 2025 a luglio 2025	17
<b>4. ESPROPRI</b>	<b>18</b>
<b>5. TRACCIATO</b>	<b>19</b>
5.1 Parametri di base per la definizione della geometria stradale	19
5.1.1 Velocità di progetto	19
5.1.2 Elementi della geometria orizzontale	19
5.1.3 Elementi della geometria verticale	19
5.1.4 Elementi geometrici del profilo tipo	20
5.1.5 Elementi geometrici delle entrate ed uscite e delle rampe autostradali	20
5.1.6 Dimensionamento della soprastruttura e sottostruttura	20
5.1.7 Classi di traffico	20

*Relazione tecnica generale*

<b>5.2 Tracciato N2</b>	<b>20</b>
5.2.1 Geometria orizzontale	20
5.2.2 Verifiche di visibilità	22
5.2.3 Allargamenti in curva	22
5.2.4 Geometria verticale	23
5.2.5 Sezioni tipo	23
<b>5.3 Tracciati svincolo Lugano Nord</b>	<b>26</b>
5.3.1 VoMa Svincolo Lugano nord – Asse 201, Asse 202 e Asse 203	26
5.3.2 Asse 505 – Bretella di collegamento	27
5.3.3 Asse 204 – Diramazione per Lugano, entrata verso nord	28
5.3.4 Asse 205 – Diramazione per Lugano, uscita da nord	29
5.3.5 Asse 206 e asse 207	29
5.3.6 Coordinamento piano-altimetrico	29
<b>5.4 Interventi per la protezione della falda</b>	<b>29</b>
<b>5.5 Area di sosta Muzzano</b>	<b>30</b>
<b>5.6 Predisposizione per l'utilizzo della corsia di emergenza come corsia dinamica (PUN)</b>	<b>31</b>
<b>5.7 Interventi risanamento rampa di entrata verso Sud svincolo Lugano Nord</b>	<b>32</b>
<b>6. SOVRASTRUTTURA STRADALE</b>	<b>33</b>
<b>6.1 Stato della sovrastruttura esistente</b>	<b>33</b>
<b>6.2 Definizione della sovrastruttura stradale di progetto</b>	<b>34</b>
<b>6.3 Dimensionamento della soprastruttura stradale</b>	<b>36</b>
6.3.1 Dimensionamento al gelo	37
6.3.2 Dimensionamento alla capacità portante	39
<b>7. EVACUAZIONE ACQUE</b>	<b>41</b>
<b>7.1 Situazione esistente</b>	<b>41</b>
<b>7.2 Stato delle canalizzazioni</b>	<b>43</b>
<b>7.3 Concetto di smaltimento delle acque meteoriche</b>	<b>43</b>
<b>7.4 Rete di evacuazione acque meteoriche di progetto</b>	<b>46</b>
7.4.1 Definizione del sistema di evacuazione delle acque meteoriche	46
7.4.2 Dimensionamento della rete di evacuazione acque meteoriche	49
7.4.3 Dimensionamento scolmatori di piena	50
7.4.4 Sistema di evacuazione acque provvisorio (fasi di cantiere)	54
7.4.5 Caratteristiche dei materiali	54
<b>8. INFRASTRUTTURE DI TERZI</b>	<b>55</b>
<b>8.1 CDALED</b>	<b>55</b>
<b>8.2 AIL</b>	<b>55</b>
<b>8.3 METANORD</b>	<b>55</b>

Relazione tecnica generale

<b>8.4 SWISSCOM E UPC</b>	<b>56</b>
<b>9. BSA GENIO CIVILE</b>	<b>57</b>
<b>9.1 Tracciati cavi</b>	<b>57</b>
9.1.1 Situazione attuale	57
9.1.2 Situazione di progetto	58
<b>9.2 Portali segnaletica</b>	<b>59</b>
<b>9.3 Edifici tecnici</b>	<b>59</b>
9.3.1 Cabina di trasformazione Lugano Nord	59
9.3.2 Cabina di smistamento Manno	59
9.3.3 Nuovo locale tecnico zona IDA Bioggio	59
9.3.4 Locale tecnico area di sosta di Muzzano	60
<b>10. BARRIERE DI SICUREZZA</b>	<b>61</b>
<b>10.1 Situazione esistente</b>	<b>61</b>
<b>10.2 Situazione di progetto</b>	<b>62</b>
<b>11. RECINZIONI</b>	<b>64</b>
<b>11.1 Situazione esistente</b>	<b>64</b>
<b>11.2 Situazione di progetto</b>	<b>64</b>
<b>11.3 Cancelli</b>	<b>65</b>
<b>12. SEGNALETICA</b>	<b>66</b>
<b>12.1 Segnaletica di progetto</b>	<b>66</b>
<b>12.2 Segnaletica di cantiere</b>	<b>66</b>
<b>13. GESTIONE MATERIALI</b>	<b>67</b>
<b>14. MANUFATTI</b>	<b>68</b>
<b>ALLEGATI:</b>	
1) Dossier applicabilità RiLi 11001	
2) Verifica planoaltimetrica	
3) Dossier protezione falda	
4) Dimensionamento rete evacuazione acque	

*Relazione tecnica generale***INDICE DELLE TABELLE****Pagina**

Tabella 1: Classi di traffico considerati per il dimensionamento della struttura stradale	20
Tabella 2: Definizioni degli assi di tracciato N2 (confronto con denominazione progetto originario)	21
Tabella 3: Verifica geometria orizzontale del tracciato	22
Tabella 4: Interventi di manutenzione pavimentazione carreggiata SN	33
Tabella 5: Interventi di manutenzione pavimentazione carreggiata NS.	34
Tabella 6 - Caratteristiche separatori oli e vasche contenimento inquinanti presenti lungo la tratta	43
Tabella 7 - Basi per il dimensionamento del sistema di evacuazione acque meteoriche	50
Tabella 8 – Definizione afflussi in ingresso e in uscita dai manufatti scolmatori	51
Tabella 9 – Dimensionamento scaricatore di piena SP126	52
Tabella 10 - Dimensionamento scaricatore di piena SP116	53
Tabella 11 - Distanza tra barriera di sicurezza ed bordo carreggiata	63

**INDICE DELLE FIGURE****Pagina**

Figura 1 Velocità di progetto Svincolo Lugano Nord	19
Figura 2: Dettaglio spartitraffico 3.00 m con VarioGuard	24
Figura 3 - Sezione: restringimento C.E. presso Cavalcavia sopra SN e fiume Vedeggio km 26+622	25
Figura 4: Planimetria: restringimento C.E. presso cavalcavia sopra SN e fiume Vedeggio km 26+622	25
Figura 5: Denominazione assi svincolo Lugano nord	26
Figura 6: Definizione elementi geometrici Asse 505, entrata verso nord	27
Figura 7: Elementi geometrici asse 505, entrata verso nord	28
Figura 8: Elementi geometrici Asse 204	28
Figura 9: Allargamento per protezione della falda lungo la N2	30
Figura 10: Sezione soprastruttura stradale di progetto	36
Figura 11: Indice di gelività dell'aria secondo SN 670 140b	38
Figura 12 – Ubicazione degli scarichi esistenti nei ricettori naturali presenti lungo la tratta	42
Figura 13 – Definizione dei comparti della rete di smaltimento acque meteoriche	44
Figura 14: Dettaglio cunetta filtrante	48
Figura 15 – Definizione delle variabili per il dimensionamento del manufatto scolmatore	50
Figura 16 - Tipologia barriere esistenti	62

Relazione tecnica generale

---

*Relazione tecnica generale*

---

## **1. Introduzione**

### **1.1 Obiettivi del progetto**

Il progetto "Infrastruttura stradale" USTRA EP 28 Gentilino – Lamone comprende gli interventi di manutenzione e trasformazione da realizzarsi lungo l'asse autostradale dal km 23.950 (portale Nord della galleria di Gentilino) al km 30.060 (Lamone) e le bretelle dello svincolo basso Lugano Nord (tra il km 27.640 e il km 30.060). Lungo questi tratti autostradali è previsto un intervento generale di risanamento di tutte le componenti autostradali.

Presenti lungo il tratto vi sono due aree di sosta (Muzzano), uno svincolo autostradale (Lugano Nord), una quindicina di manufatti importanti, due muri di controriva, così come una dozzina di manufatti minori quali tombini, tombinoni e sottopassi pedonali.

Nel tratto di 6.1 km, si prevede un intervento di risanamento su tutte le opere (terminologia USTRA: MANUTENZIONE) e l'esecuzione di tutte le nuove opere secondo le direttive e le norme attualmente in vigore (terminologia USTRA: TRASFORMAZIONE). Ciò dovrà avvenire tenendo conto delle caratteristiche dell'esercizio autostradale con l'obiettivo principale di arrecare il minor disturbo possibile al traffico stradale garantendo la necessaria qualità esecutiva.

### **1.2 Stato attuale**

L'esecuzione del tratto autostradale della N2 tra Lugano Sud e Lugano Nord risale alla fine degli anni '60, con l'inizio della realizzazione dei manufatti e degli strati portanti della pavimentazione negli anni compresi tra 1963 e 1967.

L'esecuzione dello svincolo autostradale Lugano Nord risale all'inizio degli anni '70, la realizzazione dei manufatti e degli strati portanti della pavimentazione risale agli anni compresi tra il 1967 ed il 1974. La tratta autostradale Grancia – Lamone è stata aperta al traffico nel 1968 mentre lo svincolo di Lugano Nord è stato completato nel 1974. Durante questo periodo d'esercizio è stato a più riprese oggetto di interventi puntuali di conservazione, che riguardavano in particolare il manto stradale.

Negli anni 2011-2012 buona parte delle bretelle dello svincolo Lugano Nord sono state completamente risanate con particolare attenzione alla protezione della falda.

Il tratto autostradale N2 tra Gentilino e Lamone presenta su tutta la lunghezza 2 carreggiate con 2 corsie di circolazione di larghezza pari a ca. 3.75 m. In entrambe le direzioni è sempre presente una corsia d'emergenza con una larghezza di almeno 2.50 m, ad eccezione della bretella Diramazione per Lugano Nord uscita, caratterizzata da senso unico con doppia corsia di marcia.

### **1.3 Adeguamenti principali del tracciato**

#### **Tracciato**

- innalzamento carreggiata Nord-Sud, nel tratto tra il km 24.100 e il km 25.800. L'entrata e l'uscita dall'area di sosta di Muzzano (lato carreggiata NS) e il manufatto Sottopasso SC Sorengo-Piodella Nord-Sud saranno adattati alle nuove geometrie delle livellette stradali;



Relazione tecnica generale

- adeguamento della larghezza totale delle carreggiate da 10.50 m a 12.10 m per permettere la conduzione del traffico in fase di cantiere con il sistema 4+0. La larghezza della corsia d'emergenza sarà portata da 2.50 m a 3.25 m. Per garantire le adeguate condizioni di sicurezza in fase di cantiere con il sistema 4+0 sono state previste nicchie di sosta definitive.

**Pavimentazione e soprastruttura stradale**

- sostituzione dell'intera pavimentazione bituminosa, sia sull'autostrada che nelle bretelle dello svincolo di Lugano Nord;
- adeguamento delle pendenze trasversali stradali in conformità alle direttive USTRA e normative in vigore;
- pavimentazione dello spartitraffico centrale, eliminando la vegetazione, per ridurre gli oneri di manutenzione e i relativi disturbi al traffico e consentire la conduzione del traffico in fase di cantiere con il sistema 4+0.

**Sottostruttura stradale**

- innalzamento della carreggiata Nord-Sud tra il km 24.100 e km 25.800 con esecuzione completa del rilevato autostradale;
- interventi locali di ricostruzione del rilevato autostradale in corrispondenza degli interventi profondi sulle canalizzazioni.

**Aree di sosta di Muzzano**

- rifacimento e riorganizzazione dell'Area di sosta di Muzzano, sia dal lato SN e NS.

**1.4 Limiti del progetto**

Il progetto riguarda i lavori di conservazione del patrimonio autostradale inerente il tratto di autostrada compreso tra il km 23+950 (portale Nord della galleria di Gentilino) e il km 30+060 (Lamone) e due bretelle dello svincolo Lugano Nord (Diramazione per Lugano Nord uscita, Diramazione per Lugano Nord entrata: fino al sottopasso Pradone).

Per quanto riguarda le protezioni foniche, il limite di tratta a Nord è stato spostato circa al km 30+500 per permettere di analizzare dal punto di vista dell'impatto fonico tutto il comune di Lamone.

Per quanto riguarda la rete di evacuazione delle acque meteoriche dalla superficie stradale, la superficie scolante è stata estesa oltre i limiti di progetto dei lavori di conservazione sopra indicati come segue:

- in corrispondenza dell'interconnessione con la rotonda Veduggio-Cassarate è stata estesa sino all'UHPERI della N2, comprendendo le acque di piattaforma del progetto PTL;
- a Nord, in accordo con il Committente, è stata prevista la futura immissione delle acque provenienti dalla tratta a monte (sino alla linea di spartiacque naturale in corrispondenza del ponte sul Veduggio al km 31+500), di competenza del progetto di conservazione EP15;
- in corrispondenza del portale Sud della galleria di Gentilino, si è prevista l'immissione delle acque di infiltrazione e di lavaggio della galleria nella rete di evacuazione in progetto.

Relazione tecnica generale

---

Per quanto riguarda gli interventi di BSA genio civile, occorre precisare quanto segue:

- tracciato cavi → il limite Nord lungo la carreggiata SN è prolungato al km 30+450 circa, conformemente al progetto di protezione fonica;
- portali segnaletica → il limite Nord è prolungato al km 32+100 (per maggiori dettagli si rimanda ai dossier K Portali segnaletica).

*Relazione tecnica generale*

---

**2. BASI PER LA PROGETTAZIONE****2.1 Documenti specifici del progetto**

- [1] EP 28 Gentilino-Lamone, Progetto di intervento MK (2010);
- [2] EP28 Dossier di sintesi (2014);
- [3] EP28 Progetti di pubblicazione: AP1, AP2, AP3, AP4, AP5, AP6
- [4] EP 28 Gentilino-Lamone – Approvazione del concetto di intervento MK (10.08.2015)
- [5] EP28 Dossier di protezione della falda (25.09.2013)
- [6] Piani di archivio USTRA
- [7] Progetto di sistemazione fiume Vedeggio (2010)
- [8] Progetto definitivo Circonvallazione Agno-Bioggio (2015)
- [9] Progetto definitivo Rete TRAM (2016)
- [10] EP 28 Gentilino-Lamone, Rilievo geodetico dal Km 23+950 al Km 30+060, Studio Calastri (marzo 2016 – novembre 2016)
- [11] Raccomandazione per il Cantone Ticino – Curve di intensità di pioggia (Febbraio 2002)

**2.2 Disposizioni legali**

- Legge federale dell'8 marzo 1960 sulle strade nazionali, LSN, RS 725.11 (stato 01.01.18);
- Ordinanza del 7 novembre 2007 sulle strade nazionali, OSN, RS 725.111 (stato 01.01.18);
- Legge federale del 19 dicembre 1958 sulla circolazione stradale, LCStr, RS 741.01 (stato 01.01.18);
- Ordinanza del 13 novembre 1962 sulle norme della circolazione stradale, ONC, RS 741.11 (stato 07.05.17);
- Ordinanza del 5 settembre 1979 Ordinanza sulla segnaletica stradale, OSStr, RS 741.21 (stato 15.01.17);
- Legge federale del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente, LPAmb, RS 814.01 (stato 01.01.18);
- Ordinanza del 19 ottobre 1988 concernente l'esame dell'impatto sull'ambiente, OEIA, RS 814.011 (stato 01.10.16)
- Legge federale sulle foreste, LFo, RS 921.0 (stato 01.01.17);
- Ordinanza del 15 dicembre 1986 contro l'inquinamento fonico, OIF, RS 814.41 (stato 01.04.2018);

**Relazione tecnica generale**

- Legge federale del 24 Gennaio 1991 sulla protezione delle acque, LPaC, RS 814.20 (stato 01.01.17);
- Ordinanza del 28 ottobre 1998 sulla protezione delle acque, OPaC, RS 814.201 (stato 01.01.18);
- Ordinanza del 16 dicembre 1985 contro l'inquinamento atmosferico, OIA, RS 814.318.142.1 (stato 01.01.18)
- Ordinanza del 27 febbraio 1991 sulla protezione contro gli incidenti rilevanti, OPIR, RS 814.012 (stato 01.06.15)

**2.3 Istruzioni, direttive, manuali e documentazione USTRA**

	<b>Doc.</b>	<b>Edizione</b>	<b>Titolo</b>
[1]	11 001	2017	Richtlinie Normalprofile Nationalstrassen 1. und 2. Klasse mit Richtungstrennung
[2]	11 002	2002	Berücksichtigung des Unterhalts bei der Projektierung und beim Bau der Nationalstrassen
[3]	11 004	2011	Richtlinie Bau der Nationalstrasse Entwicklung der Projekte
[4]	11 005	2005	Directive: Dispositifs de retenue de véhicules
[5]	12 001	2005	Projektierung und Ausführung von Kunstbauten der Nationalstrassen
[6]	12 002	2005	Richtlinie Überwachung und Unterhalt der Kunstbauten der Nationalstrassen
[7]	12 004	2011	Konstruktive Einzelheiten von Brücken - Brückenende
[8]	12 008	2005	Richtlinie Anprall von Strassenfahrzeugen auf Bauwerksteile von Kunstbauten
[9]	15 002	2013	Réaffectation de la bande d'arrêt d'urgence
[10]	15 003	2006	Verkehrsmanagement auf Nationalstrasse
[11]	15 004	2014	Aree di posteggio e aree di sosta per il traffico pesante
[12]	15 011	2016	Wechseltextanzeigen (WTA)
[13]	19001	2008	Misure di sicurezza sulle strade nazionali secondo l'ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti
[14]	21 001	01.2018	Fachhandbuch Trasse/Umwelt
[15]	22 001	02.2018	Manuale tecnico Manufatti
[16]	23 001	01.2018	Manuale tecnico Equipaggiamenti di esercizio e di sicurezza
[17]	24 001	01.2018	Manuale tecnico Gallerie e geotecnica
[18]	71 005	2010	Requisiti di qualità dei rivestimenti bituminosi
[19]	75 002	2011	Piani di gestione del traffico sulle strade nazionali
[20]	76 004	2015	Applicazione della norma SN640885 edizione 2015-06

**2.4 Norme VSS**

<b>Norma</b>	<b>Edizione</b>	<b>Titolo</b>
SN 640 005b	2010	Verkehrserhebungen; Ganglinien und durchschnittlicher täglicher Verkehr
SN 640 016a	1998	Massgebender Verkehr
SN 640 017a	1999	Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Grundlagennorm
SN 640 018a	2006	Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Freie Strecke auf Autobahnen
SN 640 019	1999	Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Einfahrten in Hochleistungsstrassen

*Relazione tecnica generale*

SN 640 039-1	2001	Strassenprojektierung; Unterhaltsfreundliche Gestaltung von Strassenanlagen
SN 640 040b	1992	Projektierung, Grundlagen; Strassentypen
SN 640 041	1992	Projektierung, Grundlagen; Strassentyp: Hochleistungsstrassen
SN 640 080b	1991	Projektierung, Grundlagen; Geschwindigkeit als Projektierungselement
SN 640 090b	2001	Projektierung, Grundlagen; Sichtweiten
SN 640 100a	1997	Linienführung; Elemente der horizontalen Linienführung
SN 640 105b	2003	Verbreiterung der Fahrbahn in Kurven
SN 640 110	1983	Linienführung; Elemente der vertikalen Linienführung
SN 640 120	1996	Linienführung; Quergefälle in Geraden und Kurven, Quergefallsänderung
SN 640 135	2013	Linienführung - Mittelstreifenüberfahrten
SN 640 138b	2005	Linienführung; Zusatzstreifen in Steigungen und Gefällen
SN 640 140	1978	Linienführung; Optische Anforderungen
SN 640 198a	2000	Kurven; Kehren (Wendeplatten), inkl. Anhang (Bei Papierbestell. inkl. Berechnungshilfe CD-ROM)
SN 640 200	2017	Geometrisches Normalprofil - Elemente
SN 640 201	2017	Geometrisches Normalprofil - Grundabmessungen und Lichtraumprofil
SN 640 202	2017	Geometrisches Normalprofil - Erarbeitung
SN 640 250	1998	Knoten; Grundlagenorm
SN 640 251	1998	Knoten; Knotenelemente
SN 640 261	1999	Knoten; Kreuzungsfreie Knoten
SN 640 271a	1991	Kontrolle der Befahrbarkeit
SN 640 320	2011	Dimensionierung des Strassenaufbaus; Äquivalente Verkehrslast
SN 640 324	2011	Dimensionierung des Strassenaufbaus; Unterbau und Oberbau
SN 640 340a	2003	Strassenentwässerung; Grundlagen
SN 640 347	2009	Strassenentwässerung; Belastung von Strassenabwasser
SN 640 350	2001	Oberflächenentwässerung von Strassen; Regenintensitäten
SN 640 353	2003	Strassenentwässerung; Abfluss
SN 640 354	2010	Strassenentwässerung; Entwässerung über das Bankett
SN 640 356	2003	Strassenentwässerung; Ablauf, Strassenablauf
SN 640 357	2003	Strassenentwässerung; Bemessung der Leitungen
SN 640 360	1985	Strassenentwässerung; Rohrleitungen und Drainagen, Ausführungsvorschriften
SN 640 366	2012	Strassenentwässerung; Aufsätze und Abdeckungen
SN 640 430b	2013	Walzasphalt - Konzeption, Ausführung und Anforderungen an die eingebauten Schichten
SN 640 510a	2017	Eigenschaften der Fahrbahnoberflächen: Grundnorm
SN 640 560	2005	Passive Sicherheit im Strassenraum; Grundnorm
SN 640 561	2016	Passive Sicherheit im Strassenraum - Fahrzeug-Rückhaltesysteme
SN 640 567-2	2011	Dispositifs de retenue routiers : Partie 2 : classes de performance, critères d'acceptation des essais de choc et méthodes d'essai pour les barrières de sécurité incluant les barrières de bord d'ouvrage d'art
SN 640 568	2013	Passive Sicherheit im Strassenraum - Geländer
SN 640 781	2006	Verkehrsmanagement; Begriffssystematik
SN 640 800	2018	Verkehrsbeeinflussung auf autobahnen und Autostrassen; Grundnorm
SN 640 802	1999	Verkehrsbeeinflussung; Fahrstreifen-Lichtsignal-System (FLS)
SN 640 803	2010	Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und Autostrassen; Wechselsignale
SN 640 804	2007	Verkehrsbeeinflussung auf Autobahnen und Autostrassen; Wechselwegweisung
SN 640 814b	1998	Strassensignale; Anzeige der Fahrstreifen
SN 640 815f	2009	Strassensignale; Vorschriften
SN 640 820a	2004	Signalisation der Autobahnen und Autostrassen; Wegweiser, Darstellung
SN 640 822	1997	Leiteinrichtungen
SN 640 823	2000	Signale; Entfernungstafeln
SN 640 824a	2003	Signale; Nummerierung der Anschlüsse und Verzweigungen von Autobahnen und Autostrassen
SN 640 845a	2009	Signale; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen

*Relazione tecnica generale*

SN 640 850a	2005	Markierungen; Ausgestaltung und Anwendungsbereiche
SN 640 853	2007	Markierungen; Unterflurleuchten
SN 640 854a	2009	Markierungen; Anordnung auf Autobahnen und Autostrassen
SN 640 868	1992	Markierungen; Vormarkierungen
SN 640 871a	2009	Strassensignale; Anwendung von retroreflektierenden Folien und Beleuchtung
SN 640 885	2015	Temporäre Signalisation, Leiteinrichtungen - Signalisation von Baustellen auf Autobahnen und Autostrassen
SN 641 722	2017	Strassenverkehrssicherheit - Audit
SN 670 140b	2001	Frost

**2.5 Norme SIA**

<b>Norma</b>	<b>Edizione</b>	<b>Titolo</b>
190	2017	Kanalisationen
260	2013	Basi per la progettazione di strutture portanti
261	2014	Azioni sulle strutture portanti
261/1	2003	Azioni sulle strutture portanti – Disposizioni complementari
262	2013	Costruzioni in calcestruzzo
262/1	2013	Costruzioni in calcestruzzo – Disposizioni complementari
263	2013	Costruzioni in acciaio
267	2013	Geotecnica

### 3. GESTIONE TRAFFICO E CANTIERISTICA

Il cantiere della tratta Gentilino-Lamone prevede diversi interventi di genio civile programmati a partire dall'anno 2020 fino all'anno 2024 (eventuale posa usura nel 2025). Buona parte di questi lavori hanno una ripercussione sulla viabilità stradale, dovuta alla fasistica delle lavorazioni ed alla conseguente conduzione del traffico di cantiere.

I lavori sono suddivisi in due fasi di lavori preliminari (2020 e 2021), quattro fasi principali (dal 2022 al 2024) e una quinta fase per la posa (eventuale) dello strato d'usura e delle installazioni elettromeccaniche (2025).

#### 3.1 Fase 0 da gennaio a giugno 2020

La FASE 0 comprende il risanamento della bretella Diramazione per Lugano Uscita da Nord. In particolare sono previsti i seguenti interventi:

- installazioni uffici DLL e impresa;
- realizzazione protezione fonica in Lavabeton, Diramazione per Lugano Nord NS;
- realizzazione di una fondazione del portale al km 29+780;
- rifacimento della soprastruttura stradale (pavimentazioni, infrastrutture).

Sono esclusi gli interventi sul Cavalcavia rampa uscita Lugano Nord, che saranno oggetto delle fasi seguenti, in concomitanza con gli interventi sull'asse autostradale.

Il risanamento della bretella autostradale dello Svincolo di Lugano Nord può essere completato con due sottofasi di lavoro:

- FASE 0A → il cantiere occupa la corsia d'emergenza e parte della prima corsia di marcia. Il traffico transita su un'unica corsia con larghezza 3.05 m;
- FASE 0B → il cantiere occupa la seconda corsia marcia e parte della prima corsia di marcia. Il traffico transita su un'unica corsia con larghezza 3.05 m.

#### 3.2 Fase 1 da luglio a ottobre 2021

La FASE 1 comprende i lavori anticipati relativi alle opere di genio civile e le installazioni di cantiere. In particolare sono previsti i seguenti interventi:

- realizzazione delle nicchie di sosta e, laddove necessario, adeguamento dei passaggi di carreggiata;
- realizzazione edificio tecnico IDA Bioggio;
- realizzazione accessi ed aree di cantiere (Viglio, Bioggio e Cadempino);
- risanamento della bretella Diramazione per Lugano Entrata verso Nord;

Relazione tecnica generale

- realizzazione bauletto cavi (dorsale NS) dal km 26+100 al km 30+175;
- realizzazione delle fondazioni dei portali segnaletica (lato NS);

Per i lavori previsti in autostrada dal km 25+950 al km 30+500, il cantiere occupa l'intera corsia d'emergenza della carreggiata NS. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 2+2 con una riduzione sia della larghezza delle corsie di marcia che della velocità:

- corsia lenta= 3.00;
- corsia veloce= 2.50 m.
- velocità=80 km/h

Il risanamento della bretella autostradale può essere completato con due sottofasi di lavoro:

- FASE 1A → il cantiere occupa la corsia d'emergenza e parte della prima corsia di marcia. Il traffico transita su un'unica corsia con larghezza 3.05 m;
- FASE 1B → il cantiere occupa la seconda corsia marcia e parte della prima corsia di marcia. Il traffico transita su un'unica corsia con larghezza 3.05 m.

### 3.3 Fase 2 da gennaio a marzo 2022

La FASE 2 comprende il completamento dei lavori preliminari (FASE 2A) e l'inizio dei lavori principali nella tratta in collina (FASE 2B):

#### FASE 2A (gennaio-febbraio 2022):

- esecuzione completa di due portali segnaletica (fondazioni e carpenteria) in prossimità del portale Nord della Galleria di Gentilino (km 23+976 e km 24+083);
- anticipo delle fondazioni su carreggiata SN per due portali segnaletica in prossimità del portale Nord della Galleria di Gentilino (km 24+247 e km 24+472);
- esecuzione di attraversamenti tracciati cavi BSA necessari per i cavi AET di media tensione.

Durante l'esecuzione dei portali segnaletica il cantiere occupa puntualmente la corsia d'emergenza e parte della corsia lenta. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 2+2 con una riduzione sia della larghezza delle corsie di marcia che della velocità:

- corsia lenta= 3.00;
- corsia veloce= 2.50 m.
- velocità= 80 km/h

#### FASE 2B (marzo 2022):



---

*Relazione tecnica generale*

---

- esecuzione della pavimentazione provvisoria in corrispondenza dello spartitraffico e del bauletto cavi provvisorio per garantire la gestione con il 4+0 nelle fasi successive (tratta dal km 24+000 al km 26+800).

Il cantiere occupa lo spartitraffico e parte della corsia veloce di entrambi i sensi di marcia. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 2+2 con una riduzione sia della larghezza delle corsie di marcia che della velocità:

- carreggiata SN: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- carreggiata NS: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- velocità= 80 km/h.

Durante questa fase è necessario mantenere chiuse entrambe le aree di sosta di Muzzano, in quanto non è possibile garantirne l'accesso a causa della conduzione del traffico di cantiere.

### **3.4 Fase 3 da aprile 2022 a marzo 2023**

La fase 3 comprende l'inizio dei lavori principali nella tratta in collina (carreggiata NS) e nella tratta in pianura (spartitraffico):

#### FASE 3A da km 23+950 a km 26+800 (aprile 2022 – dicembre 2022)

L'attività prevista per questa fase è la seguente:

- risanamento carreggiata NS tratta in collina.

Il cantiere occupa la carreggiata NS. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 4+0 con una riduzione sia della larghezza delle corsie che della velocità:

- direzione SN: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- direzione NS: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- velocità= 80 km/h.

Il cambio di carreggiata per riportare la conduzione traffico 2+2 è previsto a monte del cavalcavia di Via Lugano (Crespera).

#### FASE 3B da gennaio 2023 ad aprile 2023

L'attività prevista per questa fase è la seguente:

- da km 26+800 a km 30+060 (tratta in pianura): rifacimento definitivo dello spartitraffico.

Il cantiere occupa lo spartitraffico centrale. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 2+2 con una riduzione sia della larghezza delle corsie che della velocità:

- direzione SN: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;

## Relazione tecnica generale

- direzione NS: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- velocità= 80 km/h.

### **3.5 Fase 4A da maggio 2023 a settembre 2023**

La fase 4A comprende il proseguimento dei lavori principali sia nella tratta in che nella tratta in pianura, ovvero:

- da km 23+950 a km 26+800 (tratta in collina): rifacimento definitivo dello spartitraffico. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 2+2 con una riduzione sia della larghezza delle corsie che della velocità:
  - direzione SN: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
  - direzione NS: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
  - velocità= 80 km/h.
- da km 26+800 a km 30+060 (tratta in pianura): risanamento carreggiata NS. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 4+0 con una riduzione sia della larghezza delle corsie che della velocità:
  - direzione SN: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
  - direzione NS: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
  - velocità= 80 km/h.

In corrispondenza del km 27+000 è previsto il cambio di carreggiata, con il passaggio dalla conduzione 2+2 (tratta in collina) alla conduzione 4+0 (tratta in pianura).

Inoltre in questa fase sono previsti gli interventi di risanamento della pavimentazione lungo la bretella di entrata verso Sud, la cui esecuzione avverrà in notturna per limitare i disagi al traffico.

### **3.6 Fase 5 da ottobre 2023 a ottobre 2024**

#### FASE 5A da km 23+950 a km 26+790 (ottobre 2023 – aprile 2024)

L'attività prevista per questa fase è:

- risanamento carreggiata SN (tratta in collina).

Il cantiere occupa la carreggiata SN. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 4+0 con una riduzione sia della larghezza delle corsie che della velocità:

- direzione SN: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- direzione NS: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- velocità= 80 km/h.

Relazione tecnica generaleFASE 5B da km 26+790 a km 30+060 (maggio 2024 – ottobre 2024)

Le attività previste per questa fase sono:

- risanamento della bretella di collegamento Svincolo Lugano Nord;
- risanamento carreggiata SN (tratta in pianura);
- realizzazione SABA F.

Il cantiere occupa la carreggiata SN. Il regime di traffico segue una conduzione del tipo 4+0 con una riduzione sia della larghezza delle corsie che della velocità:

- direzione SN: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- direzione NS: corsia lenta = 3.00 m; corsia veloce = 2.50 m;
- velocità= 80 km/h.

Il risanamento della bretella di collegamento deve essere completato con due sottofasi. Nella prima sottofase (rappresentata nel piano 12.1-20.2) il traffico scorre su un'unica corsia posta sulla corsia d'emergenza della bretella stessa. Nella seconda sottofase (non rappresentata nel piano 12.1-20.2 e che sarà allestita nelle successive fasi di progettazione) il traffico transita su un'unica corsia posta sulla corsia lenta della carreggiata SN, già risanata nella sottofase precedente.

Al termine delle attività di esercizio e conseguente smantellamento del futuro impianto gestione materiali (in sinergia con il progetto arginature del fiume Vedeggio), che occuperà l'area in cui dovrà essere realizzato il SABA G, sarà possibile avviare la costruzione del suddetto impianto di trattamento acque meteoriche.

### **3.7 Fase 6 da giugno 2025 a luglio 2025**

L'attività prevista per questa fase è l'eventuale completamento a tappe dello strato d'usura. Il cantiere interesserà quelle zone lungo la tratta in cui non si è potuto eseguire lo strato di usura o quest'ultimo ha subito un deterioramento a causa del traffico di cantiere.

L'attivazione di questa fase verrà concordata al termine della fase 5B.

*Relazione tecnica generale*

---

**4. ESPROPRI**

Il presente progetto d'intervento, riguardo il tema delle espropriazioni, è stato elaborato in conformità a quanto definito nelle precedenti fasi di progetto. Le superfici da espropriare non hanno subito variazioni significative: le uniche differenze si sono rese necessarie per ragioni di adeguamento del tracciato o di ottimizzazione della posizione delle aree di cantiere.

Le esigenze riguardanti le acquisizioni di terreno (definitive o temporanee), già previste in fase di progetto di pubblicazione, riguardano:

- le installazioni e gli accessi di cantiere necessari alla realizzazione degli interventi in progetto;
- le aree in corrispondenza del SABA F;
- aree necessarie alla realizzazione del nuovo Muro di sostegno ai Mulini di Bioggio.

Le aree d'installazione e gli accessi di cantiere previsti, che rispondono alle esigenze di superfici di stoccaggio, d'accessibilità e transito, implicano la necessità di espropriazione solamente temporanea in quanto, a differenza di quanto previsto in fase di pubblicazione, tali accessi verranno smantellati al termine dei lavori. Come da accordi con i proprietari dei mappali interessati (CDALED) l'accesso di cantiere di Viglio NS verrà invece mantenuto come accesso di servizio e pertanto necessiterà di un esproprio definitivo: tale accesso sarà in posizione diversa da quello temporaneo posto sullo stesso mappale.

Per il SABA F e per il nuovo Muro di sostegno sono invece previste espropriazioni definitive, come anche indicato nei relativi progetti di pubblicazione.

Nel corso della fase di progetto MP/DP si è resa necessaria l'occupazione temporanea di ulteriori superfici per la realizzazione degli interventi in progetto riguardanti tracciati cavi e portali, in quanto lo scavo per la loro posa o realizzazione si estende oltre i limiti di proprietà USTRA.

Per il dettaglio delle informazioni riguardanti le acquisizioni di terreno, si rimanda ai documenti del dossier 13.

Relazione tecnica generale

## 5. TRACCIATO

### 5.1 Parametri di base per la definizione della geometria stradale

#### 5.1.1 Velocità di progetto

In accordo con l'USTRA la velocità di progetto ( $V_p$ ) sull'intera tratta dell'autostrada N2 è di 120 km/h ad eccezione del tratto iniziale all'uscita della galleria di Gentilino, in cui è fissata a 100 km/h.

Lungo le bretelle la velocità di progetto  $V_p$  varia da 40 km/h a 120 km/h come indicato nella figura seguente.

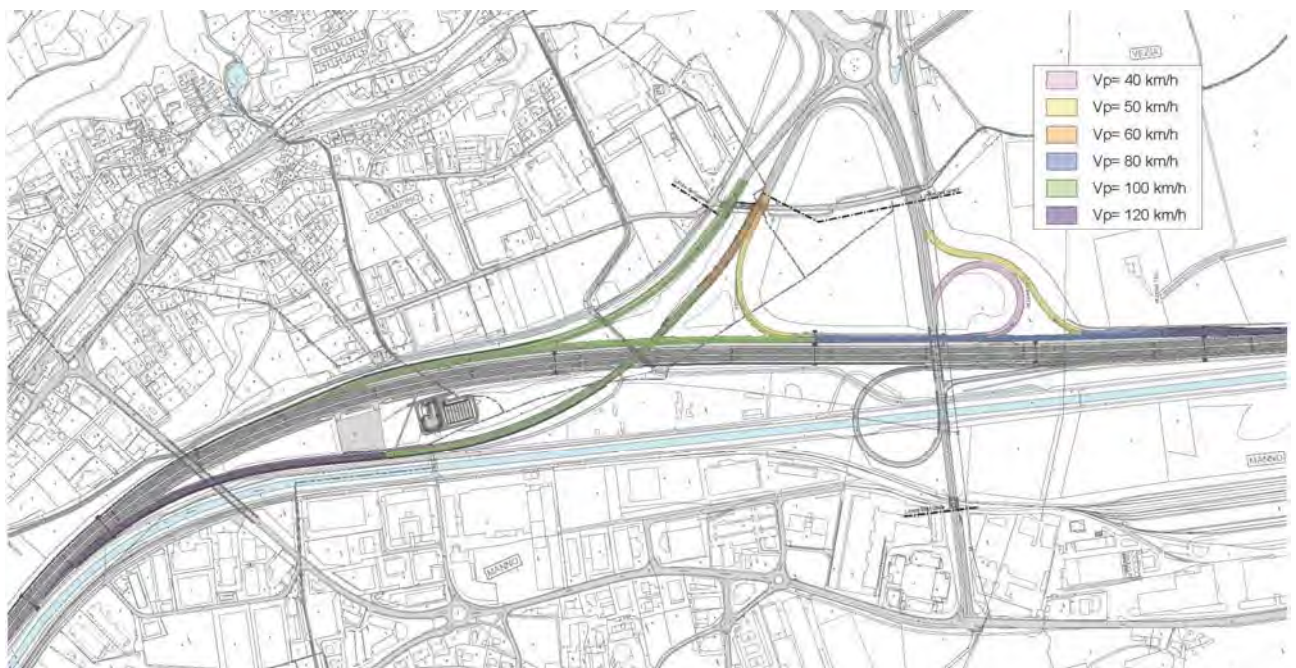


Figura 1 Velocità di progetto Svincolo Lugano Nord

#### 5.1.2 Elementi della geometria orizzontale

I valori caratteristici degli elementi del tracciato in pianta in funzione della velocità di progetto devono corrispondere alla norma SN 640 100a. In generale gli elementi della geometria orizzontale di progetto corrispondono come grandezza d'ordine alla geometria degli assi esistenti. I cambiamenti rispetto alla situazione esistente sono dovute maggiormente alle differenze di larghezza dello spartitraffico della N2 e alle esigenze di progetto e normative.

#### 5.1.3 Elementi della geometria verticale

Allo scopo di assicurare lo smaltimento delle acque, la pendenza totale minima della carreggiata è di  $i=0.5\%$  secondo la norma SN 640 110. Nei tratti dove la pendenza longitudinale è inferiore allo  $0.5\%$  non sono previsti dei cambi di pendenza trasversale per evitare di avere dei tratti con pendenza totale inferiore ai limiti prescritti dalla norma SN 640 110.

Relazione tecnica generale**5.1.4 Elementi geometrici del profilo tipo**

La pendenza trasversale del profilo tipo varia tra  $p = 3 \%$  a  $7 \%$  secondo le indicazioni della norma SN 640 120.

**5.1.5 Elementi geometrici delle entrate ed uscite e delle rampe autostradali**

I valori caratteristici assunti per la definizione del tracciato dello svincolo di Lugano sud e dell'area di sosta di Muzzano sono definiti dalla norma SN 640 261.

**5.1.6 Dimensionamento della soprastruttura e sottostruttura**

Sulla base della norma SN 640 324 la soprastruttura stradale è dimensionata secondo i seguenti fattori d'influenza:

- sollecitazione del traffico;
- terreno naturale;
- condizioni locali;
- classe di traffico.

**5.1.7 Classi di traffico**

Per il dimensionamento della struttura stradale sono stati considerati le seguenti classi di traffico, come richiesto dalla norma SN 640 320a.

*Tabella 1: Classi di traffico considerati per il dimensionamento della struttura stradale*

	Tracciato	Classe di traffico
1	Tracciato autostradale N2	T6
2	Bretelle autostradali	T6

**5.2 Tracciato N2****5.2.1 Geometria orizzontale**

La definizione degli assi di progetto riprende il concetto adottato in fase MK. Allo stato attuale, nella prima tratta, di circa 2 km, si hanno due carreggiate separate da spartitraffico verde di larghezza variabile e le carreggiate sono poste su due livelli differenti con una differenza di quota tra la carreggiata Sud-Nord e quella Nord-Sud di circa 3.00 m, mentre la parte più a Nord del comparto EP 28 prevede un unico asse, posto al centro della piattaforma.

Relazione tecnica generale

La conformazione geometrica delle sezioni lungo la tratta influenza anche gli assi delle carreggiate; a causa della differenza di quota, l'autostrada esistente presenta due assi distinti, uno per la carreggiata Nord-Sud e uno per quella Sud-Nord. I due assi corrispondono con il bordo interno della banchina verso lo spartitraffico. La velocità di progetto per la tratta di collina è pari a 120 km/h, ad eccezione del tratto iniziale all'uscita della galleria di Gentilino, in cui è fissata a 100 km/h.

La prima operazione a livello di tracciamento degli assi di progetto è stata quella di determinare il nuovo asse di progetto nella tratta di collina. L'innalzamento della carreggiata Nord-Sud a livello di quella Sud-Nord comporta una modifica sostanziale della sezione tipo e, di conseguenza, anche dell'asse di tracciamento che sarà unico. L'asse di tracciamento per la parte in pianura è stato mantenuto al centro dello spartitraffico e ricostruito in base ai dati costruttivi di tracciamento.

Il tracciamento della tratta di collina è composto da curve a raggio costante raccordate tramite curve a raggio variabile in ingresso ed in uscita. I raggi delle curve a raggio costante sono compresi tra un minimo di 692 m ad un massimo di 2'500 m. Le clotoidi in ingresso e in uscita hanno parametro A minimo pari a 250 m e massimo 700 m circa.

L'adeguamento del tracciato ha riguardato anche le pendenze trasversali per ottemperare quanto previsto dalla norma SN 640 120: questo comporta che in generale le pendenze trasversali di progetto risultano maggiori di quelle attuali e quindi ci siano degli abbassamenti o innalzamenti dei bordi della piattaforma stradale.

I vari assi sono stati adattati alle esigenze di progetto e sono stati rettificati in base alla situazione esistente (rilevo geodetico 2016): la nuova denominazione degli assi di progetto è riportata nella Tabella 2.

Tabella 2: Definizioni degli assi di tracciato N2 (confronto con denominazione progetto originario)

Asse di costruzione anni 60-70	Asse progetto MP 2017	km	Osservazioni
Asse 532 (carr. SN) Asse 541 (carr. NS)	Asse 100	23+950 – 26+450	Tratta in collina
Asse 501	Asse 50	26+450 – 30+060	Tratta in pianura

I risultati degli adattamenti progettuali al tracciato esistente sono riportati nella tabella seguente:

**Relazione tecnica generale**

Tabella 3: Verifica geometria orizzontale del tracciato

Geometria orizzontale									
Elementi geometrici	Vp [km/h]	Stazione. [km]		R [m]	A [-]	L [m]	Esistente	p [%] VSS 640 120	MP
Rettifilo	120	23'693	23'976	-	-	283			
A	120	23'976	24'067	-	272				
R	120	24'067	24'541	815	-	474	3.30	7	4.75 *1
A	120	24'541	24'631	-	272				
Rettifilo	120	24'631	24'734	-	-	103			
A	120	24'734	24'984	-	428				
R	120	24'984	25'193	732	-	209	3.50	7	7
A	120	25'193	25'280	-	252				
A	120	25'280	25'371	-	252				
R	120	25'371	25'447	692	-	76	4.00	7	7
A	120	25'447	25'554	-	272				
A	120	25'554	25'606	-	272				
R	120	25'606	25'881	1'406	-	274	3.50	6	6
A	120	25'881	26'034	-	702				
R	120	26'034	26'526	2'500	-	492	3.50	4	4
A	120	26'526	26'575	-	353				
Rettilineo	120	26'576	27'398	-	-	822	2	3	3
A	120	27'398	27'414	-	392				
R	120	27'414	28'489	10'000	-	1075	2	2.5*2/3.0	2.5/3.0
A	120	28'488	28'591	-	1'009				
A	120	28'591	29'864	-	1'009				
R	120	29'864	29'937	800	-	73	6	7	7
A	120	29'937	30'095	-	355				
A	120	30'095	30'224	-	355				

\*1 valore puntuale;

\*2 tratta con pendenza a tetto con pendenza verso l'eterno della curva secondo §10 SN 640 120.

Dall'analisi dei risultati riportati occorre notare che l'unico tratto in cui non è stato possibile garantire un valore di pendenza trasversale da norma, è quello in corrispondenza del cavalcavia di Viglio. Il vincolo imposto dalla presenza di un tirante strutturale, non permette l'adeguamento della pendenza trasversale che, in accordo con FU USTRA, è portata puntualmente ad un valore pari al 4.75%.

### 5.2.2 Verifiche di visibilità

La verifica della visibilità, eseguita secondo le indicazioni della norma VSS 640 090b, non ha rilevato punti critici che non rispettano la norma sia in condizioni di normale esercizio che in fase di cantiere con gestione del traffico tipo 4+0. Nella verifica di visibilità eseguita per la corsia di sorpasso, su indicazione di FU USTRA non si è considerato l'elemento di separazione Varioguard come ostacolo alla visibilità.

### 5.2.3 Allargamenti in curva

Nel tratto in esame, data la presenza della corsia d'emergenza, la verifica secondo la SN 640 105b (sia in fase di esercizio che in fase di cantiere) ha stabilito che non sono necessari allargamenti in curva.



## *Relazione tecnica generale*

---

### **5.2.4 Geometria verticale**

La pendenza longitudinale e le caratteristiche dei raccordi verticali si basano sulla situazione esistente. Laddove la situazione lo richiede, eventuali differenze tra l'altimetria teorica e l'altimetria effettiva risultante dal rilievo geodetico sono state compensate.

Nel tratto in oggetto la pendenza longitudinale oscilla tra 0.55% e 3.50%. I valori quindi si trovano al di sopra del valore minimo consigliato di 0.5% e inferiori al massimo di 4% raccomandato per una velocità di progetto di 120km/h.

Dal km 23.950 (in corrispondenza della galleria di Gentilino) fino al km 24.050, la quota di progetto coincide con l'esistente, successivamente l'andamento altimetrico è stato elaborato tenendo conto di alcuni vincoli:

- cavalcavia di Viglio: abbassamento della livelletta per garantire il rispetto dell'altezza libera di 4,60m;
- muri di controriva ai Mulini 1 e 2: necessità di mantenere il ciglio destro della carreggiata SN il più possibile uguale alla quota dell'esistente, in modo da evitare di diminuire il ricoprimento sopra dalla fondazione degli stessi muri. Questo provoca un'inevitabile innalzamento della quota altimetrica del ciglio NS;
- sottopasso Mulini di Bioggio: necessità di limitare al minimo l'altezza del rilevato poiché l'innalzamento della livelletta richiede un intervento di innalzamento del cordolo del manufatto
- cavalcavia FLP: necessità di abbassamento della livelletta per garantire il rispetto dell'altezza libera di 4,60m.

### **5.2.5 Sezioni tipo**

La definizione delle sezioni tipo tiene in considerazione le seguenti esigenze:

- futura gestione del traffico in fase di cantiere con sistema 4+0;
- larghezza spartitraffico 3.00 m, a differenza dei 2.40 previsti in progetto MK come richiesto dal Committente;
- larghezza banchina 1.50 m;
- pavimentazione dello spartitraffico verde.

Il profilo stradale è stato verificato ai sensi della RiLi 11001 [1]: le risultanze della verifica effettuata sono riportate nell'ALLEGATO 1.

#### **5.2.5.1 Corsie**

La carreggiata NS e la carreggiata SN hanno una larghezza di 7.75 m e sono composte da due corsie 3.875 m l'una secondo le direttive USTRA.

Relazione tecnica generale**5.2.5.2 Spartitraffico**

Il progetto d'intervento prevede la pavimentazione dello spartitraffico centrale che avrà una larghezza variabile tra 3 m e 11 m nella tratta compresa tra i km 23.950 e il km 24.080. Nel tratto dal km 24+080 al limite di progetto 30+060, la larghezza minima sarà pari a 3.00 m. Tra il km 30+060 a il km 30+120.200 la larghezza dello spartitraffico si adatta alla situazione esistente quindi da 3.00 m a 4.00 m.

Il sistema di ritenuta utilizzato per lo spartitraffico è una barriera di sicurezza tipo Varioguard 70 cm H2 B.

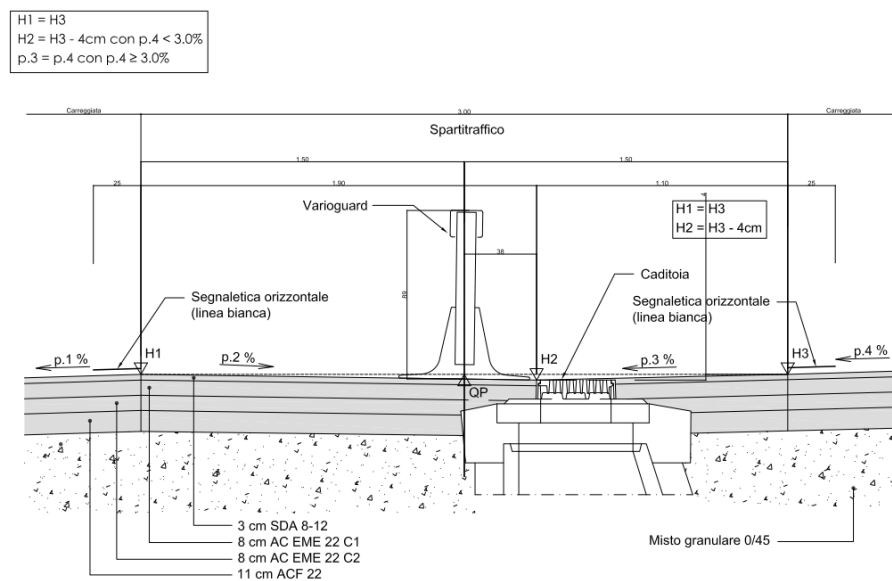


Figura 2: Dettaglio spartitraffico 3.00 m con VarioGuard

**5.2.5.3 Corsie d'emergenza**

La larghezza della corsia d'emergenza è definita come segue:

- larghezza della corsia d'emergenza autostrada minimo 3,25 m;
- larghezza della corsia d'emergenza nelle corsie di accelerazione/decelerazione minimo 3 m.

Al km 29+622, all'altezza dell'entrata verso nord, la corsia d'emergenza di 3.00 m non può essere garantita a causa della presenza della pila del cavalcavia sopra SN e fiume Vedeggio. In questo punto la corsia d'emergenza che affianca la corsia d'entrata viene ridotta localmente fino a 1.91 m. La soluzione di restringere la corsia d'emergenza è stata condivisa con USTRA (PVS 22/18 del 06.03.18).

## Relazione tecnica generale

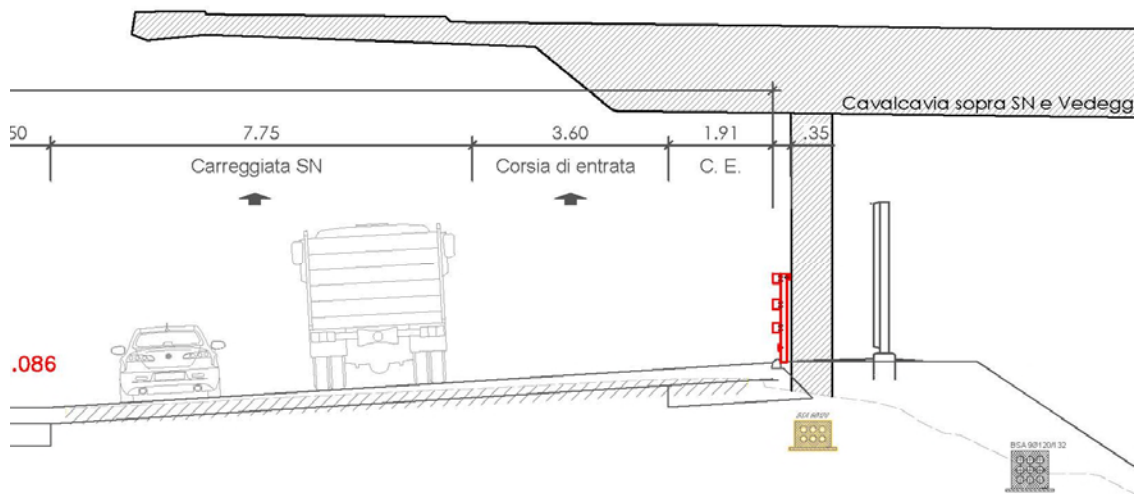


Figura 3 - Sezione: restringimento C.E. presso Cavalcavia sopra SN e fiume Veduggio km 26+622

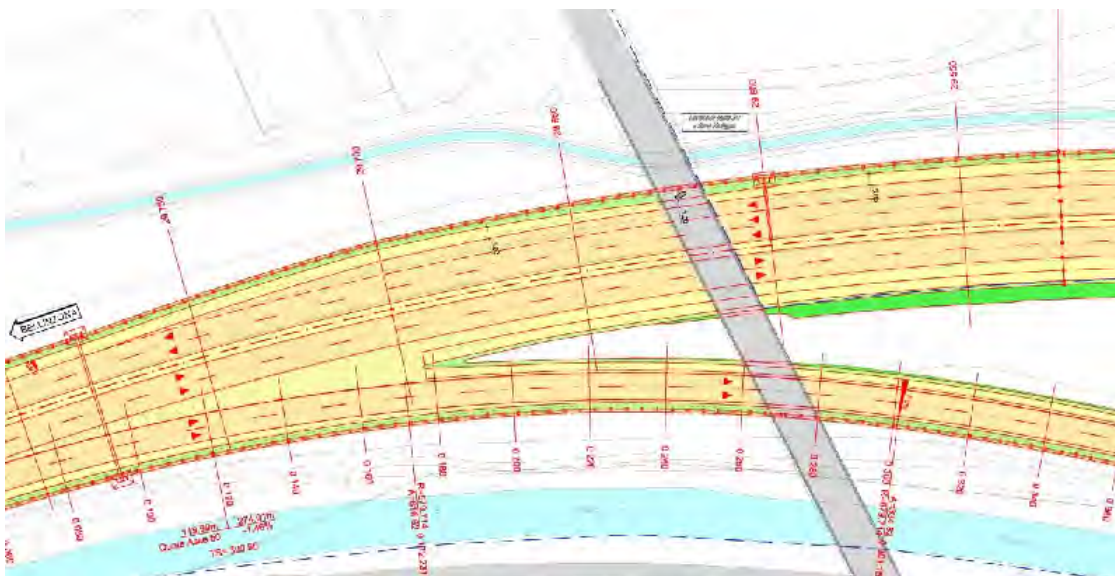


Figura 4: Planimetria: restringimento C.E. presso cavalcavia sopra SN e fiume Vedeggio km 26+622

#### 5.2.5.4 Banchina

La banchina di progetto sistemata a verde presenta una larghezza variabile tra 1.50 m e 2.50 m. Nel tratto compreso tra il km 24.200 e il km 24.500 (con interruzione in corrispondenza del sottopasso Sorengo-Piodella), ha una larghezza di 2,50 m, mentre tra il km 23.950 e il km 24.200 e tra il km 25.750 fino al km 26.400, la larghezza della banchina risulta pari a 1.50 m. In corrispondenza dei muri esistenti di controriva (Mulini 1 e Mulini 2), la banchina presenta invece una larghezza variabile ed è composta da una parte verde e da una pavimentata. Nella tratta in pianura la banchina laterale verde è larga 1.50m. Nella tratta dal km 26+450 al km fino allo svincolo Lugano nord al km 27+770 NS e km 28+175 SN oltre alla banchina è prevista la sistemazione del terreno a verde con larghezza variabile in modo da alloggiare le infrastrutture previste.

Relazione tecnica generale**5.3 Tracciati svincolo Lugano Nord**

La definizione degli assi di progetto riprende il concetto adottato nel progetto MK. I vari assi sono stati adattati alle esigenze di progetto e sono stati rettificati in base alla situazione esistente (rilevo geodetico 2016). Come già previsto nella fase di progetto MK, sono necessari una serie di interventi a livello di definizione di assi e corsie per migliorare la gestione del traffico e per rientrare nel rispetto delle normative vigenti per quanto riguarda alcuni parametri geometrici. Nei seguenti capitoli tali interventi vengono definiti e illustrati.

La nuova denominazione degli assi dello svincolo Lugano nord è riportata nella figura seguente.

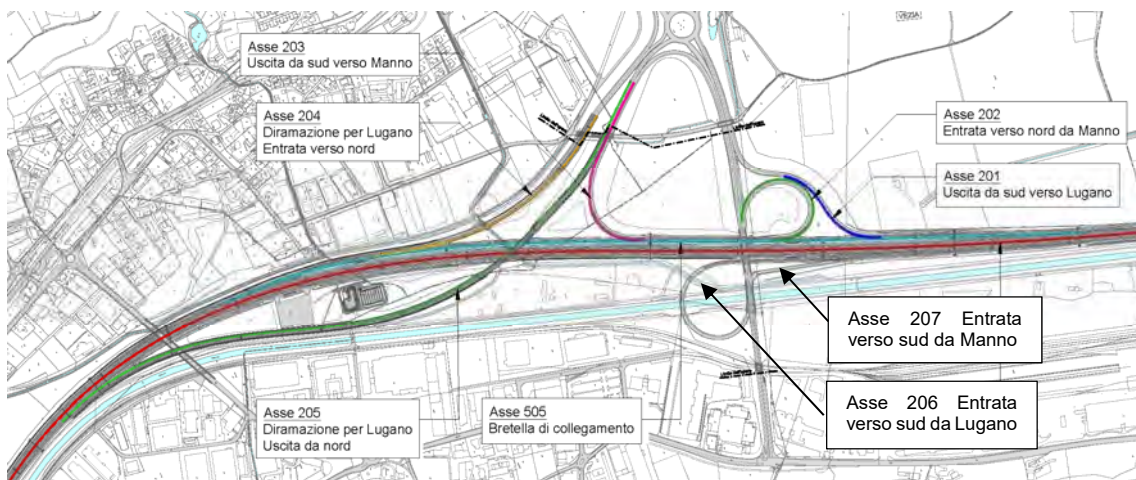


Figura 5: Denominazione assi svincolo Lugano nord

**5.3.1 VoMa Svincolo Lugano nord – Asse 201, Asse 202 e Asse 203**

Nell'ambito del progetto VoMa Svincolo Lugano nord tra gli anni 2011-2012 sono stati realizzati i seguenti interventi che toccano le bretelle Uscita da sud verso Lugano, Entrata verso nord da Manno, Uscita da sud verso Manno:

- realizzazione muri di deviazione;
- risanamento sovrastruttura e infrastrutture bretelle;
- realizzazione di misure a protezione della falda;
- posa di nuove barriere elastiche.

Tali interventi sono stati considerati nel presente progetto MP e di conseguenza per queste bretelle l'intervento si limita all'adattamento della pavimentazione di progetto fino a ca. 80 m lungo la bretella stessa per riprendere differenze di quote tra progetto e situazione esistente. Il progetto MP inoltre prevede di completare in due punti i muri di deviazione, tra la bretella asse 201 e asse 202 e tra le bretelle asse 202 e il ponte sul fiume Vedeggio.

Relazione tecnica generale**5.3.2 Asse 505 – Bretella di collegamento**

Nella situazione esistente l'uscita da sud presenta una geometria non conforme alle norme attuali. Essa si separa gradualmente dalla carreggiata su una lunghezza di ca. 120 m fino al naso geometrico. Il progetto prevede di rettificare la geometria secondo quanto richiesto dalla SN 640 261. Tale rettifica provoca minimi cambiamenti rispetto alla situazione esistente. La bretella di collegamento in seguito procede pressoché parallela alla N2 a una distanza di ca. 5.50 m dalla corsia d'emergenza SN fino al km 29+230. La larghezza delle corsie di marcia è di 3.50 m o di 3.60 m come definito nel progetto MK.

Verso nord la bretella di collegamento si innesta nuovamente sull'asse principale della N2 costituendo così l'entrata verso nord della diramazione Lugano nord. Nella situazione esistente l'entrata presenta una geometria non conforme alle norme attuali. Essa si innesta gradualmente dalla carreggiata della SN della N2 su una lunghezza di ca. 190 m. Già dopo 90 m la corsia d'entrata esistente ha una larghezza di ca. 2.20 m la quale obbliga i veicoli in entrata di immettersi immediatamente nella N2 data l'assenza di una corsia di accelerazione, manovra e inserimento adeguata.

Tale situazione disturba in modo significativo il flusso di traffico della N2 nei casi di forte traffico e porta a una riduzione della sicurezza in quel tratto aumentando il rischio di incidenti. Per queste ragioni è necessario rettificare la corsia d'entrata verso nord secondo quanto prescritto dalle norme attuali, sia come geometria che come lunghezza di corsia di accelerazione LA, di manovra LM e di inserimento LE come indicato nella seguente figura.

<b>Vp</b>	120	km/h
<b>Ve</b>	100	km/h
<b>a</b>	1	m/s <sup>2</sup>
<b>i</b>	1.2	%
<b>Larghezz a</b>	3.6	m

<b>La</b>	75	m
<b>Lm</b>	150	m
<b>Le</b>	75	m
<b>Ltot</b>	300	m

Figura 6: Definizione elementi geometrici Asse 505, entrata verso nord

Di conseguenza la corsia d'entrata prevista a progetto è più lunga rispetto a quella esistente e quindi, a causa della pila del cavalcavia sopra SN e fiume Vedeggio, la corsia d'emergenza è puntualmente ridotta a 1.91 m (cfr. 5.2.5.3).



## Relazione tecnica generale

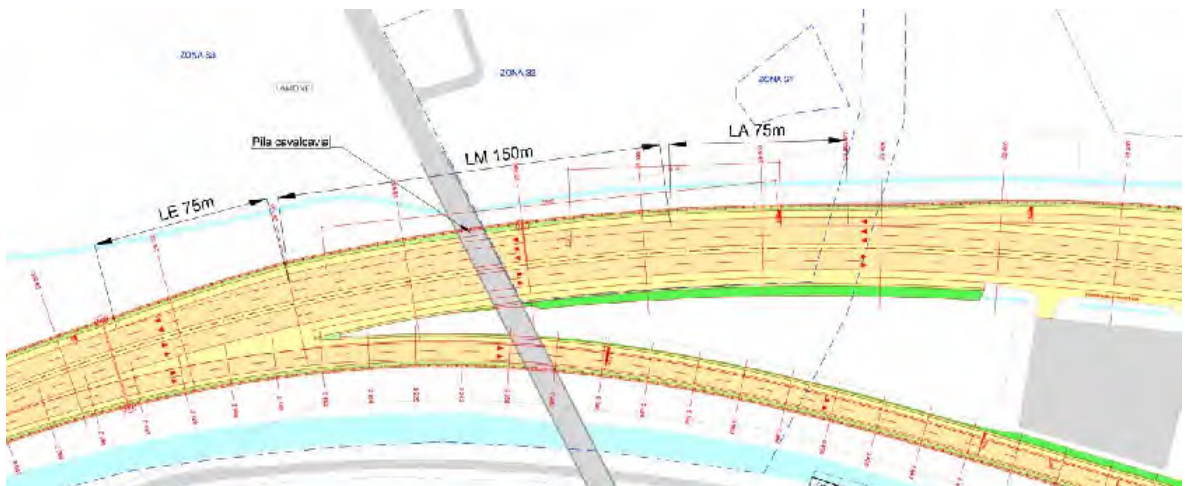


Figura 7: Elementi geometrici asse 505, entrata verso nord

### 5.3.3 Asse 204 – Diramazione per Lugano, entrata verso nord

La bretella d'entrata proveniente dalla rotonda con due corsie si innesta, nella situazione esistente, sempre con due corsie sull'asse della strada di collegamento. Il progetto prevede di realizzare una riduzione di corsie prima dell'innesto sull'asse 505 e in seguito eseguire l'innesto con gli elementi geometrici di un'entrata definiti dalla SN 640 261. LM risulta quindi di 150 m e LE di 75 m con una  $V_p = 100$  km/h.

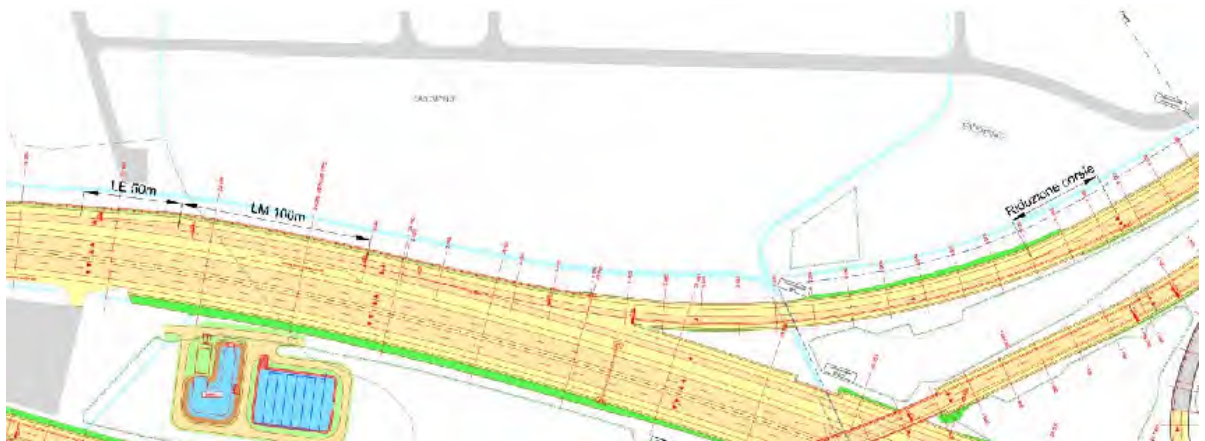


Figura 8: Elementi geometrici Asse 204

Le pendenze trasversali lungo la bretella sono rettificate secondo quanto richiesto dalle normative vigenti.

#### 5.3.3.1 Geometria orizzontale e verticale

La geometria orizzontale così come la pendenza longitudinale e le caratteristiche dei raccordi verticali si basano sulla situazione esistente e sono adattati alle esigenze di progetto.

## *Relazione tecnica generale*

---

### **5.3.3.2 Verifiche di visibilità**

La verifica della visibilità, eseguita secondo le indicazioni della norma VSS 640 090b, ha rilevato che tra il km 0+180 a 0+390 è necessario un allargamento del tracciato per garantire la distanza di visibilità necessaria. In questo tratto è prevista una corsia d'emergenza di 4.00 m anziché 3.00 m.

### **5.3.4 Asse 205 – Diramazione per Lugano, uscita da nord**

La corsia d'uscita si stacca dall'asse della N2 su una lunghezza di ca. 180 m fino al naso geometrico. Continua verso la rotonda Vedeggio Cassarate con una sezione di due corsie a partire dal km 0+080. La geometria prevista a progetto ricalca la situazione esistente in quanto non sono necessari adattamenti particolari per rispettare le normative vigenti.

Le pendenze trasversali lungo la bretella sono rettifiche secondo quanto richiesto dalle normative vigenti.

### **5.3.5 Asse 206 e asse 207**

Gli interventi previsti lungo queste due bretelle prevedono unicamente il rifacimento della pavimentazione.

#### **5.3.5.1 Geometria orizzontale e verticale**

La geometria orizzontale così come la pendenza longitudinale e le caratteristiche dei raccordi verticali si basano sulla situazione esistente e sono adattati alle esigenze di progetto.

#### **5.3.5.2 Verifiche di visibilità**

Nel tratto in esame la verifica secondo la SN 640 105b (sia in fase di esercizio che in fase di cantiere) ha stabilito che non sono necessari allargamenti in curva.

### **5.3.6 Coordinamento piano-altimetrico**

A seguito di osservazione FU all'incarto Bozza Rossa è stata effettuata la verifica che il tracciato di progetto comprendesse i requisiti di buona progettazione indicati dalla norma VSS SN 640 140.

I risultati di tale verifica sono riportati all'interno dell'ALLEGATO 2 e mostrano come il tracciato, così come progettato, permette la corretta percezione di tutti gli elementi piano-altimetrici senza quindi causare effetti ottici negativi e un conseguente pericolo agli utenti.

## **5.4 Interventi per la protezione della falda**

Gli interventi necessari alla protezione della falda, definiti dal documento [5] (ALLEGATO 3) influenzano in modo importante la sezione autostradale in quanto è necessario prevedere un allargamento di 2.65 m lungo il tracciato della N2 e di 2.00 m lungo le bretelle dello svincolo. Questi allargamenti interessano il tracciato dal km 27+100 al km 29+860, limite della zona di protezione S3.

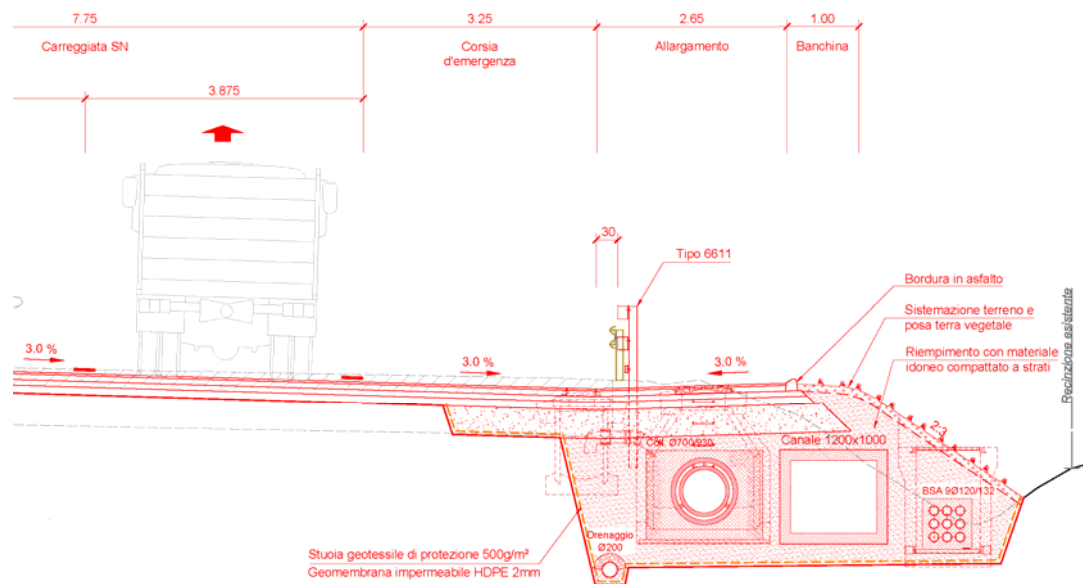
**Relazione tecnica generale**

Figura 9: Allargamento per protezione della falda lungo la N2

## 5.5 Area di sosta Muzzano

Gli interventi nell'ambito del presente progetto d'intervento hanno riguardato in misura considerevole le aree di sosta di Muzzano. Le due aree sono ubicate al km 24.700 circa, una in direzione Nord–Sud ed una in direzione Sud–Nord e si collocano a quote differenti, con un dislivello massimo di 1,80 m.

Oltre ad una completa riorganizzazione degli spazi e degli elementi che compongono le due aree di sosta, gli adeguamenti maggiori hanno riguardato l'area in carreggiata direzione sud, per la quale è previsto anche uno spostamento verso Nord rispetto alla posizione esistente. La sistemazione di questa area di sosta influenza inoltre, nei limiti della pubblicazione del progetto AP4, il nuovo muro di sostegno ai Mulini di Bioggio.

L'innalzamento autostradale, dovuto al dislivello esistente tra le due carreggiate, rende necessario un adeguamento altimetrico anche delle zone limitrofe alle aree di sosta vere e proprie. Inoltre gli interventi riguardano la geometria delle corsie di accelerazione e decelerazione, che sono state dimensionate secondo la norma SN 640 261 e progettate per essere dotate di una corsia d'emergenza fino all'ingresso nell'area di sosta.

Le corsie di decelerazione, considerando una velocità iniziale di 120 km/h e una velocità in corrispondenza del naso geometrico pari a 60 km/h, rispettano le lunghezze previste dalla norma, pari a LD= 90 m (zona di deviazione) e LR=150m (zona di rallentamento).

Le corsie di accelerazione hanno origine dal naso geometrico con velocità 60 km/h e consentono all'utente di immettersi in autostrada a una velocità pari a 120 km/h. L'accelerazione avviene tramite i tre blocchi previsti dalla norma: LA= 75 m (lunghezza accelerazione), LM=150m (zona di manovra), LE= 75 m (zona d'immissione), per un totale di 300 m. il progetto prevede, come richiesto dalla norma, una distanza di 50 m tra il naso fisico e il naso geometrico.

Gli altri elementi che sono oggetto di intervento nelle zone dell'area di sosta sono:



---

*Relazione tecnica generale*

---

- rifacimento edifici tecnici BSA;
- allungamento sottopasso pedonale, che sarà utilizzato come passaggio faunistico;
- realizzazione Biotopo di Muzzano, all'esterno del viadotto FLP presente nell'area SN;
- realizzazione nuovi ripari fonici all'interno dell'area di sosta SN, di cui un intervento riguarda la copertura con pannelli in legno degli archi del suddetto viadotto FLP.

Per il dettaglio della progettazione di questi elementi si rimanda agli specifici dossier (Manufatti e, per quanto riguarda il Biotopo, al capitolo 11 del dossier T/U).

## **5.6 Predisposizione per l'utilizzo della corsia di emergenza come corsia dinamica (PUN)**

In seguito alla riunione PSS tenutasi in data 22.04.2016, USTRA ha incaricato i progettisti di valutare l'opportunità e la fattibilità in futuro di una possibile conversione della corsia di emergenza in corsia di scorrimento supplementare (PUN). La PUN è una misura di gestione del traffico che consente di convertire la corsia d'emergenza in corsia di marcia, in modo temporaneo o definitivo, per migliorare il flusso del traffico, aumentandone la fluidità, ridurre l'inquinamento ambientale e ridurre il numero d'incidenti.

In base ai dati di traffico, attuali e futuri, si è deciso di predisporre il tratto di progetto EP 28 all'adozione della PUN, ovvero, di realizzare sin da ora tutti i provvedimenti che permettano al Committente di attuare la PUN senza che siano necessari ulteriori interventi di Genio Civile. Gli unici interventi necessari all'adozione della PUN saranno il rifacimento della segnaletica orizzontale e adeguamento di quella verticale, oltreché le integrazioni legate al dominio BSA.

La tratta dal km 27'600 al km 30'000, vale a dire in corrispondenza dello svincolo di Lugano Nord, sarà esclusa dalla futura attuazione PUN, come previsto dalla direttiva 15002 e anche per gli eccessi oneri che avrebbero comportato gli interventi di adeguamento sullo svincolo. Pertanto la conversione della corsia di emergenza avverrà dall'uscita della galleria di Gentilino Portale Nord al km 23'950 fino allo svincolo di Lugano Nord al km 27'600, per uno sviluppo complessivo di circa 3'650 m.

Gli interventi sul tracciato per predisporre il tracciato EP 28 all'adozione della PUN sono:

- realizzazione piazzole di sosta ogni 1000 m, secondo direttive ASTRA 15002
- spostamento del Sottopasso Sorengo Piodella, al fine di garantire la visibilità nella tratta S/N
- spostamento all'esterno della carreggiata di tutte le infrastrutture di progetto,
- adeguamento dei bauletti cavi BSA e dei portali, di cui verranno realizzate solo le fondazioni;
- spostamento delle corsie di accelerazione e decelerazione dell'Area di sosta di Muzzano, al fine di garantire la continuità della corsia di emergenza e il posizionamento delle infrastrutture all'esterno della corsia di emergenza.

Relazione tecnica generale**5.7 Interventi risanamento rampa di entrata verso Sud svincolo Lugano Nord**

Le rampe di entrata, utilizzate da chi proviene dalla rotatoria di Cassarate per immettersi in direzione Chiasso, sono state sistemate nel 2009 con la realizzazione di “vasche” in calcestruzzo armato allo scopo di evitare che l’acqua proveniente dalle carreggiate possa infiltrarsi nel terreno e contaminare la falda (zona di protezione delle acque sotterranee S2). Le “vasche” sono state gettate in opera con dei giunti di dilatazione posti ogni 30 m circa, eseguiti sia in platea che in elevazione e sono spinottati.

La necessità d’intervento nasce a seguito di ispezioni visive condotte nel corso del 2016. L’ispezione visiva ha evidenziato che il manufatto si trova in buono stato, non si è ritenuto necessario procedere ad ulteriori approfondimenti. L’unico difetto che si è riscontrato è la formazione di pozze di acqua nella canaletta laterale. L’estensione delle pozze, a seguito della contropendenza della pavimentazione, non interessa la struttura in calcestruzzo (vedi piano 20.1-31).

In particolare

- la pavimentazione infatti presenta delle fessure trasversali di ampiezza rilevante in corrispondenza dei giunti di dilatazione degli elementi in calcestruzzo armato.
- la canaletta in asfalto fuso, situata a lato delle corsie, presenta dei difetti. In corrispondenza dei giunti di dilatazione della struttura in calcestruzzo anche lo strato di asfalto della canaletta presenta delle fessurazioni.

Sulla base dello stato di conservazione del manufatto e dopo valutazione in intesa con il committente si è optato per gli interventi di conservazione elencati di seguito e nel documento 20.1-32:

- Rifacimento pavimentazione, compresa posa di due strati di impermeabilizzazione PBD incollata sormontando quella esistente rimasta in opera
- Realizzazione dei giunti in bitume elastomero all’interfaccia tra la nuova pavimentazione e quella esistente
- Giunti di dilatazione in elevazione: inserimento del profilo di riempimento in gomma e successiva posa della banda impermeabile tipo Sikadur-Combiflex
- Risanamento, dove necessario, della Canaletta di evacuazione acque tramite Impermeabilizzazione della platea con la posa di un telo PBD 5 mm

Relazione tecnica generale**6. SOVRASTRUTTURA STRADALE**

Il progetto di risanamento della presente tratta autostradale parte dal presupposto di voler allungare la durata di vita degli elementi costruttivi sulla tratta e, in particolare, della pavimentazione stradale.

Al fine di proporre una soluzione progettuale ottimizzata anche in relazione al concetto di intervento sviluppato in fase MK, si è posta particolare attenzione allo studio della soprastruttura esistente e quindi al dimensionamento di quella definitiva di progetto.

**6.1 Stato della soprastruttura esistente**

Il tratto autostradale N2 compreso tra Gentilino e Lamone, realizzato negli anni compresi tra il 1968 e il 1972, è già stato oggetto di risanamenti parziali negli anni 1989, 1999 ed infine nel 2005, in cui sono stati realizzati unicamente dei rappezzi.

Gli interventi di manutenzione sopra citati sono riportati nelle tabelle seguenti.

CARREGGIATA SN - BANCHINA					
inizio km	fine km	data	tipo asfalto	larghezza corsia	spessore teorico [m]
22.994	23.323	2002	MR11	2.5	0.035
23.913	24.150	2002	MR11	2.5	0.035
24.150	26.024	1999	MR11	2.5	0.040
26.024	29.900	1972	AB10S	2.5	0.030
29.900	31.478	1977	AB16S	2.5	0.035
CARREGGIATA SN - CORSIA LENTA					
inizio km	fine km	data	tipo asfalto	larghezza corsia	spessore teorico [m]
22.994	23.323	2002	MR11	3.5	0.035
23.323	23.913	1989	AB10S	3.5	0.040
23.913	24.150	2002	MR11	3.5	0.035
24.150	26.024	1999	MR11	3.5	0.040
26.024	27.000	1994	SMA11	3.5	0.035
27.000	29.540	1998	MR11	3.5	0.035
29.540	31.478	1995	SMA11	3.5	0.035
CARREGGIATA SN - CORSIA VELOCE					
inizio km	fine km	data	tipo asfalto	larghezza corsia	spessore teorico [m]
22.994	23.323	2002	MR11	3.5	0.035
23.323	23.913	1972	AB10S	3.5	0.040
23.913	22.150	2002	MR11	3.5	0.035
22.150	26.024	1999	MR11	3.5	0.035
26.024	28.540	1994	SMA11	3.5	0.035
28.540	29.900	1972	AB10S	3.5	0.035
29.900	31.478	1994	SMA11	3.5	0.035

Tabella 4: Interventi di manutenzione pavimentazione carreggiata SN

Relazione tecnica generale

CARREGGIATA NS - BANCHINA					
inizio km	fine km	data	tipo asfalto	larghezza corsia	spessore teorico [m]
20.700	22.672	1972	AB10S	2.5	0.030
22.672	22.995	2002	MR11	2.5	0.035
22.995	23.323	2002	MR11	2.5	0.035
23.913	24.150	2002	MR11	2.5	0.035
24.850	26.924	1999	MR11	2.5	0.030
26.924	29.900	1972	AB10S	2.5	0.030
29.900	31.463	1978	AB10S	2.5	0.030
CARREGGIATA NS - CORSIA LENTA					
inizio km	fine km	data	tipo asfalto	larghezza corsia	spessore teorico [m]
22.700	22.672	1989	AB10S	3.5	0.035
22.672	22.950	2002	MR11	3.5	0.035
22.950	23.323	2002	MR11	3.5	0.035
23.323	23.913	1989	AB10S	3.5	0.030
23.913	24.150	2002	MR11	3.5	0.035
24.150	26.024	1999	MR11	3.5	0.040
26.024	31.463	1994	SMA11B5	3.5	0.035
CARREGGIATA NS - CORSIA VELOCE					
inizio km	fine km	data	tipo asfalto	larghezza corsia	spessore teorico [m]
22.700	22.672	1972	AB10S	3.5	0.035
22.672	22.950	1972	MR11	3.5	0.035
22.950	23.323	2002	MR11	3.5	0.035
23.323	23.913	1968	AB10S	3.5	0.030
23.913	24.150	2002	MR11	3.5	0.035
24.150	26.024	1999	MR11	3.5	0.040
26.024	31.463	1994	SMA11	3.5	0.035

Tabella 5: Interventi di manutenzione pavimentazione carreggiata NS.

Tali interventi, che hanno riguardato principalmente lo strato di usura della pavimentazione e solo in parte gli strati sottostanti, hanno avuto lo scopo di aumentare la capacità portante del pacchetto bituminoso e ridurre gli effetti dell'ormaiamento dovuto al crescente traffico di mezzi pesanti.

Come mostrato dalla campagna d'indagine svolta nei mesi di febbraio e luglio 2010, lo spessore totale del pacchetto bituminoso per l'autostrada è pari (in media) a 22 cm suddivisi in strato di usura MR 11 spessore 4 cm, strato di base HM T 22 spessore 7 cm e uno strato portante AB25 spessore 11 cm. Lo strato di fondazione in misto granulare ha uno spessore variabile tra 50 cm e 70 cm.

Per quanto riguarda lo svincolo di Lugano Nord, le indagini mostrano una pavimentazione di spessore medio di 22 cm, così suddivisi: strato di usura AB11 spessore 4 cm, strato di collegamento HMT16 spessore 6 cm e strato di base HMT 22 spessore 12 cm.

L'indagine svolta in Fase MK ha riguardato inoltre la presenza di eventuali sostanze inquinanti nello spartitraffico; nella tratta in pianura, compresa indicativamente tra i km 27.500 e 29.500, i risultati mostrano la presenza di uno strato in catrame con funzione d'impermeabilizzazione e fonte d'inquinamento da PAK. Tale strato, anche a ragione dell'ubicazione della zona in corrispondenza della zona di protezione della falda, comporta l'esigenza di rimozione dello strato e di smaltimento dello stesso in discarica a reattore.

## 6.2 Definizione della sovrastruttura stradale di progetto

Il concetto d'intervento del tratto autostradale compreso tra il portale Nord della galleria di Gentilino (km 23.950) e la zona oltre lo svincolo di Lugano Nord nel comune di Lamone (km 30.060), prevede interventi di adeguamento della sezione stradale tali da garantire un sistema di conduzione del

Relazione tecnica generale

traffico 4+0 e quindi, in caso di cantiere, la possibilità di gestire 4 corsie di traffico su una sola carreggiata.

Tale adeguamento alla geometria comporta inevitabilmente interventi anche sulla sovrastruttura stradale. Il concetto di base è quello di adeguare il pacchetto di pavimentazione alle future esigenze di traffico.

Le condizioni di traffico attuali sono state valutate tramite:

- conteggi automatici USTRA (postazione Camignolo e circonvallazione di Lugano) – anno 2015;
- conteggi radar e video (svincolo Lugano Nord e area di sosta di Muzzano) – anno 2016.
- dall'analisi dei suddetti dati e considerando l'orizzonte temporale di riferimento 2040, il modello di traffico utilizzato nella valutazione ha fornito il quadro dell'evoluzione del traffico per la tratta.
- nella seguente fase di progetto si valuterà l'evoluzione del traffico come segue:
  - ✓ fino al 2030: incremento medio  $+0,7\% \div +1,3\%$  per anno ;
  - ✓ dal 2030 al 2040: incremento medio  $0,4\% \div +0,5\%$  per anno.

Tali valori corrispondono, secondo la Norma VSS 640324, a una classe di traffico T6 (traffico estremamente pesante) sia per il tracciato autostradale che per le bretelle.

Il dimensionamento della pavimentazione stradale è riportato al paragrafo 10.3; di seguito si riportano il dettaglio dello spessore degli strati e il tipo di miscela utilizzato con la relativa percentuale di riciclo:

- |  |                         |
|--|-------------------------|
| • strato di usura SDA 8-12, 3 cm         | nessun riciclo          |
| • strato di collegamento AC EME C1, 8 cm | 30% materiale riciclato |
| • strato di base AC EME C2, 8 cm         | 40% materiale riciclato |
| • strato di fondazione ACF 22, 11 cm     | 70% materiale riciclato |

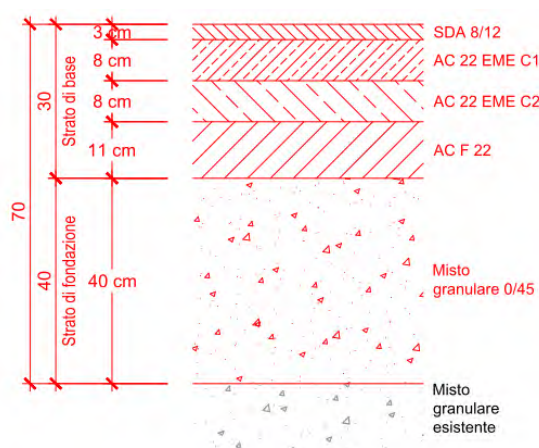
Relazione tecnica generale

Figura 10: Sezione soprastruttura stradale di progetto

Rispetto a quanto impiegato nel progetto MK la stratigrafia è stata variata secondo quanto indicato dallo specialista FU USTRA durante riunione PFS del 27 gennaio 2016; in tale occasione, è stato scelto l'SDA 8-12 come strato d'usura e diminuito a 8 cm lo spessore dello strato ACF di fondazione. Poi, durante riunione PVS del 16.12.2016, è stata proposta al Committente una variante a tali pacchetti che permettesse il totale riutilizzo del fresato bituminoso: tale variante, poi accettata, prevede una miscela AC F 22 con percentuale di riciclaggio del 90% e spessore 11 cm.

Si noti che, a differenza di quanto previsto in fase MK, verrà adottato un unico tipo di pavimentazione per la tratta autostradale e le bretelle. In fase MK era, infatti, previsto per le bretelle l'utilizzo di strati di asfalto fuso quale provvedimento, insieme alla realizzazione di muri di contenimento a bordo di entrambi i cigli, per la protezione delle acque. In accordo con il Committente in questa fase progettuale i provvedimenti di protezione delle acque di falda sono stati variati e si è potuto uniformare i pacchetti stradali. Questo permette anche di utilizzare una maggiore quantità di materiale riciclato, con vantaggi sia dal punto di vista economico che ambientale.

Per quanto riguarda il misto granulare, a differenza di quanto previsto in MK e sulla base delle valutazioni delle prove di laboratorio ricevute a ottobre 2016, il Committente ha deciso che in questa fase si debba prevedere di mantenere ove possibile lo strato di misto granulare esistente. Fanno eccezione i tratti in cui le esigenze plano-altimetriche di progetto richiedano un innalzamento o abbassamento della livelletta stradale.

### 6.3 Dimensionamento della soprastruttura stradale

Determinati i pacchetti di pavimentazione, si è quindi proceduto a una verifica secondo quanto dettato dalle norme VSS 640320, VSS 640 324, VSS 640 317b, VSS 640 430 e VSS 670 140b.

Il dimensionamento è stato eseguito in due modalità differenti:

- dimensionamento secondo portanza
- dimensionamento al gelo

## Relazione tecnica generale

Nei paragrafi seguenti si riportano i due tipi di dimensionamento e tutte le verifiche richieste dalla normativa attualmente in vigore compreso il manuale tecnico USTRA in materia di tracciato ed in particolare di pavimentazioni stradali.

Le grandezze principali determinanti utilizzate per il dimensionamento sono:

- classe di traffico T6
- classe di portanza del terreno di fondazione S3

### 6.3.1 Dimensionamento al gelo

Per il calcolo del dimensionamento al gelo è necessario definire a priori alcuni parametri di base.

Il dimensionamento al gelo viene effettuato sulla base della norma VSS 640.317b mediante la formula:

$$d_s < f \cdot X_{30}$$

dove:

$d_s$  = spessore della pavimentazione

$f$  = fattore di dimensionamento al gelo

$X_{30}$  = Profondità di gelo media ultimi 30 inverni più freddi

La prima verifica da eseguire è quella riguardante l'effettiva necessità o meno di un dimensionamento al gelo della pavimentazione. Si deve verificare che:

$$FI_s \leq FI_s^*$$

In caso contrario è necessario effettuare il dimensionamento al gelo.

Considerando una classe di traffico T6, capacità portante del sottofondo S3 e una classe di sensibilità al gelo del sottofondo G3 (media), si ottiene un valore dell'indice critico di dimensionamento al gelo  $FI_s^* = 200$  (tab. 3 VSS 640317b).

Si procede quindi sempre sulla base della norma di cui sopra, al calcolo dell'indice di dimensionamento al gelo mediante la seguente formula:

$$FI_s = FI - RI$$

Dove:

$FI$  = indice di gelo dell'aria

$RI$  = radiazione solare incidente sul piano orizzontale

Relazione tecnica generale

Considerando l'ubicazione e la conformazione dell'area di progetto, risulta che RI può essere assunto pari a 200 °C·giorno. Il parametro FI si determina graficamente dalla norma VSS 670140b e può essere assunto pari a 400 °C·giorno.

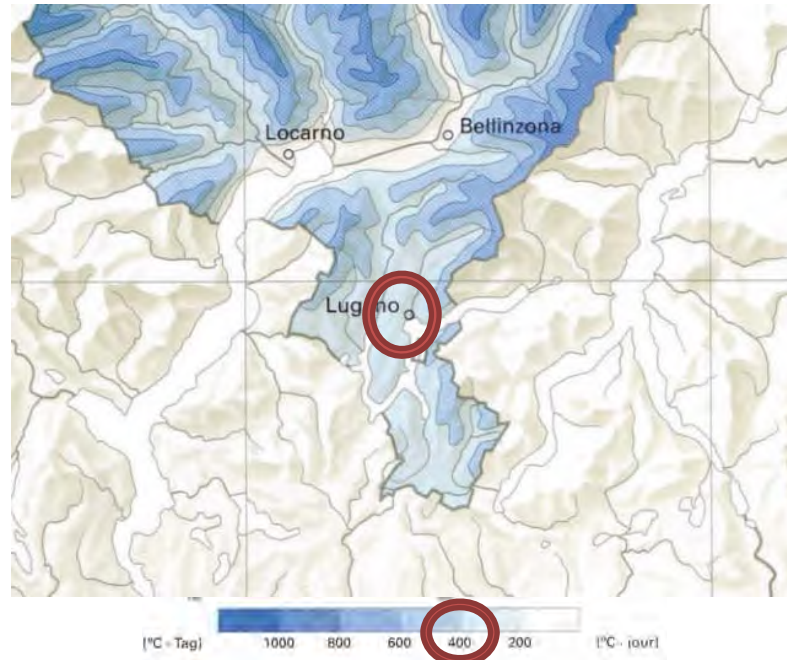


Figura 11: Indice di gelività dell'aria secondo SN 670 140b

Calcolo indice di dimensionamento al gelo:

$$FIs = FI - RI = 400 - 200 = 200^{\circ}\text{C} \cdot \text{giorno}$$

Essendo verificata la condizione  $FIs \geq FIs^*$ , è necessario il dimensionamento al gelo della pavimentazione.

Si procede quindi al calcolo dei parametri di cui alla formula  $d_s < f \cdot X_{30}$ .

Dapprima si determina il fattore  $f$

- fattore di dimensionamento al gelo  $f = 0.45$  (con traffico T6, pavimentazione tipo 2 e grado di gelività G3 – tab.4 VSS 640.317b)

Quindi si procede al calcolo della profondità di gelo  $X_{30}$  (inverni più freddi degli ultimi 30 anni):

- spessore pavimentazione di progetto  $d_s = 90\text{cm}$  (30 bituminosa + 60 misto non gelivo 0-45)
- profondità di gelo ipotesi 1:  $X_{30} = 125\text{ cm}$   
(con massa volumica  $\rho = 2.0\text{ t/m}^3$  e contenuto d'acqua  $W = 13\%$  VSS 670 140b)
- profondità di gelo ipotesi 2:  $X_{30} = 120\text{ cm}$   
(con massa volumica  $\rho = 1.8\text{ t/m}^3$  e contenuto d'acqua  $W = 18\%$  VSS 670 140b)



### Relazione tecnica generale

- valutazione spessore pavimentazione necessario ipotesi 1:

$$d = f \cdot X_{30} = 125 \text{ cm} \cdot 0.45 = 56.25 \text{ cm}$$

- valutazione spessore pavimentazione necessario ipotesi 2:

$$d = f \cdot X_{30} = 120 \text{ cm} \cdot 0.45 = 54 \text{ cm}$$

- verifica:  $d_s > f \cdot X_{30}$

$$\text{ipotesi 1} \rightarrow 56.25 \text{ cm} < 90 \text{ cm}$$

$$\text{ipotesi 2} \rightarrow 54 \text{ cm} < 90 \text{ cm}$$

Il dimensionamento al gelo è soddisfatto, in quanto lo spessore della pavimentazione di progetto risulta essere in entrambi i casi superiore al valore determinato dalla verifica al gelo.

### **6.3.2 Dimensionamento alla capacità portante**

Il dimensionamento secondo portanza è svolto sulla base della norma VSS 640 324. In base alla classe di traffico (T6) ed alla classe di portanza (S3), si definisce il valore strutturale SN della pavimentazione.

$$SN = a_1 D_1 + a_2 D_2 + a_3 D_3 + \dots + a_n D_n$$

Dove:

SN = Structural number

$a_i$  = parametri moltiplicativi per i singoli strati

$D_i$  = spessori dei singoli strati.

Dalla tab.5 della norma VSS 640324, data una classe di traffico T6 e una classe di portanza S3, si ottiene che il valore strutturale necessario è pari a  $SN_{erf} = 123$ .

La verifica deve essere eseguita valutando  $SN_{erf}$  (necessario) secondo normativa e SN calcolato mediante la formula di cui sopra. Deve risultare  $SN > SN_{erf}$ .

$$\text{SDA 8-12} \quad d \cdot a = 3 \times 4.0 = 12$$

$$\text{AC EME C1} \quad d \cdot a = 8 \times 4.4 = 35.2$$

$$\text{AC EME C1} \quad d \cdot a = 8 \times 5.6 = 44.8$$

$$\text{ACF 22} \quad d \cdot a = 11 \times 3.2 = 35.2$$

$$\text{Misto} \quad d \cdot a = 50 \times 1.25 = 62.5$$

$$\mathbf{SN = 199 > SN_{erf} = 123}$$

Relazione tecnica generale

---

Si determina quindi che il pacchetto di pavimentazione così progettato soddisfa la verifica alla portanza.

*Relazione tecnica generale*

---

**7. EVACUAZIONE ACQUE****7.1 Situazione esistente**

La raccolta delle acque meteoriche dalla superficie stradale avviene tramite una rete di canalizzazioni disposte lungo il tracciato autostradale, in grado di raccogliere sia le acque di piattaforma (sistema di pozzetti e caditoie) che le acque di infiltrazione nella sottostruttura e le acque di drenaggio dei muri di controriva (tubazioni di drenaggio).

Il sistema attuale di raccolta delle acque meteoriche dalla superficie stradale (vedi piani dal 30.2-1 al 30.2-10) è costituito da tubazioni in cemento e risale agli anni '60 (periodo di costruzione dell'autostrada) ad eccezione delle bretelle dello svincolo Lugano Nord risanate nel corso del 2011-2012 (Rampa Sud Lugano Nord, Rampa Manno Nord, Rampa Sud Manno, Cavalcavia sull'autostrada a Manno). Nell'ambito di questi interventi anticipati è stato realizzato un sistema di drenaggio mediante l'impiego di doppi tubi in HDPE, vista la prossimità del pozzo di captazione di Manno.

Per poter valutare lo stato attuale di conservazione delle canalizzazioni nel 2010 venne eseguita una campagna di pulizia ed ispezione mediante telecamera dei tratti di canalizzazioni per le quali era prevedibile un'eventuale integrazione nel nuovo sistema, in particolare:

- tratto dal km 23+950 al km 24+350, collettori principali laterali alle carreggiate: nel complesso le tubazioni presentavano localmente leggere rotture, disassamento dei giunti e formazioni di depositi compatti (calcificazioni);
- tratto dal km 24+600 al km 25+800, canalizzazioni longitudinali sotto lo spartitraffico centrale e raccordi trasversali alla carreggiata SN: le canalizzazioni longitudinali presentavano localmente qualche disassamento dei giunti e rotture leggere, mentre i raccordi trasversali sono caratterizzati da uno stato piuttosto deteriorato;
- bretelle dello svincolo basso Lugano Nord (Diramazione per Lugano Nord uscita, bretella PTL-Suglio, Rampa Manno Nord): nel complesso le canalizzazioni si presentavano in stato accettabile, con locali leggere rotture e disassamenti contenuti dei giunti.

Ad eccezione delle tratte risanate nell'ambito del VoMa, lo stato delle canalizzazioni è giudicato non ottimale e pertanto già a partire dalla fase precedente (MK) è stata prevista la sostituzione delle tubazioni esistenti.

La disposizione delle canalizzazioni varia in funzione delle caratteristiche del tracciato (pendenze longitudinali e trasversali, topografia): in funzione della situazione locale, esse sono situate sul lato esterno delle carreggiate oppure lungo lo spartitraffico centrale.

La rete di evacuazione esistente convoglia anche parte del sistema di evacuazione acque della Galleria di Gentilino. Il sistema di evacuazione delle acque meteoriche dalla superficie stradale della Galleria di Gentilino presenta uno spartiacque in corrispondenza del km 23+650: la raccolta delle acque avviene mediante una serie continua di caditoie a bocca di lupo disposte ai lati della carreggiata che convogliano il flusso in una canaletta in calcestruzzo fino all'innesto nel sistema di canalizzazioni al km 23+950.

Relazione tecnica generale

Nei tratti in cui sono presenti muri di controriva (muro di controriva Mulini 1 e muro di controriva Mulini 2) sono presenti delle immissioni laterali nel sistema di evacuazione principale, costituite dagli scarichi dei drenaggi profondi a tergo dei muri (distribuiti ad intervalli regolari lungo lo sviluppo del manufatto) e delle canalette di raccolta delle acque di ruscellamento disposte in prossimità del coronamento.

In corrispondenza del portale Nord della galleria di Gentilino è presente un separatore oli la cui area di competenza si estende fino allo spartiacque della galleria (km 23.625 circa). Analogamente al portale Sud è presente un manufatto gemello che completa il sistema di evacuazione acque della galleria autostradale.

Nel tratto compreso tra il km 26+500 e il km 28+400 sono presenti due canali semicircolari in calcestruzzo a cielo aperto, di larghezza  $B = 1.3$  m, che hanno la funzione, per il tratto in esame, di convogliare le acque di piattaforma stradale raccolte mediante un sistema di embrici. I due canali confluiscono in un unico canale in corrispondenza del km 26+450, con scarico finale nella Roggia dell'Acquedotto in corrispondenza dell'IDA di Bioggio.

In corrispondenza del punto di confluenza dei due canali (km 26+450 circa, in corrispondenza del cavalcavia ferroviario FLP), esternamente ad entrambe le carreggiate, sono presenti due vasche di contenimento inquinanti regolate da paratoia ad azionamento manuale.

Il canale semicircolare in calcestruzzo a cielo aperto esterno alla carreggiata SN si raccorda in corrispondenza del km 28+200 al canale di smaltimento acque del progetto PTL, la cui sezione idraulica è riferita ad una portata di progetto pari a  $2.4 \text{ m}^3/\text{s}$ .

Attualmente le acque meteoriche autostradali sono immesse nei corpi ricettori naturali attraverso 7 scarichi distribuiti irregolarmente lungo il tracciato, come riportato nella Figura 12 (scarichi da B a G).

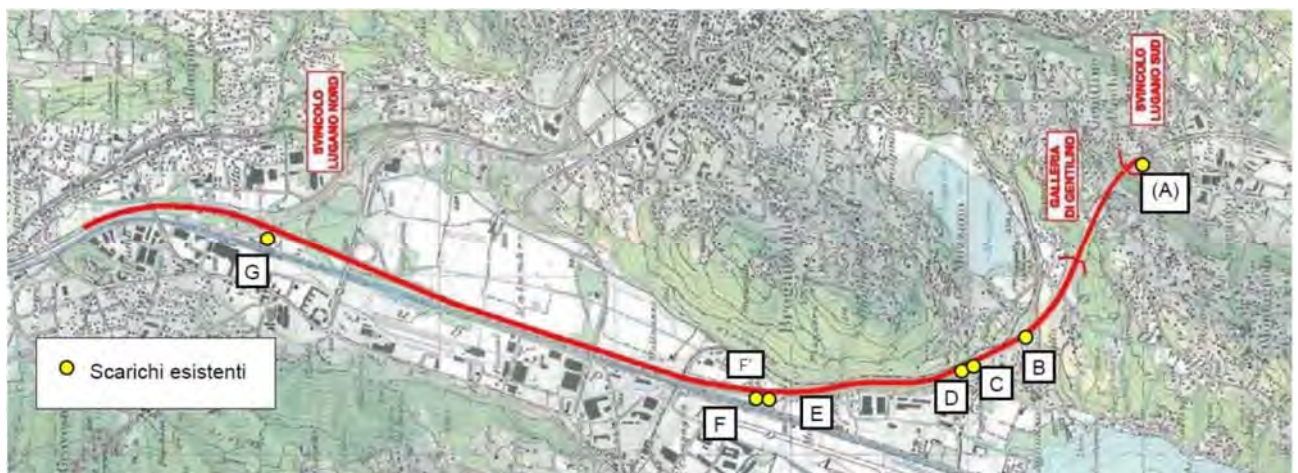


Figura 12 – Ubicazione degli scarichi esistenti nei ricettori naturali presenti lungo la tratta

Gli scarichi attuali avvengono prevalentemente nelle acque superficiali (rogge o canali). Lo scarico F' rappresenta l'unica eccezione, essendo costituito da un impianto di infiltrazione diretta in falda. Tuttavia le condizioni idrogeologiche dei primi strati del sottosuolo non sono favorevoli al processo di percolazione naturale e pertanto l'attuale bacino di trattamento non risulta svolgere la funzione

Relazione tecnica generale

depurativa, ma riveste unicamente il ruolo di volume di ritenzione per lo smorzamento delle portate di picco.

L'attuale sistema di evacuazione delle acque non prevede la separazione delle acque di piattaforma (superficiali e di drenaggio della sottostruttura) dalle acque di drenaggio superficiale (canalette di raccolta acque di versante) e profondo (drenaggio dei muri di controriva).

L'attuale rete di evacuazione acque è dotata di 2 vasche di contenimento inquinanti in caso di incidente e di 4 separatori di oli: nella Tabella 6 è riportato uno schema sintetico delle caratteristiche dei principali manufatti di interesse presenti lungo la tratta in esame.

*Tabella 6 - Caratteristiche separatori oli e vasche contenimento inquinanti presenti lungo la tratta*

Tipo	Progressiva	Ubicazione	Volume utile [m <sup>3</sup> ]	Ricettore finale
Separatore oli	km 23+950	Portale galleria Gentilino, carr. SN	--	
Separatore oli	km 26+350	Mulini di Bioggio	110	Roggia dell'acquedotto
Vasca contenimento inquinanti	km 26+500	Carreggiata NS	50	Roggia dell'acquedotto
Vasca contenimento inquinanti	km 26+500	Carreggiata SN	50	Roggia dell'acquedotto
Separatore oli	km 28+900	Cancello di entrata deposito Manno	52	Riale Ponteggia

## 7.2 Stato delle canalizzazioni

Il sistema attuale di raccolta delle acque meteoriche della superficie stradale è quello realizzato nell'ambito dei lavori di costruzione dell'autostrada negli anni '60 ed è costituito da un collettore principale, situato generalmente nello spartitraffico centrale a una profondità media di 2,50 m, e da un sistema di drenaggi

Il concetto d'intervento previsto nell'ambito dell'ammodernamento dell'autostrada prevede il completo rifacimento del sistema di evacuazione delle acque di piattaforma, al fine di collocare infrastrutture all'esterno della carreggiata e realizzare un sistema separato di smaltimento delle acque di piattaforma e di drenaggio. Per tale ragione e poiché non sono segnalati malfunzionamenti, non è stato approfondito rispetto alla fase MK lo stato delle canalizzazioni esistenti mediante ispezioni video supplementari.

## 7.3 Concetto di smaltimento delle acque meteoriche

La Legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque (LPAC) esige una completa protezione e conservazione dei cicli idrologici. Le acque di scarico inquinate devono essere trattate e le acque di scarico non inquinate devono, per quanto possibile, esser eliminate mediante infiltrazione. Le acque di scarico sono considerate inquinate se sono in grado di inquinare l'acqua in cui sono immesse.

## Relazione tecnica generale

I principi e le priorità delle prescrizioni federali riguardo allo smaltimento delle acque possono essere riassunti come segue:

- Le acque di scarico inquinate devono essere trattate;
- Le acque di scarico non inquinate devono essere lasciate infiltrare laddove le condizioni locali lo permettono;
- L'infiltrazione sul posto rappresenta la prima possibilità per l'eliminazione di acque di scarico delle vie di comunicazione non inquinate;
- L'immissione in un'acqua superficiale di acque di scarico non inquinate è ammissibile soltanto se le condizioni locali non ammettono un'infiltrazione con o senza trattamento preliminare.

Nelle strade, l'acqua risultante dal drenaggio del corpo stradale vero e proprio (smaltimento delle acque del sottofondo) non è considerata acqua di scarico se non è raccolta e smaltita con l'acqua di scarico risultante dalla piattaforma stradale.

Per la valutazione dell'inquinamento delle acque di scarico non sono determinanti solamente le caratteristiche delle acque di scarico stesse ma anche lo stato delle acque nelle quali verranno immesse.

Il concetto di smaltimento acque per l'intera tratta ha ripreso quello sviluppato nella fase di progetto precedente (MK), apportando alcune migliorie volte all'ottimizzazione della rete e dei costi di investimento.

L'intera tratta è stata suddivisa in tre comparti (vedi Figura 13 e piano 30.1 - Schema idraulico generale smaltimento acque):

- comparto SABA G → comprende la superficie stradale afferente all'impianto di trattamento SABA G, collocato in corrispondenza del km 29+250 circa (indicata in verde in Figura 13);
- comparto SABA F Nord → comprende la tratta autostradale dal km 26+450 (punto di minimo del profilo longitudinale dell'intera tratta) al km 29+250 circa, con recapito da Nord all'impianto di trattamento SABA F;
- comparto SABA F Sud → comprende la tratta autostradale dal km 23+950 (portale Sud della galleria di Gentilino) al km 26+450 (punto di minimo del profilo longitudinale dell'intera tratta), con recapito da Nord all'impianto di trattamento SABA F.

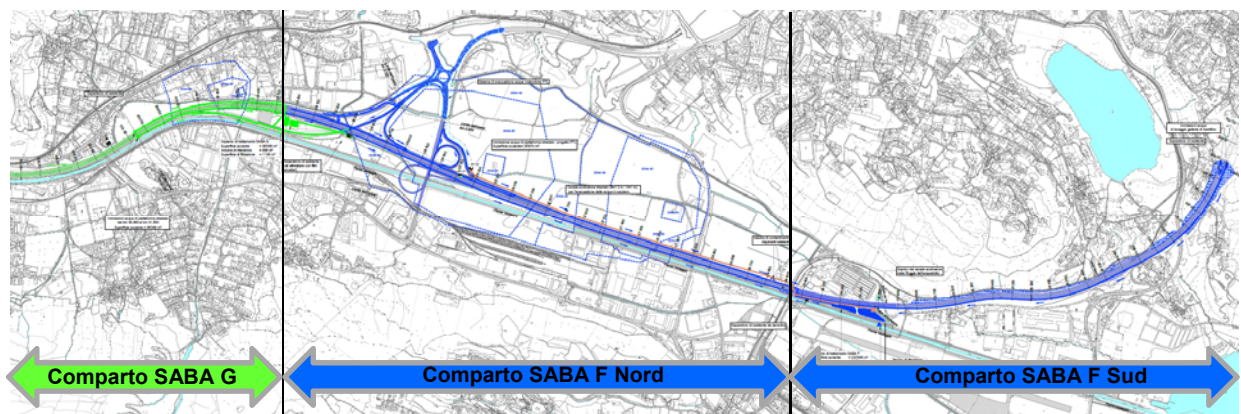


Figura 13 – Definizione dei comparti della rete di smaltimento acque meteoriche

## Relazione tecnica generale

L'evacuazione delle acque meteoriche dalla superficie stradale lungo tutta l'autostrada avviene a gravità, evitando il dispendioso ricorso a sistemi di pompaggio.

Conformemente a quanto richiesto dalle normative le acque di drenaggio dei muri di controriva verranno separate dalla rete di evacuazione delle acque di piattaforma stradale e saranno scaricate nei ricettori naturali presenti lungo la tratta in collina.

Nella tratta compresa tra il km 27+100 e il km 30+060 sono presenti tre pozzi di captazione delle acque sotterranee che servono il comprensorio della città di Lugano. Durante la fase precedente (MK) era stato elaborato un concetto contenente le misure da adottare per garantire la salvaguardia delle captazioni, riportate nel documento *Dossier protezione falda (settembre 2013)* [5]. In particolare, tra le misure da adottare era previsto il dimensionamento dei collettori per un tempo di ritorno  $Z=10$  anni: tale proposta, a seguito dell'incontro in data 27.06.2017 con l'ente gestore del pozzo e gli enti cantonali, è venuta a decadere e si è adottato il dimensionamento dei collettori per  $Z=1$  anno, come prescritto dalla VSS SN 640353. All'interno di tale tratta si sono dunque considerate le seguenti esigenze per garantire la salvaguardia delle captazioni potabili situate in prossimità della carreggiata:

- impiego di doppi tubi per garantire la perfetta tenuta delle canalizzazioni;
- dimensionamento dei collettori per un tempo di ritorno  $Z=1$  anno;
- posa di un telo in HDPE ai lati di entrambe le carreggiate, e conseguente posa di una tubazione di drenaggio per raccogliere eventuali inquinanti che possono percolare in caso di sversamento accidentale (vedi piano 20.3-7);
- evitare scarichi del sistema di evacuazione nei ricettori naturali.

Considerata l'estensione della rete e delle ridotte pendenze dei collettori nella tratta in pianura sono stati previsti due scaricatori di piena in corrispondenza dello svincolo Lugano Nord (SP116 e S126, vedi piano 30.5-2), in grado di convogliare nella rete a valle (e quindi al trattamento) la quota parte di portata corrispondente al 90% del volume di pioggia (secondo quanto prescritto dalla direttiva ASTRA 11005: per maggiori dettagli in merito agli scaricatori di piena si rimanda al § 7.4.3). La portata in esubero derivata dai due manufatti scolmatori viene convogliata in un canale scatolare interrato che corre parallelo alla carreggiata SN dal km 28+300 al km 26+450 circa, per poi attraversare l'autostrada e scaricare nella Roggia dell'acquedotto (in corrispondenza dello scarico dell'impianto di trattamento SABA F).

Le acque meteoriche raccolte dal sistema di evacuazione vengono convogliate ai due impianti di trattamento acque (SABA F e SABA G), in modo da garantirne un idoneo trattamento. Si segnalano tuttavia due situazioni puntuali (carreggiata SN tra il km 26+080 e il km 26+400; carreggiata NS tra il km 28+900 e 29+250) per le quali a causa delle ridotte pendenze non è stato possibile garantire il convogliamento alla rete di evacuazione, optando per un trattamento decentralizzato mediante cunetta filtrante/infiltrante: per maggiori dettagli si rimanda al §7.4.1.

Relazione tecnica generale**7.4 Rete di evacuazione acque meteoriche di progetto****7.4.1 Definizione del sistema di evacuazione delle acque meteoriche**

Al fine di limitare e favorire gli interventi di manutenzione nella parte centrale della sede autostradale, USTRA richiede un posizionamento delle infrastrutture ai lati esterni delle due carreggiate. Inoltre occorre garantire una separazione delle acque di piattaforma e di drenaggio dei muri di controriva, destinando ai bacini di trattamento solamente le acque inquinate, evitando in questo modo di sovraccaricare il sistema.

Lungo il tracciato dei collettori principali avvengono immissioni laterali in corrispondenza dei manufatti di attraversamento (cavalcavia) e delle rampe dello svincolo basso Lugano Nord (interconnessione con i collettori di raccolta acque lungo le bretelle).

**7.4.1.1 Comparto SABA G (da km 29+250 a km 30+060)**

Nel tratto compreso tra il km 29+250 (sezione di chiusura in ingresso all'impianto SABA G) e il km 30+060 (limite di progetto) la pendenza trasversale della sede stradale è unilaterale ed è pertanto presente un unico collettore a lato della carreggiata NS, cui sono collegate anche le caditoie nello spartitraffico centrale. A causa della presenza del riparo fonico e della prossimità del confine di proprietà, nel tratto tra il km 29+600 e il km 30+060 si è reso necessario ubicare il collettore in asse alla corsia di emergenza della Diramazione per Lugano Nord uscita.

Per evitare il ricorso a pezzi speciali per i collegamenti delle caditoie (considerato anche l'impiego di doppi tubi), si è preferito disporre i pozzetti ad un interasse di circa 50 m, in modo da far coincidere ogni immissione nel collettore principale con un pozzetto.

Il nodo terminale della rete (G1, km 30+060: limite intervento) verrà collegato al collettore esistente nello spartitraffico centrale, riprendendo il sistema di evacuazione esistente nella tratta a nord, che sarà oggetto del progetto di conservazione EP15.

**7.4.1.2 Comparto SABA F Nord (da km 26+450 a km 29+250)**

Nel tratto compreso tra il km 26+450 e il km 28+200 la pendenza della sede stradale è a tetto e sono presenti due collettori a lato di entrambe le carreggiate. In corrispondenza della sezione di chiusura al km 26+450 è prevista la demolizione del Tombino alla Chiusa, sostituendo il canale esistente con il collettore lato carreggiata SN, che attraverserà la sede stradale in prossimità del manufatto da demolire (vedi 30.2.15, tratto FN167-FN168).

In corrispondenza del km 28+250 circa è previsto il manufatto scolmatore SP126 (vedi 30.2.17), che intercetta il canale proveniente dalla rotonda PTL e consente di convogliare alla rete di evacuazione EP28 unicamente la portata corrispondente al 90% del volume da trattare ai sensi della direttiva ASTRA 11005. La portata scolmata dal manufatto viene convogliata nel canale scatolare interrato (dimensioni 1'200x1'000 mm), che corre parallelo al collettore SN fino all'attraversamento al km 26+450, per poi scaricare nella Roggia dell'acquedotto.



Relazione tecnica generale

Un secondo manufatto scolmatore è previsto in carreggiata SN al km 28+280 circa (SP116), lungo il collettore principale a lato della strada di collegamento: in questo modo viene convogliata nella rete a valle unicamente la portata da inviare al trattamento (ottimizzando di conseguenza i diametri di progetto), mentre la portata scolmata viene immessa nel canale scatolare al km 28+170 circa (vedi 30.2.17).

Nel tratto compreso tra il km 28+200 e il km 29+250 sono ancora presenti due collettori principali: il primo raccoglie il deflusso proveniente dalla carreggiata NS, mentre il secondo raccoglie il deflusso dalla carreggiata SN e dalla strada di collegamento, insieme ai collegamenti con la rete esistente lungo lo svincolo Lugano Nord.

In corrispondenza dei nodi FN127, FN015, FN105 vengono ripresi i collegamenti alla rete evacuazione esistente lungo le bretelle dello svincolo Lugano Nord. Allo stesso modo sono stati fatti convogliare nella rete di progetto gli scarichi presenti sui cavalcavia che attraversano l'autostrada (Cavalcavia SN e Vedeggio, Cavalcavia sull'autostrada a Manno, Cavalcavia rampa uscita Lugano Nord).

A causa della quota elevata dell'impalcato del Tombino alla Monda lato carreggiata NS (km 28+900), non è possibile garantire l'attraversamento del collettore verso sud. Pertanto, in accordo con il Committente, per il tratto compreso tra il km 29+220 circa e il km 28+900 (pari ad una superficie scolante di circa 5'100 m<sup>2</sup>) è stato previsto, in accordo con il Committente e sentito il parere dell'Ufficio Corsi Acqua, un trattamento decentralizzato costituito da una trincea filtrante alimentata mediante un sistema di embrici (vedi piani 30.2-19 e 30.5-1), con scarico finale nella Roggia dei Mulini Nord.

I collettori principali sono generalmente ubicati esternamente alla carreggiata. Localmente, laddove ciò non risulta possibile, sono state previste deviazioni del tracciato sulla corsia di emergenza, in particolare:

- in presenza delle fondazioni dei portali segnaletica;
- in corrispondenza dei ripari fonici (da km 28+450 a km 28+900), a causa dell'assenza di una pista di manutenzione che ne garantisca l'ubicazione retrostante al manufatto.

#### **7.4.1.3 Comparto SABA F Sud (da km 23+950 a km 26+450)**

Per la tratta in collina dal km 23.950 al km 26.300 (tra la galleria di Gentilino e il Tombino alla Chiusa) il sistema di evacuazione prevede lo smaltimento delle acque verso il SABA F. Il collettore principale si sviluppa fino km 24.250 nella carreggiata in direzione Bellinzona e, in seguito, tramite un attraversamento di carreggiata, prosegue parallelamente all'autostrada in direzione Chiasso fino al km 24.850. Tra il km 24.850 e il km 25.200, il collettore è posto in carreggiata direzione Nord per poi proseguire, tramite un attraversamento, nella carreggiata opposta fino a immettersi nei canali dell'impianto di trattamento SABA F.

In generale, è previsto il collegamento in serie di alcune griglie di raccolta al fine di convogliare le acque nel collettore principale con una frequenza inferiore ed evitare quindi un numero eccessivo di attraversamenti di carreggiata.

Relazione tecnica generale

Il funzionamento dell'intera rete è a gravità; nella tratta compresa tra i km 26.080 e km 26.400, le quote di progetto dell'impianto di trattamento (SABA F) non permettono, però, di convogliare a gravità le acque autostradali raccolte. Per questo motivo, in questa zona, in accordo con il Committente, il progetto prevede la realizzazione di una cunetta filtrante lungo la carreggiata S-N.

La scelta di adottare una cunetta filtrante è stata valutata in relazione ai requisiti richiesti dalla direttiva ASTRA 18005 "Trattamento delle acque di scarico sulle Strade Nazionali" e dalla norma SN 640361 "evacuazione delle acque – sistemi di trattamento". A causa dell'esiguo ricoprimento rispetto alla quota di falda nella tratta interessata, il dettaglio della cunetta filtrante prevede:

- 20 cm di strato superiore (orizzonte A) con contenuto di argilla > 10% (massimo 15%), percentuale di sostanze organiche compresa tra 2% e 5%;
- 30 cm di strato inferiore (orizzonte B), con gli stessi requisiti dello strato superiore, minore percentuale di sostanze organiche (quantità massima 1%);
- Strato di ghiaia drenante tipo 8/16 mm sopra al tubo di drenaggio che permette la raccolta delle acque filtrate al recettore finale;
- telo impermeabilizzante in HDPE.

Le funzioni principali della cunetta sono di filtrazione ed evacuazione delle acque trattate attraverso il tubo di drenaggio posto al di sotto degli strati filtranti. La forma della cunetta permette inoltre di ottenere una funzione supplementare di ritenzione.

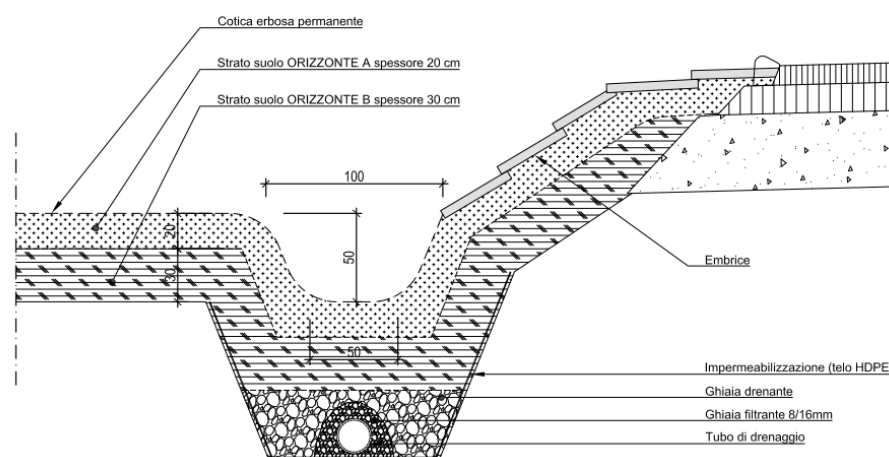


Figura 14: Dettaglio cunetta filtrante

Il dimensionamento idraulico e le dimensioni che ne conseguono, è stato eseguito secondo le indicazioni della norma VSS 640361 e della Direttiva ASTRA 18005.

Per determinare la superficie filtrante per unità di lunghezza è stata considerata una capacità filtrante del suolo pari a 1 l/min·m². Il dimensionamento è svolto tramite simulazione a lungo termine attraverso il software di calcolo SASUM. I calcoli sono stati svolti utilizzando sia i dati di pioggia con tempo di ritorno pari a z=1, sia una serie storica di precipitazioni piovose registrata alla stazione di

Relazione tecnica generale

misura di Lugano tra gli anni 2006 e 2015, verificando in modo iterativo, variando le dimensioni della cunetta filtrante in progetto, la resa migliore del sistema.

I risultati del dimensionamento sono i seguenti:

	Volume ingresso tot [m³]	Volume filtrante tot [m³]	Rendimento [%]
Portata di progetto (z=1)	102'386	102'386	100
Serie storica	69'897	69'621	100

Le dimensioni (larghezza e profondità) sono ottimizzate in funzione dei vincoli legati alla quota stradale e permettono di ottenere il massimo rendimento idraulico della cunetta in termini di filtrazione. Esse rispettano le indicazioni date dalla norma VSS 640361 in termini di larghezza minima (pari a 50 cm) e pendenza delle scarpate pari a 1:3.

Per quanto riguarda il drenaggio esistente in corrispondenza dei muri di controriva, è previsto lo spostamento dello stesso sotto la corsia d'emergenza della carreggiata in direzione nord. L'ispezione e il controllo del collettore avverranno tramite le caditoie esistenti poste a tergo del muro esistente. Per il collettore di drenaggio, in base normativa vigente, si prevede l'immissione nei recettori naturali senza trattamento attraverso gli scarichi esistenti. Per queste caditoie, che non raccoglieranno le acque di carreggiata, è prevista inoltre la sostituzione della griglia con coperchio adeguato.

#### 7.4.2 Dimensionamento della rete di evacuazione acque meteoriche

Per il dimensionamento del sistema di evacuazione delle acque meteoriche sono determinanti le punte di deflusso di corta durata (celle temporalesche), secondo le normative VSS attualmente in vigore.

Secondo la VSS 640357, la durata della precipitazione è in generale di 15 minuti ed è da aumentare in presenza di reti molto lunghe (maggiori di 300 m). In questo caso, la rete si estende per una distanza superiore a 600 m, pertanto secondo quanto riportato nella Tabella 1 della norma la durata della pioggia determinante è stata prolungata di 10 minuti ( $T_p = 15' + 10' = 25'$ ).

Per la determinazione dell'intensità di pioggia si è fatto riferimento alle curve d'intensità di pioggia per la stazione di Lugano [11], anziché utilizzare i coefficienti di Talbot riportati nella VSS SN 640350, in quanto maggiormente caratterizzanti il regime idrologico dell'area in esame (Tabella 7).

Parametro	Descrizione	Valore
z	Tempo di ritorno	1 anno
i	Intensità di pioggia	$i_{z=1} : 149.51 \text{ l/s} \cdot \text{ha}$
$t_p$	Durata della pioggia di progetto	25 min

*Relazione tecnica generale*

$\psi$	Coefficiente di deflusso	0.9
$k_s$	Coefficiente di scabrezza Strickler	$85 \text{ m}^{1/3}\text{s}^{-1}$

Tabella 7 - Basi per il dimensionamento del sistema di evacuazione acque meteoriche

Nell'ALLEGATO 4 sono riportati i risultati del dimensionamento della rete di evacuazione acque meteoriche di progetto.

### 7.4.3 Dimensionamento scolmatori di piena

Per i due manufatti scolmatori sono stati previsti due stramazzi laterali a bassa soglia, in modo da indurre condizioni di corrente lenta ( $Fr < 0.75$ ) ed avere tiranti idraulici maggiori, evitando di avere la formazione di risalti nelle immediate vicinanze del manufatto.

Il dimensionamento del manufatto scolmatore è stato effettuato secondo la formulazione proposta da Hager per scolmatori a soglia alta e riportata nella direttiva VSA STORM (Technische Richtlinie Band 1, versione 2012).

La formulazione proposta consente di ricostruire il profilo della corrente in corrispondenza della soglia sfiorante, calibrando con maggiore accuratezza la portata sfiorata, rispetto alla trattazione semplificata ottenibile con la formula di Poleni.

Per garantire una condizione di deflusso stabile all'ingresso del manufatto scolmatore (corrente lenta) si è ridotta la pendenza del collettore in entrata, in modo da avere un numero di Froude  $Fr < 0,75$ .

La formulazione si basa sulla definizione, attraverso un procedimento iterativo che prevede il rispetto di determinate condizioni (riportate nella Tabella 9 e Tabella 10), di due parametri determinanti: l'altezza del pelo libero in corrispondenza della sezione di sbocco ( $h_u$ ) e l'altezza dello sfioro ( $h_m$ ).

Secondo Hager la variazione di portata lungo la soglia sfiorante risulta essere pari a:

$$\frac{\Delta Q}{\Delta L} = 0.6 \cdot n \cdot c_w \cdot g^{0.5} \cdot (h_m - w_m)^{1.5} \cdot \left[ \frac{(H_m - w_m)}{(3H_m - 2h_m - w_m)} \right]^{0.5}$$

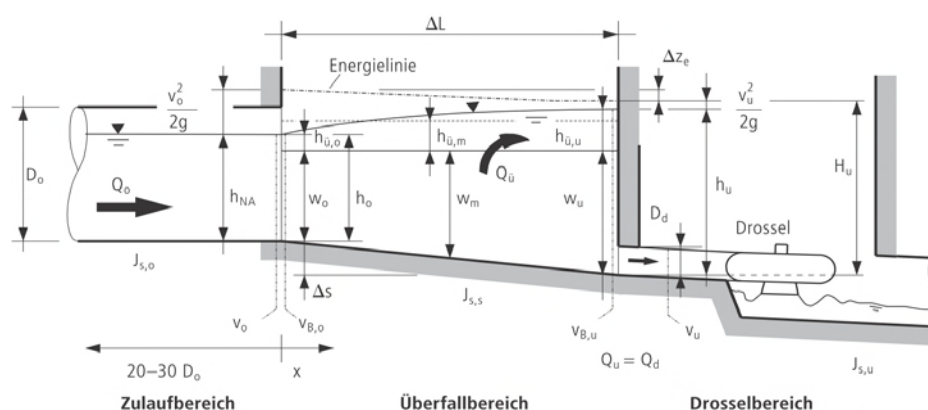


Figura 15 – Definizione delle variabili per il dimensionamento del manufatto scolmatore

Relazione tecnica generale

La valutazione degli afflussi in corrispondenza dei due manufatti scolmatori (SP126 e SP116) è stata effettuata in riferimento ad un tempo di ritorno  $Z=1$  anno (Tabella 8).

Tabella 8 – Definizione afflussi in ingresso e in uscita dai manufatti scolmatori

		Scolmatore PTL	Scolmatore SN
		SP126	SP116
Superficie totale area tributaria	[m <sup>2</sup> ]	25.974	34.417
i (z=1)	[mm/h]	89,92	89,92
Coefficiente di deflusso	[-]	0,9	0,9
<b>Portata di picco <math>Q_0</math></b>	[l/s]	<b>584</b>	<b>774</b>
<b>Portata da inviare al trattamento <math>Q_u</math></b>	[l/s]	<b>110</b>	<b>120</b>
<b>Portata scolmata <math>Q_{\bar{u}}</math></b>	[l/s]	<b>474</b>	<b>654</b>

Nella Tabella 9 e nella Tabella 10 sono riportati i risultati del dimensionamento dei due manufatti scolmatori.

## Relazione tecnica generale

Tabella 9 – Dimensionamento scaricatore di piena SP126

1. Dati di partenza		
$Q_0$	= 0.584 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	afflusso a SP
$Q_u$	= 0.11 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	deflusso a IDA
$\Delta s$	= 0.06 [m]	dislivello fondo SP
$\Delta L$	= 3 [m]	lunghezza SP
$D_0$	= 1.2 [m]	Ø condotta entrata SP
$J_{s,0}$	= 0.8 [‰]	J condotta entrata SP
$K_{str.}$	= 85 [m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	condotta in entrata
$h_{HA}$	= 0.49 [m]	altezza dell'acqua a flusso costante
$v_0$	= 1.00 [m.s <sup>-1</sup> ]	velocità iniziale
$w_0$	= 0.75 [m]	altezza lato SP a monte
$J_{s,s}$	= 2 [‰]	pendenza fondo manufatto
$D_{SP\ reale}$	= 1 [m]	
$L_{PRE\ SP}$	= 40 [m]	
$C_w$	= 1 [-]	
$n$	= 1 [-]	lati dello SP

2. Condizione di fattibilità		
Froude	< 0.75 [-]	nr. Di Froude
$w_m$	= [-]	$0,6 D_0 < w_m < 0,8 D_0$ [m]
$\Delta Q/\Delta L$	< 300 [l s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> ]	
$q_u$	< 0.6 [m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Aussflussintensität

3. Analisi condizioni di validità		
Froude	= 0.721 [-]	uguaglianza 3.1
$\Delta Q/\Delta L$	= 158 [l s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> ]	
$w_m/D_0$	= 0.650 [-]	

4. Valori a scelta		
$h_u$	= 0.980 [m]	
$w_m$	= 0.780 [m]	

5. Calcolo		
$F^*$	= 1.176 [m]	uguaglianza 3.9
$h_0$	= 0.967 [m]	uguaglianza 3.8
$h_m$	= 0.976 [m]	uguaglianza 3.6
$\Delta Q/\Delta L$	= 0.160 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	uguaglianza 3.11
$\Delta L$	= 2.971 [m]	uguaglianza 3.11
$h_{u,m}$	= 0.194 [m]	altezza media

6. Plausibilità dei risultati		
$h_{A,ZB}$	= 0.690	"Altezza di riempimento inizio zona di alimentazione, tramite curve di accumulazione"
$L_{PRE\ SP}$	= 40.000	> 36 20-30 $D_0$
$w_m/h_u$	= 0.796	tra 0.6-0.8
$q_u$	= 0.130	< 0.6
$Fr_{A,ZK}$	= 0.357	< 0.75
$\lambda_s$	= 2.476	

7. Verifica diametro uscita IDA e Riale					
$D_{IDA}$	=	0.400 [m]	Ø condotta verso IDA	$D_{RIA}$	= 0.700 [m] Ø condotta verso ricettore
$J_{s,IDA}$	=	20.000 [‰]	J condotta verso IDA	$J_{s,RIA}$	= 20.000 [‰] J condotta verso ricettore
$Q_u$	=	0.110 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	deflusso a IDA	$Q_{RIA}$	= 0.474 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ] deflusso a ricettore
$K_{Str,IDA}$	=	85.000 [m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	condotta in uscita	$K_{Str,RIA}$	= 85.000 [m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> ] condotta in uscita
$Q_{max\ IDA}$	=	0.244 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]		$Q_{max\ RIA}$	= 1.085 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]
$D_{teorico\ ID}$	=	0.266 [m]		$D_{teorico\ RIA}$	= 0.459 [m]

## Relazione tecnica generale

Tabella 10 - Dimensionamento scaricatore di piena SP116

1. Dati di partenza			
$Q_0$	=	0.774 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	afflusso a SP
$Q_u$	=	0.12 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	deflusso a IDA
$\Delta s$	=	0.06 [m]	dislivello fondo SP
$\Delta L$	=	3 [m]	lunghezza SP
$D_0$	=	0.8 [m]	Ø condotta entrata SP
$J_{S,0}$	=	3 [‰]	J condotta entrata SP
$K_{Str.}$	=	85 [m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	condotta in entrata
$h_{NA}$	=	0.55 [m]	altezza dell'acqua a flusso costante
$v_0$	=	2.08 [m.s <sup>-1</sup> ]	velocità iniziale
$w_0$	=	0.5 [m]	altezza lato SP a monte
$J_{S,s}$	=	2 [‰]	pendenza fondo manufatto
$D_{SP\text{ reale}}$	=	0.6 [m]	
$L_{PRE\text{ SP}}$	=	20 [m]	
$C_w$	=	1 [-]	
$n$	=	1 [-]	lati dello SP

2. Condizione di fattibilità			
Froude	<	0.75 [-]	nr. Di Froude
$w_m$	=	0,6-0,8 [-]	$0,55 < D_0 < 0,7$ [m]
$\Delta Q/\Delta L$	<	300 [l.s <sup>-1</sup> m <sup>-1</sup> ]	
$q_u$	<	0,6 [m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	Aussflussintensität

3. Analisi condizioni di validità			
Froude	=	0.901 [-]	uguaglianza 3.1
$\Delta Q/\Delta L$	=	0.218 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
$w_m/D_0$	=	0.663 [-]	

4. Valori a scelta			
$h_u$	=	0.805 [m]	
$w_m$	=	0.530 [m]	

5. Calcolo			
$F^*$	=	0.644 [m]	uguaglianza 3.9
$h_o$	=	0.731 [m]	uguaglianza 3.8
$h_m$	=	0.780 [m]	uguaglianza 3.6
$\Delta Q/\Delta L$	=	0.217 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	uguaglianza 3.11
$\Delta L$	=	3.012 [m]	uguaglianza 3.11
$h_{0,m}$	=	0.238 [m]	altezza media

6. Plausibilità dei risultati			
$h_{A,zb}$	=	0.690	"Altezza di riempimento inizio zona di alimentazione, tramite curve di accumulazione"
$L_{pre\text{ sp}}$	=	20.000	> 24 20-30 $D_0$
$w_m/h_u$	=	0.658	tra 0.6-0.8
$q_u$	=	0.361	< 0.6
$Fr_{A,zk}$	=	0.580	< 0.75
$\lambda_s$	=	3.765	

7. Verifica diametro uscita IDA e Riale			
$D_{IDA}$	=	0.400 [m]	Ø condotta verso IDA
$J_{S,IDA}$	=	20.000 [‰]	J condotta verso IDA
$Q_u$	=	0.120 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	deflusso a IDA
$K_{Str.IDA}$	=	85.000 [m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	condotta in uscita
$Q_{max\text{ IDA}}$	=	0.244 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
$D_{teorico\text{ ID}}$	=	0.274 [m]	
$D_{RIA}$	=	0.700 [m]	Ø condotta verso IDA
$J_{S,RIA}$	=	20.000 [‰]	J condotta verso IDA
$Q_{RIA}$	=	0.654 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	deflusso a IDA
$K_{Str.RIA}$	=	85.000 [m <sup>1/3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	condotta in uscita
$Q_{max\text{ RIA}}$	=	1.085 [m <sup>3</sup> .s <sup>-1</sup> ]	
$D_{teorico\text{ RIA}}$	=	0.518 [m]	



Relazione tecnica generale**7.4.4 Sistema di evacuazione acque provvisorio (fasi di cantiere)**

Al fine di garantire il funzionamento della rete di smaltimento per tutta la durata dei lavori, è stato studiato un sistema d'evacuazione che prevede, per alcune fasi, la posa di collettori provvisori di collegamento, in modo da garantire sempre un corretto drenaggio delle acque di piattaforma stradale.

TRATTA IN COLLINA (da km 23+950 a km 26+450)

Durante la fase di lavoro 2B è prevista la realizzazione di tre collettori provvisori (dal km 24.710 al km 24.780, al km 24.850 e tra il km 25.850 e il km 25.950) di collegamento da utilizzare nella fase successiva al fine di mantenere in esercizio la rete di smaltimento delle acque dello spartitraffico verso i recettori naturali.

La fase di lavoro 3A, che prevede i lavori lungo la carreggiata N-S, è mantenuta in esercizio la rete di smaltimento delle acque esistente sia lungo le carreggiate sia lungo lo spartitraffico; gli interventi prevedono la demolizione dello scarico al km 24.700 e l'utilizzo del collettore provvisorio realizzato nella fase precedente al km 24.850. Nell'ambito di questa fase, a causa della demolizione del tratto di collettore posto in carreggiata N-S, è utilizzato il collettore provvisorio realizzato nella fase precedente al fine di garantire l'evacuazione verso il riale Mulini 1 attraverso lo scarico realizzato al 25.950.

La fase 4A (lavori nello spartitraffico) non prevede la realizzazione di provvisori ma l'evacuazione delle acque avviene tramite la rete così come descritta in precedenza.

TRATTA IN PIANURA (da km 26+450 a km 30+060)

Durante la fase di lavoro 1A e 1B è prevista la posa di una canaletta provvisoria a bordo asfalto lungo la carreggiata NS: tale intervento si rende necessario in quanto durante tali fasi è prevista la posa del nuovo tracciato cavi, con la demolizione del canale evacuazione acque esistente. Tale sistema provvisorio sarà utilizzato fino a quando non sarà realizzato il collettore principale lato carreggiata NS.

Durante le fasi 3B e 4A è prevista la posa delle griglie nello spartitraffico centrale e dei relativi collegamenti: per garantire il regolare drenaggio delle acque di piattaforma stradale nelle successive fasi di cantiere, è stata prevista la chiusura temporanea dei collegamenti alle griglie mediante tappi e il collegamento delle medesime al collettore di drenaggio esistente.

La realizzazione del nuovo collettore principale SN e del canale scatolare avverrà a tappe, mantenendo attivo il sistema esistente (canale semicircolare al piede scarpata) mediante l'impiego di tubazioni di bypass provvisorie.

**7.4.5 Caratteristiche dei materiali**

Le tubazioni impiegate saranno in PEHD e saranno rinfiancate con calcestruzzo non armato con una classe di resistenza C20/25 (profilo di posa U4). Per maggiori dettagli si rimanda al piano 30.5 – Dettagli tipo evacuazione acque. Nei tratti in cui la canalizzazione transiterà puntualmente al di sotto di altri elementi (ad es. camere BSA o fondazioni di ripari fonici) questa verrà inserita all'interno di un tubo fodera, in modo da rendere agevole una possibile futura sostituzione della stessa.



---

*Relazione tecnica generale*

---

## **8. INFRASTRUTTURE DI TERZI**

Le infrastrutture di terzi presenti nella tratta in collina e che possono causare interferenze al tracciato sono ubicate in corrispondenza di manufatti esistenti che attraversano trasversalmente l'autostrada. Tali infrastrutture o sono inserite all'interno del manufatto o, in caso di sottopassi, sono poste al di sotto della strada ad una profondità tale da non creare problemi.

### **8.1 CDALED**

Come definito nei relativi dossier K vengono demoliti due manufatti di attraversamento (di proprietà USTRA) in cui sono alleggiate infrastrutture di proprietà CDALED, al Km 24+500 e al km 25+756. Nell'ambito del progetto, i collettori verranno posati parallelamente al tracciato originario, di comune intesa con l'ente proprietario dell'infrastruttura.

Il progetto prevede inoltre la realizzazione di due nuovi locali di servizio posti all'interno degli edifici tecnici delle Aree di Sosta di Muzzano: per l'allacciamento dello scarico delle acque luride ci si è basati sui dati ricevuti da CDALED e, per l'edificio lato SN, si è utilizzato come punto di recapito il pozzetto già adoperato per l'edificio attuale. Per l'edificio del lato NS si è invece inserito nella rete un nuovo pozzetto di recapito, che possa poi scaricare nella rete CDALED in modo compatibile con le quote dell'esistente e con la presenza del nuovo Muro di sostegno ai Mulini di Bioggio.

In corrispondenza del km 26+450, all'interno del Tombino alla Chiusa, transita un collettore in pressione, che secondo quanto riferito dal CDALED verrà dismesso nel corso del 2017, sostituendolo con un collettore a profondità maggiore mediante la tecnica del drilling. Pertanto, come indicato nel dossier K Tombino alla Chiusa, è previsto lo smantellamento della tubazione all'interno del manufatto.

### **8.2 AIL**

L'allaccio potabile dei nuovi locali di servizio presenti nell'area di sosta Muzzano avviene tramite la rete esistente, già presente nella zona.

La condotta potabile presente all'interno del manufatto Sottopasso acquedotto Lugano (km 27+070 circa) verrà dismessa entro il 2018. Pertanto, come indicato nel relativo dossier K, è previsto lo smantellamento della tubazione all'interno del manufatto.

### **8.3 METANORD**

Metanord ha in previsione nel corso del 2018 la realizzazione del nuovo gasdotto alta pressione parallelamente alla tratta autostradale in oggetto tra il km 29+000 e il km 30+060.

Il tracciato del nuovo gasdotto è stato tenuto in considerazione nell'ambito della progettazione EP28, mantenendo le distanze di rispetto indicate dall'ente gestore.

#### **8.4 SWISSCOM E UPC**

Lungo la tratta sono presenti tracciati cavi Swisscom e UPC all'interno di bauletti di proprietà USTRA: gli interventi relativi allo spostamento delle infrastrutture a seguito della realizzazione dei nuovi bauletti sono già stati illustrati agli enti gestori e saranno coordinati con maggiore dettaglio nelle prossime fasi di progetto.

## **9. BSA GENIO CIVILE**

### **9.1 Tracciati cavi**

Nell'ambito del progetto EP28 Gentilino – Lamone è previsto il rinnovo e il completamento degli impianti elettromeccanici relativi al tratto autostradale compreso tra il portale Nord della Galleria di Gentilino (km 23+950) e lo svincolo Lugano Nord (km 30+060). Sulla base delle direttive USTRA, le misure d'intervento proposte devono essere in grado di accogliere il progresso delle nuove tecnologie al fine di incorporare nuove funzioni e adeguarsi a nuove esigenze. Gli obiettivi realizzativi di maggior importanza sono dunque:

- garantire la funzionalità degli impianti elettromeccanici presenti nella tratta in oggetto con un orizzonte temporale di 15-20 anni dalla conclusione dei lavori;
- aumentare il livello della sicurezza di esercizio;
- agevolare la gestione in condizioni d'emergenza;
- ottimizzare la distribuzione delle alimentazioni in modo da ripartire i carichi elettrici il più uniformemente possibile.

#### **9.1.1 Situazione attuale**

Nella tratta interessata dai lavori del EP28 sono attualmente presenti i seguenti tracciati porta cavi:

- esterni alla carreggiata SN:
  - da inizio limite d'intervento sud fino a km 24+075;
  - da km 27+975 a limite d'intervento nord.
- esterni alla carreggiata NS:
  - da inizio limite d'intervento sud a km 28+950;
  - da km 29+700 a fine limite d'intervento nord.
- interno allo spartitraffico centrale:
  - da km 27+800 a fine limite d'intervento nord.
- interno area verde tra carreggiata SN e bretella di collegamento.

Lungo l'intera tratta sono presenti, circa ogni 100 m, attraversamenti che collegano trasversalmente le dorsali BSA o eventuali camere singole poste sulla carreggiata opposta.

I bauletti cavi sono normalmente posati con un'altezza pari a 0.8 m dal piano campagna alla quota superiore del bauletto cavi. In presenza di manufatti essi vengono posati su appositi supporti posti esternamente al cordolo.

## Relazione tecnica generale

Il tracciato cavi esistente è sottodimensionamento per le esigenze attualmente previste. Inoltre, in base alle richieste del Committente, non devono essere presenti bauletti cavi all'interno dello spartitraffico.

Per tutti i dettagli in merito alla disposizione e ai diametri dei tubi porta cavi fare riferimento ai piani presenti nel Dossier 40 BSA Genio Civile.

### **9.1.2 Situazione di progetto**

Nell'ambito del progetto di risanamento del tratto autostradale, dal km 23+950 al km 30.060, è prevista la posa di nuove batterie di tubi ed il potenziamento di una breve tratta di batterie esistenti. I limiti di intervento per quanto concerne i tracciati cavi BSA non coincidono con quelli del tracciato stesso. In particolare:

- direzione SN: il limite d'intervento tracciato cavi corrisponde al limite d'intervento per il riparo fonico AP1 (km 30+450);
- direzione NS: il limite d'intervento tracciato cavi corrisponde alla fine della dorsale principale esistente posta all'interno dello spartitraffico centrale (km 30+180).

Per il progetto MK è stato utilizzato un grado di equipaggiamento MINIMAL. Nel corso di questa fase progettuale il Committente ha richiesto che il nuovo tracciato cavi garantisca un livello di equipaggiamento HOCH (elevato), fatto che implica il pressoché completo rifacimento del tracciato esistente ed un aumento del numero di tracciato cavi previsti.

In linea generale, gli interventi di progetto possono essere così riassunti:

- da km 23+950 a km 25+900 una singola dorsale NS: batteria 3x4 DN 120/132;
- da km 25+900 a km 26+100 dorsale NS e SN: batteria 3x4 DN 120/132;
- da km 26+100 a km 30+350 dorsale NS e SN: batteria 3x3 DN 120/132;
- da km 30+350 a km 30+450 una singola dorsale SN: 3x3 DN 120/132.

È importante evidenziare che il nuovo tracciato, previsto a fianco della carreggiata direzione sud, tra il km 27.870 e il km 24.250, si sovrappone a quello attuale; per tale motivo è necessaria la realizzazione di un tracciato cavi provvisorio per garantire il mantenimento del tracciato attuale fino al completamento di quello nuovo.

Le nuove batterie di tubi devono essere realizzate in conformità con il manuale tecnico BSA di USTRA 23001-14200. In linea di principio esse devono essere posate all'esterno dell'area pavimentata di progetto.

Dove necessario ed in linea con le gerarchie di tracciamento esposte nel manuale, saranno previste delle camere per il tiraggio dei cavi. Il posizionamento delle camere cavi è di regola previsto all'interno della banchina, per permettere la loro apertura senza interruzione del traffico, a maggior ragione in ottica di predisposizione alla PUN.

In corrispondenza delle corsie di accelerazione e decelerazione per le Aree di sosta di Muzzano le camere cavi possono essere posizionate all'interno della carreggiata. Le posizioni sono state

## *Relazione tecnica generale*

---

studiate per rispettare tali criteri anche nella futura configurazione stradale PUN, nella quale le larghezze delle corsie saranno diverse.

In corrispondenza dell'uscita da nord presso lo Svincolo di Lugano Nord, il confine USTRA è posto ad una distanza tale che, con la costruzione del nuovo riparo fonico non si ha lo spazio necessario per la posa delle camere cavi all'esterno della corsia d'emergenza (con particolare riferimento alle esigenze legate alla manutenzione). Pertanto, in accordo con il Committente, si è scelto di ubicare il tracciato cavi in corrispondenza dell'asse della corsia di emergenza, dal km 29+050 al limite Nord del progetto.

Per tutti i dettagli in merito ai tracciati cavi da demolire e quelli da realizzare si rimanda ai piani presenti nel Dossier "40 BSA Genio Civile".

### **9.2 Portali segnaletica**

Per il progetto dei nuovi portali di segnaletica si rimanda ai relativi dossier K.

### **9.3 Edifici tecnici**

#### **9.3.1 Cabina di trasformazione Lugano Nord**

La cabina è di proprietà USTRA. I locali tecnici MT e BT sono in buono stato di conservazione. Il locale BT è occupato principalmente dal distributore 1000V. Entrambi i locali non sono dotati di cantina cavi e sono collegati con più tubi al tracciato cavi esistente. Dall'analisi dello stato attuale, della disponibilità di spazio e delle esigenze di progetto risulta che il locale è sufficientemente grande da garantire lo spazio necessario per il periodo definito in 25-30 anni. Il locale presenta uno stato di conservazione adeguato e necessita unicamente di una verniciatura delle superfici interne, della sostituzione delle porte di accesso e delle griglie di aerazione naturale.

#### **9.3.2 Cabina di smistamento Manno**

La cabina è di proprietà USTRA. Dalla cabina si provvede all'alimentazione in media tensione delle reti autostradali direzione Sud e direzione Nord. La cabina non dispone di trasformatori. Il locale non è dotato di cantina cavi e risulta completamente occupato dalle attrezzature di distribuzione MT. Il locale è collegato al tracciato cavi con tubi di protezione in cemento. Dall'analisi dello stato attuale, della disponibilità di spazio e delle esigenze di progetto risulta che il locale è sufficientemente grande da garantire lo spazio necessario per il periodo definito in 25-30 anni. Il locale presenta uno stato di conservazione adeguato e necessita unicamente di una verniciatura delle superfici interne, della sostituzione delle porte di accesso e delle griglie di aerazione naturale.

#### **9.3.3 Nuovo locale tecnico zona IDA Bioggio**

Per tutti i dettagli in merito al nuovo locale tecnico zona IDA Bioggio, fare riferimento all'incarto K "Locale tecnico zona IDA Bioggio N-S".

Relazione tecnica generale

---

**9.3.4 Locale tecnico area di sosta di Muzzano**

Il locale tecnico è di proprietà di USTRA. Dalla cabina si provvede all'alimentazione delle utenze autostradali delle due aree di servizio Muzzano. Il locale con il progetto EP28 verrà demolito. L'area di sosta di Muzzano sarà servita da due nuovi locali tecnici:

- locale tecnico servizi Muzzano N-S (incarto K separato);
- locale tecnico servizi Muzzano S-N (incarto K separato).

*Relazione tecnica generale*

---

**10. BARRIERE DI SICUREZZA****10.1 Situazione esistente**

Lungo la tratta in oggetto, attualmente il sistema di barriere elastiche di protezione non segue un concetto definito e le barriere installate sono varie e differenti indipendentemente dal tipo di elementi che si intende proteggere.

La maggior parte delle barriere di sicurezza sono state posate durante la costruzione dell'autostrada negli anni '70:

- Spartitraffico centrale → barriera tipo 34 (livello di ritenuta H2). L'intervento di risanamento prevede la pavimentazione dello spartitraffico con l'adozione di una barriera tipo Varioguard, pertanto la barriera esistente non risulta essere idonea per essere mantenuta
- Bordo carreggiata → barriera tipo 12 (livello di ritenuta N2). Sia a causa del livello di ritenuta (esigenza di progetto: livello di ritenuta H2), sia a causa degli interventi di risanamento (allargamento in zone di protezione acque, realizzazione del nuovo muro di contenimento lato NS tratta in collina) non è possibile mantenere il sistema esistente, che dovrà pertanto essere smantellato

In alcune tratte le barriere elastiche sono state oggetto di recenti lavori di risanamento. In particolare:

- üMA "Messa in sicurezza Barriere Viglio": scopo del progetto era la sostituzione delle barriere elastiche presenti nello spartitraffico, rivolte verso la carreggiata SN. L'intervento partiva dal km 24+050 al km 25+950 (sistema tipo 6611). A causa dei lavori di innalzamento della carreggiata NS non è possibile mantenere la barriera elastica, che dovrà essere smantellata durante il cantiere;
- VOMA "Svincolo Lugano Nord": risanamento bretelle uscita da sud verso Lugano, entrata verso nord da Manno e uscita da sud verso Manno. La barriera prevista lungo le bretelle menzionate sopra è la tipo 93. Lo scopo principale di questa tipologia di sistema di ritenuta è la protezione della falda in caso d'incidente. Tali barriere vengono mantenute, in quanto non compromesse dagli interventi previsti sul tracciato autostradale;
- completamento Svincolo Lugano Nord: risanamento "ricciolo" Svincolo Lugano Nord. Anche per questi lavori la barriera prevista è la tipo 93; Tali barriere vengono mantenute, in quanto non compromesse dagli interventi previsti sul tracciato autostradale;

Nella tabella seguente sono elencate le tipologie di barriere di sicurezza presenti lungo la tratta

Relazione tecnica generale












LEGENDA			
Barriere di sicurezza a lama GS A 2.00 m Tipo sistema 12		Barriere di sicurezza LS 150'180 2.00 m Tipo sistema 62	
Barriere di sicurezza a lama con elemento di deformazione Tipo sistema 12		Barriere di sicurezza GS 2x 150'180 2.00 m Tipo sistema 64	
Barriere di sicurezza bifacciali centrali a lama con elementi di deformazione (cambio di carreggiata) Tipo sistema 12		Barriere di sicurezza GS 2x 150'180 - 50'100 2.00 m Tipo sistema 66	
Barriere di sicurezza bifacciali centrali a lama con elementi di deformazione (spartitraffico) Tipo sistema 12		Barriere di sicurezza GS 3x 150'180 - 2x 50'100 2.00 m Tipo sistema 68	
Barriere di sicurezza laterali a lama EDLS A 2.00 Tipo sistema 31		Barriere di sicurezza GB 1150 Tipo sistema 92	
Barriere di sicurezza bifacciali centrali a lama (spartitraffico) GS 780 A 2.00 m Tipo sistema 34		Barriere di sicurezza GB 150'180 Tipo sistema 93	
Barriere di sicurezza a lama su manufatto GS A 60'140 Tipo sistema 22			

Figura 16 - Tipologia barriere esistenti

Per tutti i dettagli in merito alle barriere elastiche esistenti si rimanda ai piani contenuti nel “Dossier 50 Barriere elastiche”.

## 10.2 Situazione di progetto

Sulla base della disomogeneità evidenziata lungo la tratta, nell'ambito dell'EP28 si prevede di procedere con la sostituzione di tutte le barriere di sicurezza per uniformarle alle normative.

Il concetto generale per il progetto delle barriere di sicurezza si basa sulla suddivisione della tratta in due zone:

- tratta in collina e tratta in pianura esterna alla zona di protezione della falda: di principio barriere elastiche tipo 62;
- tratta in pianura interna alla zona di protezione della falda: di principio barriere elastiche tipo 66. Tale scelta progettuale è derivata dalla presenza delle zone di protezione delle acque sotterranee (per maggiori dettagli si rimanda all'ALLEGATO 3 – Dossier protezione falda);

In particolare, nella tratta interessata dalle zone di protezione delle acque sotterranee, la direttiva ASTRA 19001 [13] prescrive un livello di ritenuta H2 (zona di protezione S3, importanza > 5'000 l/min)

In generale tra le due tratte sussistono dei presupposti comuni, che fanno riferimento alla norma VSS 640.561. I requisiti per la progettazione delle barriere di sicurezza sono:



Relazione tecnica generale

- livello di ritenuta in funzione delle zone da proteggere: per la tratta analizzata bisogna garantire un livello minimo di ritenuta H1 in quanto la strada è fortemente trafficata;
- larghezza di funzionamento (Wirkungsbereich): la barriera elastica viene posata in modo tale che la larghezza di funzionamento è sempre garantita;
- lunghezza di posa delle barriere in presenza di zone a rischio: in corrispondenza di un elemento a rischio è necessario collocare, 16 m prima e dopo, delle barriere con un livello di ritenuta H2. Questo tipo di protezione è necessaria dove sono presenti i ripari fonici, i portali segnaletica, diversi sottopassi e cavalcavia;
- distanza dal bordo stradale: si prevede di regola una distanza di 0.30 m della barriera elastica dal bordo della pavimentazione (conformemente a quanto prescritto dalla SN 640561:2016-12 Tab.6). Con il sistema di protezione tipo VarioGuard, previsto nello spartitraffico, si hanno invece delle distanze dal bordo carreggiata superiore a 0.80 m. Nella Tabella 11 sono riportate le indicazioni fornite dalla normativa.

Abstand der Schutteinrichtung vom Fahrbahnrand <i>Distance entre la barrière de sécurité et le bord de la chaussée</i>		
Fahrbahnrand <i>Bord de la chaussée</i>	Minimaler Abstand <i>Distance minimale</i> [m]	Regelabstand <i>Distance normale</i> [m]
Äusserer Rand bei Hochleistungsstrassen mit Standstreifen <i>Bord extérieur dans le cas de routes à grand débit avec bande d'arrêt d'urgence</i>	0,00	0,30
Ausserer Rand bei Hochleistungsstrassen ohne Standstreifen <i>Bord extérieur dans le cas de routes à grand débit sans bande d'arrêt d'urgence</i>	0,50	0,80
Mittelstreifen <i>Terre-plein central</i>	0,50	0,80
Fahrbahnrand bei übrigen Strassen <i>Bord de la chaussée dans le cas des autres routes</i>	0,30	0,50

Tabella 11 - Distanza tra barriera di sicurezza ed bordo carreggiata

Nello spartitraffico è prevista la posa di un sistema di ritenuta mobile tipo VarioGuard.

Per quanto riguarda le barriere lungo lo svincolo di Lugano Nord sono previsti due sistemi di barriere di sicurezza:

- tipo 66 con allargamento della pavimentazione oltre alla corsia d'emergenza: tale scelta progettuale è derivata dalla presenza delle zone di protezione delle acque sotterranee (per maggiori dettagli si rimanda all'ALLEGATO 3 – Dossier protezione falda);
- tipo 93.

Per tutti i dettagli in merito alle barriere di sicurezza di progetto fare riferimento al "Dossier 50 Barriere elastiche".

## *Relazione tecnica generale*

---

### **11. RECINZIONI**

Il progetto d'intervento per la tratta comprende la manutenzione e la realizzazione di recinzioni e cancelli. Lo stato dell'esistente è documentato dalle basi seguenti:

- Piani dello stato esistente;
- Sopralluoghi visivi;
- Concetto d'intervento MK.

#### **11.1 Situazione esistente**

Lo stato esistente, determinato tramite sopralluogo e recentemente confermato da UT IV, è caratterizzato dalla presenza di una recinzione in rete metallica dell'altezza massima di circa 2.00 m che racchiude le proprietà autostradali e ne definisce i limiti di competenza.

In linea generale lo stato della recinzione è buono per lunghi tratti e presenta solo puntuali danneggiamenti o deterioramenti localizzati soprattutto nelle zone più accessibili, ossia nei pressi dell'area di sosta di Muzzano e della strada arginale attorno al fiume Vedeggio.

In corrispondenza dell'area di sosta di Muzzano si notano delle aperture nella recinzione esistente che consentono un ingresso diretto all'interno dell'area di sosta con conseguente diminuzione del livello di sicurezza.

Anche dal punto di vista della corrosione, lo stato delle reti di recinzione, dei pali e delle saette appare in generale buono.

Nelle zone boschive la rete metallica appare spesso appesantita dalla vegetazione rampicante che in fase di esecuzione andrà rimossa anche per verificare il reale stato della recinzione sottostante.

#### **11.2 Situazione di progetto**

Il progetto d'intervento definisce le tratte di recinzione che, a causa delle lavorazioni connesse all'intervento di risanamento autostradale, richiedano sostituzione o integrazione.

In questi tratti le recinzioni di progetto sono state dimensionate secondo manuale tecnico T/U e VSS SN 640 693a, le quali definiscono un'altezza di base di 1,60 metri, che può essere aumentata in caso la recinzione si trovi ai piedi di scarpate. Per questo motivo in alcuni tratti, come indicato nei piani, la recinzione

In corrispondenza dell'Area di sosta di Muzzano SN, il progetto d'intervento prevede degli adattamenti o sostituzioni della recinzione esistente al fine di renderla compatibile ai provvedimenti ambientali di compenso (biotopo e riconversione a passaggio faunistico del sottopasso dell'area di sosta di Muzzano) previsti. Nello specifico i principali interventi in progetto nell'area di sosta di Muzzano SN sono i seguenti:

- Demolizione delle recinzioni esistenti ubicate alle spalle del viadotto ferroviario FLP poiché rappresentano un ostacolo per l'accesso all'area del biotopo e passaggio faunistico;

## *Relazione tecnica generale*

---

- Adattamento del tracciato della recinzione autostradale a valle del sottopasso riconvertito a passaggio faunistico (km 24.715);
- Eliminazione del cancello esistente a monte del sottopasso dell'area di sosta di Muzzano e creazione di una nuova barriera adatta al passaggio della fauna di media dimensione;
- Adattamento cancelli/rete ubicati in prossimità delle aperture del sottopassaggio attraverso la creazione di aperture di circa 30 x 50 cm che permettano il libero passaggio alla fauna anche di media dimensione, ma impediscano l'accesso alle persone, e di aperture superiori per il passaggio dell'avifauna/pipistrelli.

I tratti di nuova recinzione previsti a progetto sono posti in corrispondenza di:

- Sottopasso Sorengo –Piodella, in quanto nuova costruzione, con tratti di recinzione  $h = 2$  m
- Muro di sostegno ai Mulini di Bioggio, in quanto nuova costruzione;
- Area di Sosta Muzzano SN, con tratti di recinzione  $h = 2.3$  m.
- Area del Biotopo di Muzzano;
- Aree SABA F e SABA G, in quanto nuove costruzioni;
- Muro di controriva dove, in alcuni tratti localizzati, la rete verrà sostituita con una recinzione  $H = 2$  m per permettere l'installazione dei nuovi portali di segnaletica
- Aree ed accessi di cantiere, sia temporanei che definitivi;
- Tratta autostradale dal km 26.500 allo svincolo di Lugano Nord e dallo svincolo di Lugano Nord sino al km 30.300 NS, in cui i lavori di posa dei bauletti BSA e dei portali di segnaletica causano la rimozione e successivo riposizionamento della recinzione esistente.;

La tipologia di recinzione è quella indicata nel Manuale tecnico T/U ed è riportata nei dettagli presenti nel documento 30.3-1.

### **11.3 Cancelli**

Sono previsti interventi riguardanti anche i cancelli pedonali e carrabili che, a causa degli interventi sulle recinzioni e in seguito alla realizzazione di alcuni lavori, dovranno essere sostituiti o integrati.

Il progetto prevede la posa di 5 nuovi cancelli carrabili di cui 4 di tipologia seconda Manuale tecnico (larghezza pari a 4.00 m), in corrispondenza dell'area dei SABA F e G, del nuovo accesso definitivo di Bioggio SN e del Biotopo di Muzzano, mentre il quinto è integrato nella copertura fonica in legno degli archi del viadotto FLP, in corrispondenza dell'area di sosta di Muzzano SN. La tipologia di quest'ultimo riparo deroga dal manuale tecnico, sia per materiale utilizzato (legno), sia per le misure che dovranno essere compatibili con le esigenze architettoniche e di accesso al Biotopo retrostante (vedi specifico DP fonica)

Lungo la recinzione sono inoltre previsti 16 nuovi cancelli pedonali di larghezza pari a 1.00 m e tipologia seconda Manuale tecnico. Il dettaglio dei cancelli pedonali e carrabili previsti è riportato nei piani 60.3.-2/3.

## *Relazione tecnica generale*

---

### **12. SEGNALETICA**

Il progetto si prefigge di rinnovare la segnaletica verticale in modo da ottenere un sistema completo di gestione ampliata e migliorata della tratta. Tra gli obiettivi considerati per la progettazione, quelli che rivestono maggior importanza sono:

- conformare la segnaletica verticale alle più recenti direttive in merito alla sicurezza e alla gestione del traffico;
- migliorare e completare l'informazione fornita all'utenza;
- garantire la tempestività di messa in funzione delle diverse condizioni d'esercizio;
- rendere la segnaletica verticale più flessibile;
- permettere una gestione semplice ed affidabile dell'impianto;
- garantire più sicurezza al personale sul campo.

Nella zona in oggetto verranno dunque posati segnali di indicazione, di pericolo e di prescrizione, nonché vari segnali a messaggio variabile per segnalare all'utente eventuali modifiche di percorribilità della tratta e le possibili deviazioni di percorso per interruzioni brevi o prolungate.

#### **12.1 Segnaletica di progetto**

In base alla Direttiva ASTRA 15003 e quanto concordato con il Committente, la tratta EP28 si colloca nella categoria con equipaggiamento ALTO. Questo livello di equipaggiamento è previsto nei settori stradali in cui la densità del traffico è molto alta, nelle vicinanze di insediamenti e diramazioni o lungo tratti particolarmente pericolosi. Questo livello permette di gestire i flussi di traffico agli ingressi e alle uscite. In questo senso sono necessarie queste installazioni:

- limiti di velocità dinamici e segnalazione dei pericoli (GHGW);
- gestione del traffico agli innesti (dosaggio);
- divieto di sorpasso per autocarri (ÜV-LW);
- conversione della corsia dinamica di emergenza (PUN);
- sistema di segnali luminosi per la regolazione temporanea delle corsie (FLS).

#### **12.2 Segnaletica di cantiere**

Durante il periodo del cantiere dovranno coesistere il sistema viario attuale con quello progettato, per cui è necessaria la coordinazione anche della segnaletica.

### 13. GESTIONE MATERIALI

Nell'ambito del risanamento globale del tratto autostradale, il concetto di gestione dei materiali riguarda il materiale di fresatura e scavo del tracciato e la sua valorizzazione nell'ambito della produzione dei nuovi materiali mediante riciclaggio.

Gli interventi riguarderanno il riciclaggio del misto granulare di fondazione rimosso che verrà lavorato in loco per la produzione di materiale rigenerato di 1a qualità non gelivo, per la formazione dello strato di fondazione. L'ubicazione dell'area di lavorazione e depositi del misto granulare è individuata nell'area di futura costruzione del SABA G tra il fiume Vedeggio e l'autostrada N2 ai km 29+150 ÷ 29+380, nel Comune di Lamone. La scelta di avere in cantiere un impianto di rigenerazione del misto granulare è dovuta agli ingenti volumi di materiale da sostituire e conseguentemente da riciclare, che rendono tale opzione vantaggiosa sia economicamente che dal punto di vista ambientale.

Per quanto riguarda il fresato bituminoso, USTRA richiede che questo venga riutilizzato come componente delle nuove miscele da posare. Il pacchetto stradale di progetto è stato dimensionato, sia negli spessori che nella percentuale di riciclato di ogni strato, in modo da utilizzare tutto il materiale ottenuto dalla fresatura della pavimentazione esistente. A causa delle caratteristiche dell'area di progetto (scarsità delle aree di cantiere e limitatezza dei quantitativi di fresato) la produzione delle miscele bituminose riciclate avverrà in un impianto esterno.

Per il dettaglio degli interventi, il concetto riguardante i flussi di materiale, le aree e gli impianti, si rimanda al documento 10.3-2 "Relazione tecnica flussi di materiale".

Relazione tecnica generale**14. MANUFATTI**

Nel tratto da risanare sono presenti 27 manufatti, suddivisi nelle seguenti tipologie:

- A. ponti a cassone, ponti a più campate;
- B. ponti a campata singola, sottopassi;
- C. tombini e cunicoli di attraversamento (non o difficilmente accessibili);
- D. sottopassi pedonali in lamiera ondulata (Armco);

A questi manufatti esistenti si aggiungono i nuovi manufatti di progetto, vale a dire:

- ripari fonici;
- portali di segnaletica.

**A. Ponti a cassone, ponti a più campate**

La categoria A, ponti a cassone e ponti a più campate, comprende 7 manufatti.

Manufatti lungo la tratta principale:

Nome Manufatto	Comune	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Progressiva	Tipologia
Cavalcavia di Viglio sopra SN	Gentilino	57	9	km 24.134	A
Cavalcavia ferroviario Lugano - P.te Tresa	Bioggio	95.25	6	km 26.460	A
Cavalcavia sul fiume Vedeggio	Bioggio	134.4	11.5	km 26.985	A

Manufatti dello svincolo basso Lugano Nord:

Nome Manufatto	Comune	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Tipologia
Ponte sul fiume Vedeggio	Manno	58.50	13.50	A
Cavalcavia sull'autostrada a Manno	Manno	71	11.00	A
Cavalcavia sopra SN e fiume Vedeggio	Cadempino	166.70	10.90	A
Cavalcavia rampa uscita Lugano Nord	Vezia	99	10.30	A

**B. Ponti a campata singola, sottopassi**

La categoria B, ponti a campata singola e sottopassi, comprende 9 manufatti. Sono tutti sottopassi di medie dimensioni che permettono l'attraversamento di strade comunali, cantonali o riali sotto l'autostrada.

Manufatti lungo la tratta principale:

*Relazione tecnica generale*

Nome Manufatto	Comune	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Progressiva	Tipologia
Sottopasso SC Sorengo-Piodella	Sorengo	13.50	13.00	km 24.342	B
Sottopasso Mulini di Bioggio	Bioggio	6.15	35.60	km 25.857	B
Tombino alla Monda km 28.900	Manno	5.50	54.00	km 28.900	B

Manufatti dello svincolo basso Lugano Nord:

Nome Manufatto	Comune	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Tipologia
Sottopasso FFS binario industriale	Manno	13.50	12.60	B
Sottopasso Monda	Veza	8.00	28.90	B
Tombinone roggia dei Mulini	Manno	5.50	20.40	B
Sottopasso Pradone entrata per Nord	Cadempino	8.10	21.80	B
Sottopasso Pradone uscita da Nord per Lugano	Cadempino	8.10	20.80	B
Sottopasso Pradone uscita da Nord per Ponte Tresa	Cadempino	8.10	20.80	B

### C. Tombini e cunicoli di attraversamento

La categoria C, tombini e cunicoli di attraversamento, comprende 8 manufatti: 6 di essi sono difficilmente accessibili e ispezionabili, mentre i rimanenti 2 non sono accessibili (tombino al km 24.502 e tombino al km 25.756).

Manufatti lungo la tratta principale:

Nome Manufatto	Comune	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Progressiva	Tipologia
Tombino al km 24.502	Muzzano	1.50	60.40	km 24.502	C
Tombino al km 25.756	Bioggio	1.50	41.50	km 25.756	C
Tombino canale Roncaccio - Riale Mulini 1	Bioggio	3.95	50.60	km 25.972	C
Tombino alla Chiusa km 26.400	Bioggio	1.60	45.00	km 26.400	C
Tombino Pra di Asan - Riale Mulini 2	Bioggio	5.00	50.60	km 26.051	C
Sottopasso acquedotto di Lugano	Breganzona	1.20	36.40	km 27.064	C

Manufatti dello svincolo basso Lugano Nord:

Nome Manufatto	Comune	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Tipologia
Canale di irrigazione Monda S-N	Veza	1.70	47.70	C
Canale di irrigazione Monda N-S	Veza	1.70	88.90	C

### D. Sottopassi pedonali in lamiera ondulata

La categoria D, sottopassi pedonali in lamiera ondulata (Armco), comprende 3 manufatti. Questi manufatti sono molto simili tra loro e si trovano tutti nella tratta dove la carreggiata Nord-Sud sarà innalzata a livello della carreggiata Sud-Nord.

Relazione tecnica generale

Manufatti lungo la tratta principale:

Nome Manufatto	Comune	Lunghezza [m]	Larghezza [m]	Progressiva	Tipologia
Sottopasso pedonale area di sosta di Muzzano	Muzzano	3.60	56.00	km 24.713	D
Sottopasso Riale di Ronco al km 24.850	Muzzano	3.60	48.00	km 24.850	D
Sottopasso Mulini Prato al km 25.353	Bioggio	2.70	34.40	km 25.353	D

Non sono presenti sottopassi pedonali in lamiera ondulata per lo svincolo basso Lugano Nord.

Per la descrizione degli interventi previsti su ciascun manufatto si rimanda ai singoli incarti (Dossier K).



Relazione tecnica generale

---

ALLEGATO 1

Dossier applicabilità RiLi 11001



Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale  
dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale delle strade USTRA  
Filiale Bellinzona

## Strada Nazionale N02 / Settore TI-E



### Tratto Chiasso - Rivera EP 28 Gentilino - Lamone

Cantone /Comune:	TI / Collina d'Oro - Lamone
Tratto di manutenzione:	80 / 23.950 - 30.060
RBBS:	2720+50 - 2650+940
Lotto / Oggetto:	
TDcost:	120008 N0280EP28GL
Numero inventario:	21.02.80.303.00
Categoria struttura:	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> T/G <input checked="" type="checkbox"/> T/U <input type="checkbox"/> BSA

## Progetto d'intervento (MP)

### Attuabilità RILI 11001 Dossier decisionale

#### Consorzio Ingegneri

##### EP28 LUGANO:

via Besso 7 6900 Lugano  
T 091 / 961 24 00  
F 091 / 967 22 24  
E ep28-ustra@piniswiss.com

- ☐ Pini Swiss Engineers SA
- ☒ AF TOSCANO SA
- ☐ Project Partners Ltd
- ☐ Studio di ingegneria Giorgio Masotti
- ☐ Ifec Ingegneria SA
- ☐ Studio di Ingegneria Francesco Allievi
- ☐ Pagani + Lanfranchi SA



AF TOSCANO



Project Partners Ltd  
Consulting Engineers

Documento No.

4019

Rev.	Allestito	Indice A	Indice B	Indice C	Indice D	No. interno ufficio:	-
Data	05.02.2018	20.02.18				Numero oggetto di inventario:	-
Visto	CUM	CUM				Formato:	-
Controllo	CUM	CUM				Scala:	-

#### Conduzione di progetto

Ufficio federale delle Strade USTRA  
Filiale Bellinzona  
Via C. Pellandini 2  
6500 Bellinzona

Entrata il:

Verificato / Ing. verificatore:

Delibera: Hum



# Indice

<b>1. INTRODUZIONE.....</b>	<b>2</b>
<b>2. BASI NORMATIVE.....</b>	<b>3</b>
2.1 DOCUMENTI SPECIFICI DI PROGETTO .....	3
2.2 DIRETTIVE ASTRA .....	3
2.3 NORME E DOCUMENTI TECNICI VSS .....	3
<b>3. PROCESSO DI VALUTAZIONE APPLICABILITÀ DELLA RILI 11001 .....</b>	<b>4</b>
3.1 PASSO 1: VALUTAZIONE DEL LIVELLO DI SERVIZIO.....	4
3.2 PASSO 2: VERIFICA E PROGETTAZIONE DEI SINGOLI ELEMENTI DEL PROFILO STRADALE .....	5
3.3 PASSO 3: VALUTAZIONE GLOBALE DEL CALIBRO STRADALE .....	8
<b>4. CONCLUSIONI.....</b>	<b>10</b>

## ALLEGATI

- 4019-01 Planimetria km 23+950 - 26+500
- 4019-02 Planimetria km 26+450 – 30+100
- 4019-03 Sezioni km 24+250 – 26+250
- 4019-04 Sezioni km 26+450 - 28+100
- 4019-05 Sezioni km 28+300 - 29+900

## 1. INTRODUZIONE

Il progetto MP relativo al risanamento della tratta autostradale EP 28 Gentilino – Lamone è stato elaborato a partire dal 2016, con la consegna della bozza rossa il 28.02.17.

Per quanto riguarda la definizione del calibro stradale si è fatto riferimento alla direttiva ASTRA 11001 (V. 2002), in vigore al momento della redazione della bozza rossa.

A seguito dell'emanazione della nuova versione della direttiva (V1.00 entrata in vigore dal 23.10.2017) è stata richiesta una valutazione sulla sua applicabilità al progetto: scopo del presente documento è illustrare i risultati di tale analisi, evidenziandone le criticità e proponendo la soluzione da adottare.

Si fa presente che le sezioni tipo riportate all'interno del dossier hanno il solo scopo di verificare la fattibilità della direttiva ASTRA 11001 al dossier MP/DP: tali sezioni non sono ancora state aggiornate da IP sulla base delle osservazioni ricevute dallo specialista T/U alla BR del febbraio 2017.

## **2. BASI NORMATIVE**

Nell'elaborazione del presente dossier sono state considerate tutte le norme e le direttive vigenti in materia.

### **2.1 Documenti specifici di progetto**

[1] EP28 Gentilino –Lamone. Progetto d'intervento (MP) – BOZZA ROSSA 28.02.2017

[2] EP 28 Gentilino-Lamone, Rilievo geodetico dal Km 23+950 al Km 30+060 , Studio Calastri (marzo 2016 – novembre 2016

[3] EP28 Progetti di pubblicazione : AP1, AP2, AP3, AP4, AP5, AP6

### **2.2 Direttive ASTRA**

[4] ASTRA 11001 Rili Normalprofile (V.1.00, 2017)

[5] 21 001 Fachhandbuch Trasse/Umwelt (Luglio 2017)

### **2.3 Norme e documenti tecnici VSS**

[6] SN 640018a:2006 Leistungsfähigkeit, Verkehrsqualität, Belastbarkeit; Freie Strecke auf Autobahnen

[7] SN 640 200:2017 Geometrisches Normalprofil: Elemente

[8] SN 640 201:2017 Geometrisches Normalprofil: Grundabmessungen and Lichtraumprofil

[9] SN 640 202:2017 Geometrisches Normalprofil: Erarbeitung

[10] SN 640 885:2015 Temporäre Signalisatione, Leiteinrichtungen

### 3. PROCESSO DI VALUTAZIONE APPLICABILITÀ DELLA RILI 11001

La tratta autostradale oggetto di intervento è di classe 1 ai sensi della LSN 725.11 art.2 e della 725.13.11 Allegato.

Il progetto in esame riguarda un intervento di risanamento globale della tratta autostradale (Unterhaltsprojekt, ai sensi del §3.1 della RiLi 11001): pertanto deve essere condotta una verifica del profilo esistente secondo la procedura di valutazione riportata al §6 della direttiva, di seguito esposta.

#### 3.1 Passo 1: valutazione del livello di servizio

La capacità del profilo stradale esistente è giudicata sufficiente se viene garantito un livello di servizio minimo di tipo D ai sensi della SN 640018a [6]: inoltre alla cifra 15 della stessa SN 640018a è riportato che per l'analisi della capacità occorre fare riferimento ad un livello di servizio E. Considerando la gerarchia delle norme e direttive secondo FHB 20 001 – 0001 pag.3/11, prevale la RiLi 11001 par. 6.1.2 e pertanto si fa riferimento ad un livello D.

Con l'orizzonte 2040 si attende un peggioramento significativo delle condizioni di viabilità rispetto alla situazione esistente (Figura 1), in particolare lungo direttrice Nord-Sud, con un livello di servizio **C** durante l'ora di punta mattutina e un livello **F** durante quella serale.



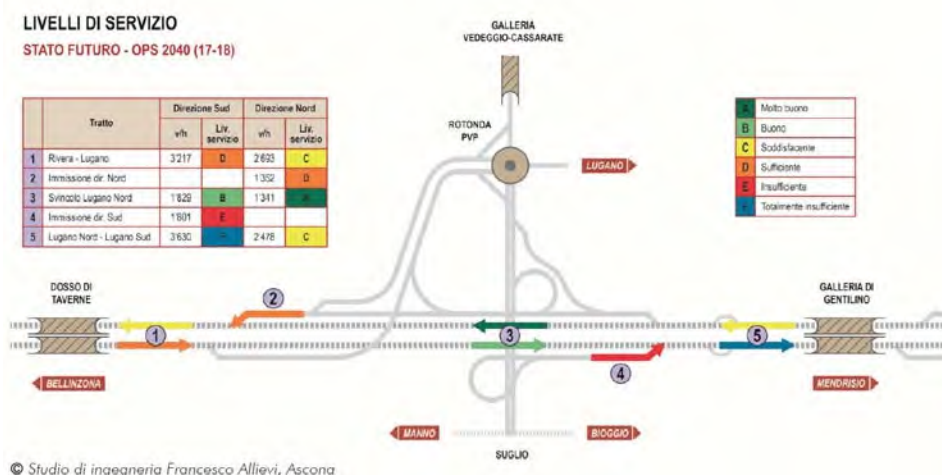


Figura 1 – Livelli di servizio previsti per la tratta all'orizzonte 2040 (estratto dal *Rapporto flussi e gestione di traffico*, Dossier MP T/U del 28.02.17). OPM: ora di punta mattutina; OPS: ora di punta serale

Pertanto la configurazione attuale non consente di garantire il livello minimo di esercizio richiesto (D): per soddisfare tale esigenza sarebbe necessario un adeguamento della capacità di deflusso della tratta (ad esempio con l'aggiunta di una terza corsia di transito), non ottenibile con il semplice adattamento delle larghezze delle corsie a quanto prescritto dalla recente direttiva.

### 3.2 Passo 2: verifica e progettazione dei singoli elementi del profilo stradale

Dalla verifica eseguita sui singoli elementi costituenti il profilo stradale (carreggiata, corsia di emergenza, spartitraffico) sono emerse le seguenti valutazioni (Figura 4):

- **carreggiata** → l'adattamento del profilo esistente al profilo standard (Figura 2, priorità 1) è giudicato non sostenibile, a causa delle interferenze imposte principalmente dalla morfologia del territorio (presenza di muri di controriva nella tratta in collina) e dall'ubicazione di opere (nuovo muro di sostegno lato NS da km 24+380 a km 25+960): per maggiori dettagli si rimanda agli allegati 4019.

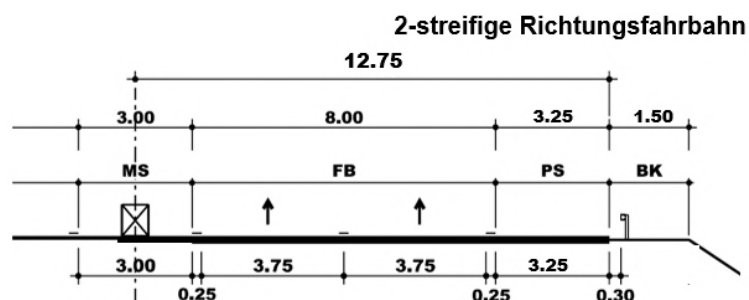


Figura 2 – Profilo standard secondo la RiLi 11001:2017 kp 5.1.1



Per contro, l'adattamento al profilo ridotto (Figura 3, priorità 2) come da RiLi 11001 fig. 9 non è applicabile, venendo meno le condizioni necessarie indicate dalla direttiva RiLi 11001 (Figura 4).

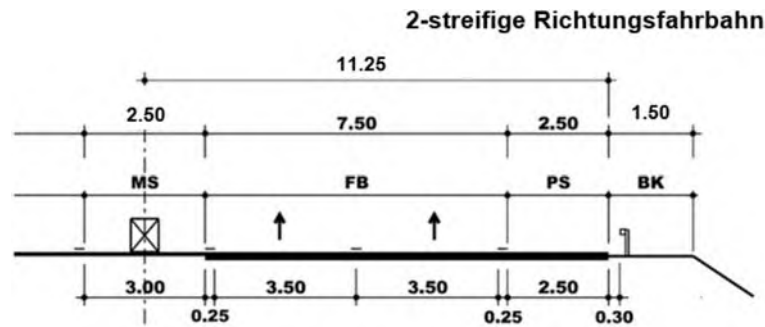


Figura 3 – Profilo ridotto secondo la RiLi 11001:2017 kp 5.1.3

- **corsia di emergenza** → la corsia di emergenza esistente ( $B=2.50$  m) corrisponde a quanto prescritto per il profilo ridotto. Nel progetto MP è stato previsto l'adattamento della corsia di emergenza al profilo standard ( $B=3.25$  m);
- **spartitraffico** → lo spartitraffico esistente ha una larghezza variabile ( $B_{media}=4.00$  m). Nel progetto MP è stata adottata una larghezza costante  $B=3.00$  m, corrispondente al profilo standard.

Per quanto riguarda la banchina laterale in autostrada si è adottata una larghezza minima di 1.50 m (1.00 m in corrispondenza di ripari fonici e del nuovo muro di sostegno), ai sensi del § 4.1.5 della RiLi 11001.

Dall'analisi svolta sui singoli elementi costituenti la sede stradale emerge che non è ritenuto sostenibile un adattamento dell'elemento carreggiata né al profilo standard, né al profilo ridotto: pertanto dovrà essere valutata l'adozione di misure fiancheggiatrici nell'ambito della valutazione globale del calibro stradale (vedi §3.3).

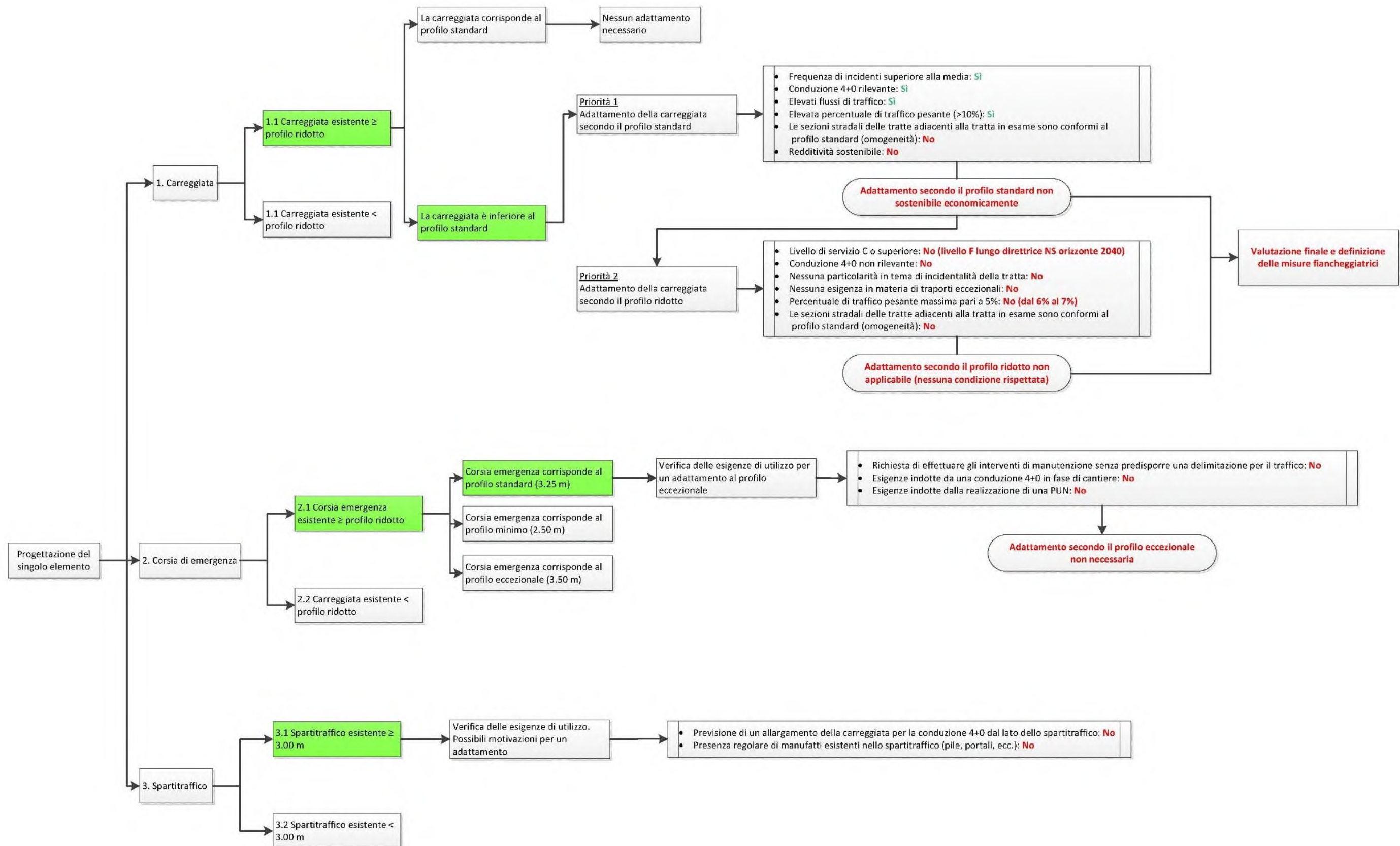


Figura 4 – Verifica dei singoli elementi costituenti il profilo stradale secondo la RLi 11001:2017

### **3.3 Passo 3: valutazione globale del calibro stradale**

La valutazione globale del calibro stradale (

Figura 5) consente di considerare la sezione nel suo insieme, verificando l'adempimento delle esigenze legate all'utilizzo dell'infrastruttura (conduzione del traffico 4+0, utilizzo dinamico della corsia di emergenza, esigenze connesse alla manutenzione) e confrontandone l'omogeneità in riferimento alle tratte adiacenti.

La procedura è stata condotta ai sensi del § 6.1.4 della RiLi 11001. Dall'analisi svolta sono emerse le seguenti considerazioni:

- il profilo di progetto è stato ottimizzato in modo tale da avvicinarsi quanto più al profilo standard (carreggiata = 7.75 m, corsia di emergenza = 3.25 m, spartitraffico = 3.00 m);
- le principali esigenze di utilizzo (conduzione 4+0, attuabilità gestione PUN, esigenze legate all'esercizio) sono soddisfatte;
- come evidenziato dalla verifica dei singoli elementi (Passo 2, vedi §3.2) non è possibile applicare né il profilo standard né il profilo ridotto. In questo caso la direttiva indica che deve essere presa in considerazione la necessità di misure fiancheggiatrici (limitazione della velocità massima, divieto di sorpasso dei veicoli pesanti). A seconda della situazione queste limitazioni potranno essere di lunga durata, temporanee oppure dipendenti dal traffico.

Per quanto riguarda le misure fiancheggiatrici sono stati implementati nel progetto i seguenti provvedimenti:

- predisposizione di nicchie di sosta definitive, per garantire anche una futura gestione del traffico 4+0;
- limitazione della velocità mediante segnaletica dinamica (esigenza grado di equipaggiamento "MITTEL"). In particolare, lungo l'asse autostradale la velocità può essere adeguata in modo dinamico o manuale a 100 km/h, con possibilità di ulteriore riduzione a 80 km/h o 60 km/h;
- divieto di sorpasso per i veicoli pesanti: previsto in direzione NS (tratta con pendenza in salita), secondo quanto previsto dalla ASTRA 15003.

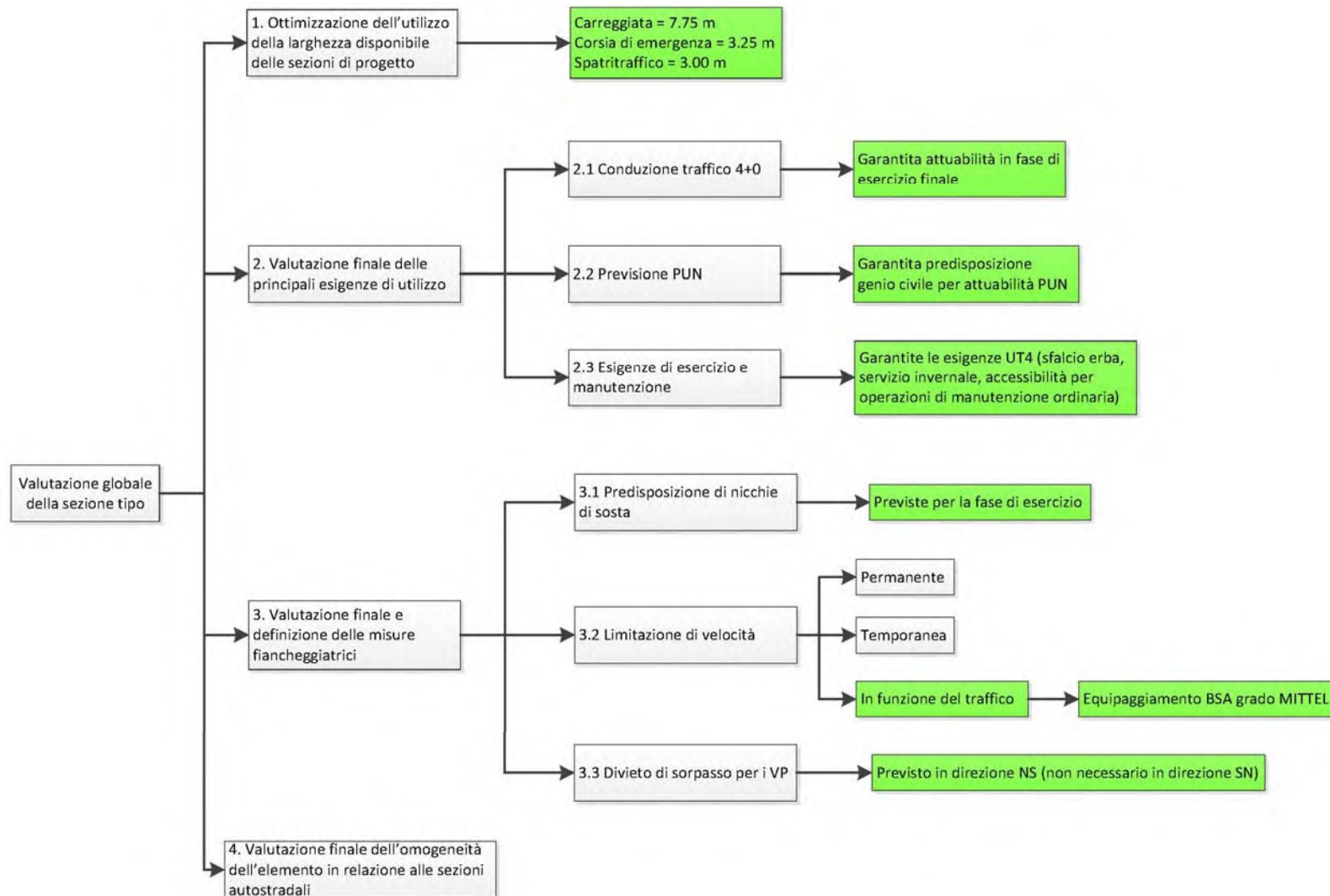


Figura 5 – Valutazione globale del calibro stradale secondo la RiLi 11001:2017

#### **4. Conclusioni**

Lungo la tratta autostradale oggetto di intervento (classe 1) è previsto un intervento di risanamento (Unterhaltsprojekt) ed è pertanto stata valutata l'applicabilità della nuova direttiva ASTRA 11001 secondo la procedura di valutazione indicata.

Dall'analisi condotta emerge che il profilo esistente, nella configurazione di traffico con orizzonte 2040, non garantisce su tutta la tratta un sufficiente livello di servizio (livello richiesto dalla ASTRA 11001: D): tale esigenza potrebbe essere soddisfatta con interventi strutturali che portino un miglioramento significativo della capacità di deflusso.

Il profilo stradale proposto nel progetto MP (versione 28.02.17) rappresenta un buon compromesso tra il profilo standard (non ritenuto adottabile a causa della presenza di vincoli morfologici) e il profilo ridotto (non applicabile considerata l'entità del traffico presente nella tratta in esame). Inoltre sono state già implementate nel progetto segnaletica alcune misure fiancheggiatrici (limitazione dinamica della velocità, divieto di sorpasso veicoli pesanti, nicchie di sosta definitive) che consentono, ai sensi della nuova ASTRA 11001, l'adozione del profilo proposto.

Secondo quanto sopra esposto si ritiene che la sezione tipo proposta nel progetto MP (versione 28.02.17) rispetti le esigenze richieste dalla nuova ASTRA 11001 per i progetti di risanamento (Unterhaltsprojekt).

*Relazione tecnica generale*

---

**ALLEGATO 2**

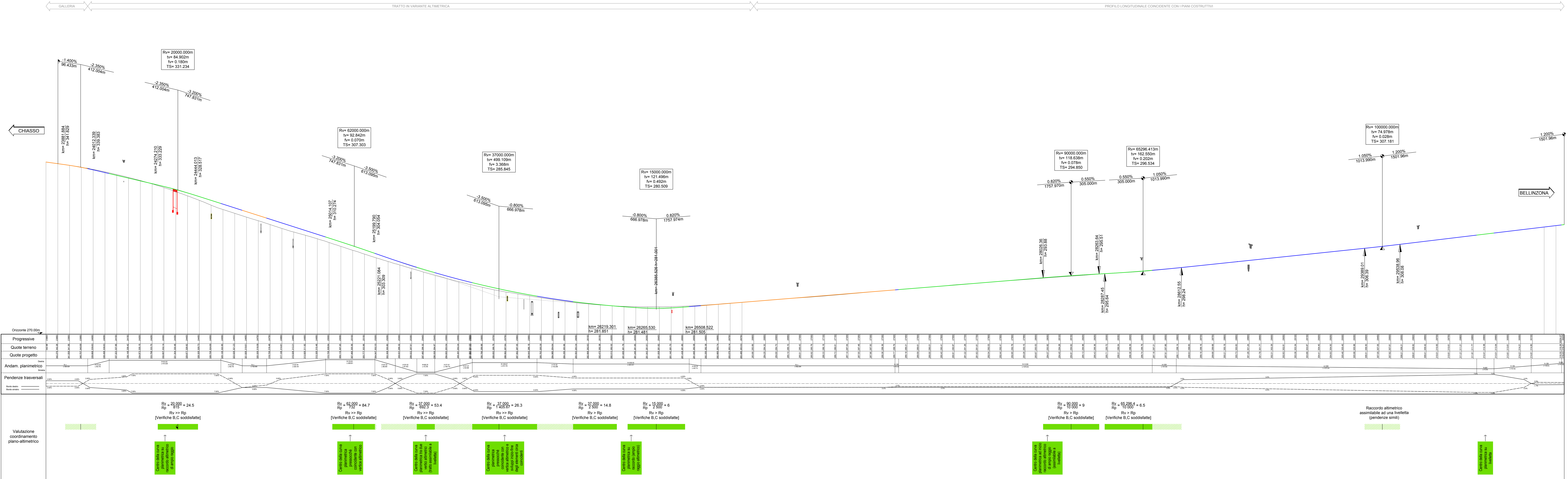
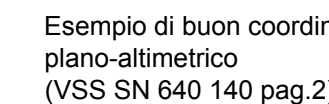
Verifica planoaltimetrica



Cantone/Comune:	TI / Collina d'Oro - Lamone
Tratto di manutenzione:	80 / 23.950 - 30.060
RBSB:	2720+50 - 2650+940
Lotto / Oggetto:	
TDcost:	120008 N0280EP28GL
Numero inventario:	21.02.80.303.00
Categoria struttura:	<input type="checkbox"/> K <input type="checkbox"/> T/G <input type="checkbox"/> T/U <input type="checkbox"/> BSA

**Incarto TU: Tracciato ed ambiente**  
**Verifica planoaltimetrica**  
Profilo longitudinale

ID	Diretti di decomposizione degli elementi geometrici	Effetti negativi sul campo	Scelte di buona progettazione
A	Inizio di una curva planimetrica di una distorte di transizione in corrispondenza di un dosso.	Mascheramento degli cambi di direzione (cambo di direzione "improvviso").	Corretta disposizione degli elementi.
B	Inizio di una curva planimetrica di una distorte di transizione immediatamente dopo un dosso.	Percezione ottusa di un'inflessione di un tratto della strada.	R/Rv2 < 1 Corretta disposizione degli elementi.
C	Passaggio recente verticale concavo inserito pianometricamente in una curva ad ampie raggi.	Percezione ottusa di un'inflessione di un tratto della strada.	R/Rv1 > 1 più grande possibile. Corretta disposizione degli elementi.
D	Ritorno a rettilineo concavo prima di una curva planimetrica.	Percezione ottusa di un restringimento della sede stradale.	Corretta disposizione degli elementi.
E	Ritorno a rettilineo concavo in corrispondenza di un punto di flesso in planimetria.	Percezione ottusa di un restringimento della sede stradale.	Fa considerare il cambio del regime verticale con l'inizio della transizione di flesso in planimetria.
F	Ritorno a rettilineo concavo successivo ad un raccordo concavo.	Perdita di tracciato. Mascheramento di porzioni di strada. Pericolosità elevabile se i punti particolari (raccordo, rettilineo, svolta, ecc.) sono vicini.	Attenzione valutativa della visibilità per singoli punti. Verifica con software. (cfr. le norme VSS SSN 640 140).



*Relazione tecnica generale*

---

**ALLEGATO 3**

Dossier protezione falda



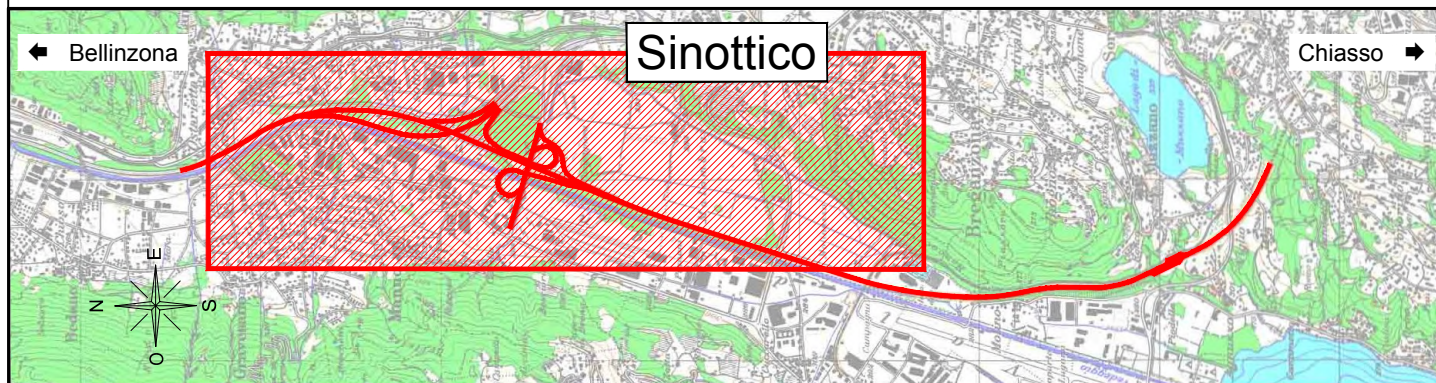


Schweizerische Eidgenossenschaft  
Confédération suisse  
Confederazione Svizzera  
Confederaziun svizra

Dipartimento federale  
dell'ambiente, dei trasporti, dell'energia e delle comunicazioni DATEC

Ufficio federale della strade USTRA

## STRADA NAZIONALE N02 / Settore 80 - 81



### EP GENTILINO - LAMONE

Tratto di manutenzione: Confine TI / I-Rivera

Lotto: L100

Km di manutenzione: 23.950 - 30.060

RBBS: - -

Denominazione TDcost: 070059

Cantone	Ticino
Comuni	Lugano, Collina d'Oro, Muzzano, Agno, Bioggio, Massagno, Vezia, Manno, Cadempino, Lamone
Nr. Oggetto	.
Numerazione Archivio	030.025 MP

### Atti preparatori MP

## DOSSIER PROTEZIONE FALDA

Consorzio ingegneri  
**Pini Associati**  
**ITECSA**  
**Gruner**

via Besso 7 6900 Lugano  
T 091 / 961 24 00  
F 091 / 967 22 24  
E ep28-ustra@piniassociati.com



Interni ufficio - Numero del piano

744.MP

Rev.	Allestito	Indice A	Indice B	Indice C	Indice D	Documento / Piano - No. (PV):	MP
Data	25.09.2013					Numero oggetto di inventario:	303.00
Visto	BOZ					Formato:	A4 - A3
Controllo	GUS					Scala:	-
<b>Direzione di progetto</b> Ufficio federale delle strade USTRA Filiale Bellinzona Via C. Pellandini 2 6500 Bellinzona						Ricevuto il:	25.09.2013
						Verificato / Ing. verificatore:	.
						Rilasciato il:	.

## INDICE

<b>INDICE</b>	<b>1</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>3</b>
1.1 Contesto progettuale	3
1.2 Concetto di protezione falda	4
1.2.1 Localizzazione della protezione	4
1.2.2 Requisiti della protezione	4
<b>2 ANALISI VARIANTI IMPERMEABILIZZAZIONE CARREGGIATA</b>	<b>6</b>
2.1 Varianti di protezione della falda	6
2.2 Resistenza dei materiali impiegati alle diverse sostanze	7
2.3 Confronto delle varianti	10
<b>3 SOLUZIONE PROPOSTA</b>	<b>12</b>
3.1 Descrizione dettagliata tipologia A (bretelle v > 60 km/h)	12
3.2 Descrizione dettagliata tipologia B (tratta principale)	14
3.3 Gestione degli eventi e concetto sicurezza	14
3.4 Valutazione secondo OPIR	15
3.5 Confronto con variante adottata per il PTL	16
<b>4 MONITORAGGIO FALDA</b>	<b>18</b>
4.1 Monitoraggio in fase di costruzione	18
4.2 Monitoraggio in fase di esercizio	19
<b>5 CONCLUSIONI</b>	<b>20</b>
<b>ALLEGATI</b>	<b>22</b>

## ALLEGATI

- A Descrizione e confronto delle soluzioni
- B Soluzione proposta: sezioni tipo
- C Risposte USTRA alla presa di posizione AIL del 02.12.2010
- D Estratto relazione tecnica: dimensionamento canalizzazioni
- E Risultati indagine suolo e sottosuolo
- F Estratto piano incidentalità

## LISTA ABBREVIAZIONI

- AIL Aziende industriali Lugano
- EP28 Erhaltungsprojekt USTRA Gentilino – Lamone (risanamento dell'autostrada N2 dal km 23.95 al km 30.500)
- LPac Legge federale del 24 gennaio 1991 sulla protezione delle acque, RS 814.20
- LPAmb Legge federale del 7 ottobre 1983 sulla protezione dell'ambiente (Legge sulla protezione dell'ambiente), RS 814.01
- OPAc Ordinanza del 28 ottobre 1998 sulla protezione delle acque, RS 814.201
- MP Massnahmenprojekt: progetto di intervento
- PTL Piano dei trasporti del luganese
- USTRA Ufficio federale delle strade
- VoMa Vorgezogene Massnahme: lavori anticipati

## 1 INTRODUZIONE

### 1.1 Contesto progettuale

La tratta autostradale Gentilino-Lamone compresa tra il km 27.0 e il km 29.0 e tra il km 29.450 e il km 29.850 ricade all'interno di zone di protezione delle acque sotterranee, a causa della presenza di 3 pozzi di captazione (Bioggio, Manno e Cadempino) che forniscono acqua potabile per buona parte del comprensorio della città di Lugano (Figura 1).

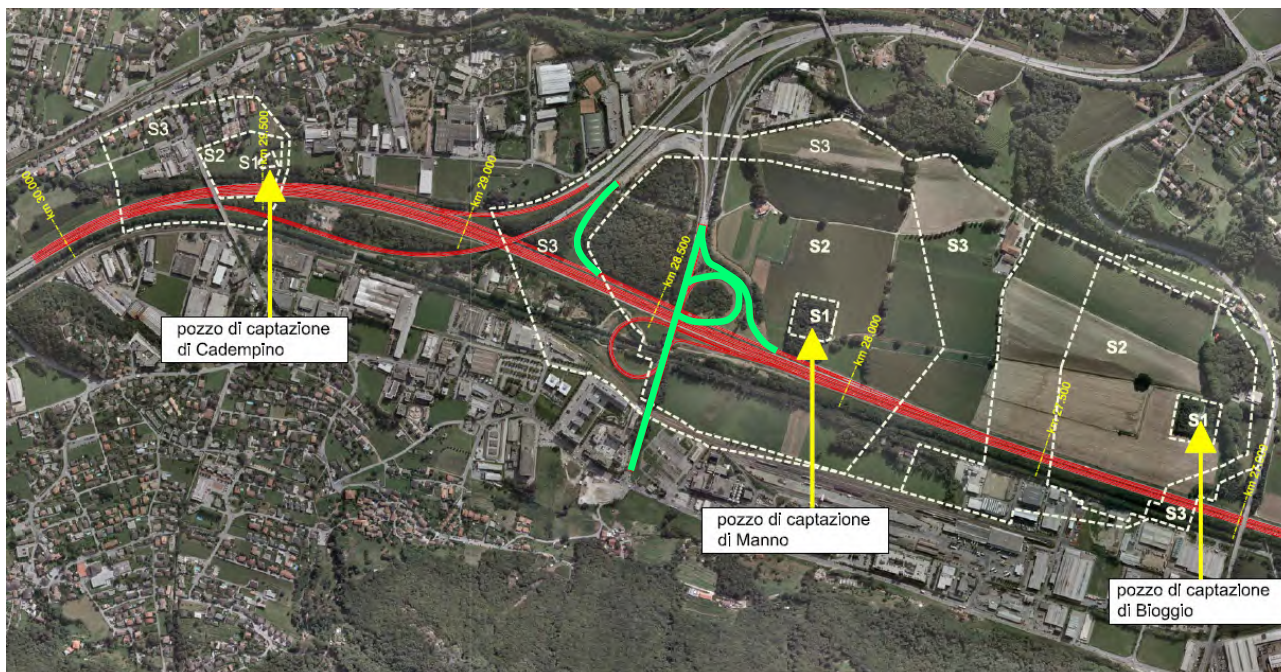


Figura 1: Parte della tratta autostradale Gentilino-Lamone (in rosso), tratte già risanate (in verde) e zone di protezione delle acque (in bianco) in corrispondenza dei pozzi di captazione di Bioggio, Manno e Cadempino.

Il presente documento si concentra sui provvedimenti di protezione della falda previsti per la tratta principale del progetto (km 30.00 – km 27.00 circa) e per le bretelle dello svincolo Lugano Nord non ancora risanate durante l'intervento VoMa Svincolo Lugano Nord (2011-2012).

La presenza delle zone di protezione delle acque riveste un'importanza fondamentale per la definizione del concetto e-vacuazione e smaltimento acque, con particolare riguardo ai rischi connessi ad incidenti con fuoriuscita di liquidi pericolosi ma anche per evitare inquinamenti lenti e continui sul lungo periodo.

Il primo provvedimento adottato dall'USTRA nell'ambito di questo progetto per garantire un approccio serio a questa problematica è stato quello di non limitare i provvedimenti di protezione ai singoli segmenti di tratta autostradale in zona di protezione delle acque ma di **estendere tali provvedimenti dall'inizio della zona di protezione del pozzo di Lamone fino alla fine della zona di protezione del pozzo di Bioggio.**



## 1.2 Concetto di protezione falda

### 1.2.1. Localizzazione della protezione

In base alle normative vigenti la protezione della falda è da mettere in pratica nelle zone di protezione delle acque S2. Tuttavia, come accennato nel capitolo precedente, nella particolare situazione si è deciso di non limitare tale provvedimento alla tratta autostradale che interseca le zone di protezione delle acque dei tre pozzi, ma di estenderla in modo continuo dalla zona di Cadempino-Lamone a quella di Bioggio allo scopo di evitare che l'eventuale dispersione ed infiltrazione di un inquinante in queste zone raggiunga i pozzi tramite scorrimento nella falda.

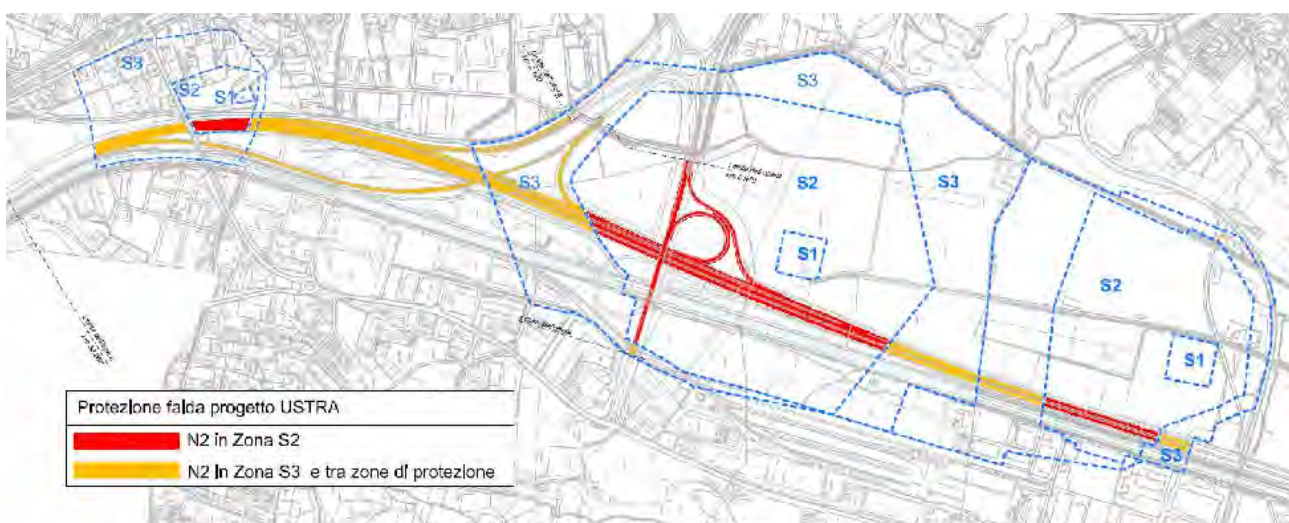


Figura 2: Superfici stradali con il sistema di protezione falda: in rosso le tratte da proteggere per legge (zone S2), in arancione le tratte in zone S3 e tra i pozzi che USTRA intende trattare allo stesso modo.

### 1.2.2. Requisiti della protezione

Il sistema di impermeabilizzazione dovrà garantire la protezione sia dai normali inquinanti presenti sul manto stradale e dovuti al traffico (infiltrazione dovuta alle acque meteoriche) che da quella ancora più problematica in caso di incidenti rilevanti (incidenti con fuoriuscita di sostanze pericolose).

Per raggiungere gli obiettivi sopraesposti la protezione della falda deve prevedere:

- sistemi d'impermeabilizzazione che siano
  - impermeabili e imputrescibili all'acqua;
  - resistenti al contatto con sostanze inquinanti (idrocarburi, solventi, acidi, ..);
  - affidabili nel tempo;
  - facilmente ispezionabili e riparabili in caso di difetti;

- non pericolosi per la falda durante la fase di posa;
- non inquinanti loro stessi (rilascio trascurabile di sostanze nocive);
- protezioni laterali che impediscano ai veicoli di uscire di strada ed a eventuali sostanze nocive trasportate di debordare dal sedime stradale;
- sistemi impermeabili di evacuazione delle acque dal sedime autostradale.

Occorre osservare che attualmente, nelle zone non ancora risanate, la protezione della falda è bassa e che in generale tutte le soluzioni analizzate portano ad un sensibile aumento della sicurezza rispetto alla situazione attuale.

La soluzione da adottarsi deve essere valida non solo dal profilo "teorico" ma anche pratico. Da questo punto di vista riveste particolare importanza la fattibilità e semplicità esecutiva nonché la possibilità di realizzare dei raccordi affidabili e duraturi fra la superficie impermeabile orizzontale, le protezioni laterali ed il sistema di evacuazione delle acque.

Inoltre occorre considerare sempre il fattore sicurezza per gli automobilisti, connesso in particolare alla rigidità delle protezioni laterali. Con velocità di progetto di 60 km/h (velocità massime consentite per una parte delle bretelle, già realizzate) la barriera in calcestruzzo armato particolarmente rigida è proponibile in quanto l'indice di severità all'urto e di conseguenza i danni fisici alle persone è ridotto. Per velocità superiori tale scelta risulta non applicabile in quanto il rischio per gli utenti sarebbe troppo elevato.

## 2 ANALISI VARIANTI IMPERMEABILIZZAZIONE CARREGGIATA

### 2.1 Varianti di protezione della falda

Durante le varie fasi di progetto sono state valutate diverse varianti di protezione della falda.

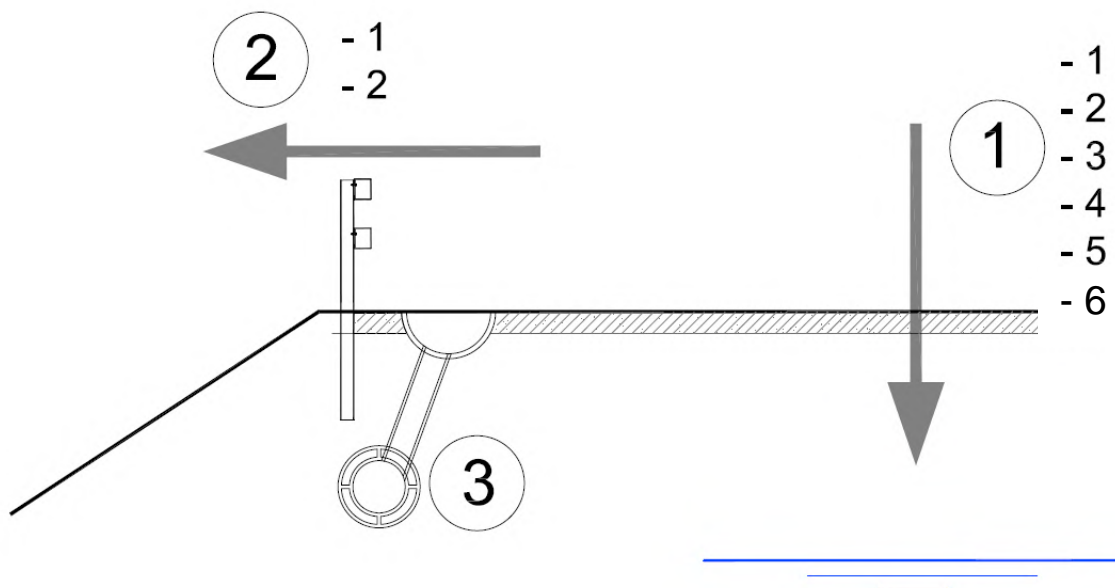


Figura 3: Schema di protezione falda: 1- Impermeabilizzazione del sedime autostradale (6 sistemi), 2- Protezioni laterali (2 soluzioni) e 3- Sistema evacuazione acque

Complessivamente sono stati esaminati 6 possibili sistemi per impermeabilizzare il sedime autostradale<sup>1</sup>:

- 1) vasca in calcestruzzo armato (soluzione adottata per il ricciolo “nuovo” e la parte di tracciato in zona S2 presso la rotatoria realizzata nell’ambito del PTL);
- 2) teli bituminosi posati su una superficie in calcestruzzo talocciato, casserato o ev. rullato;
- 3) telo in HDPE protetto da due teli drenanti in geotessile e posato all'interno dello strato di misto granulare;
- 4) stuoia bentonitica protetta da telo in geotessile posato all'interno dello strato di misto granulare;
- 5) doppio strato bituminoso fuso (di spessore complessivo 90 mm) posato appena sotto lo strato di usura di 30 mm;
- 6) pavimentazione classica secondo direttive USTRA + telo HDPE laterale

<sup>1</sup> Si tralascia in questo documento riassuntivo di elencare soluzioni miste o varianti ulteriori, che sono state ritenute assolutamente non idonee al raggiungimento degli obiettivi previsti.

Per quanto concerne le protezioni laterali sono state considerate fondamentalmente due soluzioni (a dipendenza delle velocità dei veicoli):

- 1) barriere massicce in calcestruzzo armato di altezza pari a 1.50 m sopra l'asfalto, per evitare qualsiasi fuoriuscita di veicoli e/o liquidi inquinanti (con connessione stagna allo strato impermeabile sotto la superficie pavimentata): tale soluzione tuttavia non risulta applicabile alle bretelle ancora oggetto di risanamento, per le quali sono previste velocità superiori a 60 km/h;
- 2) barriere elastiche in acciaio per soddisfare le normative attuali (su cordolo in calcestruzzo armato o infisse nel terreno).

L'evacuazione delle acque prevede l'uso di un doppio tubo, di pozzetti a doppia camera in PE e di caditoie stagne sempre in PE (o sistemi impermeabili equivalenti).

Le tipologie di carreggiata sono suddivise nel modo seguente:

- A) bretelle con velocità di progetto superiori a 60 km/h
- B) tratta principale

La soluzione da prevedere per i manufatti (ponti) è identica per tutte le varianti e prevedeva sin dall'inizio un doppio strato bituminoso fuso (in parte già esistente).

## **2.2 Resistenza dei materiali impiegati alle diverse sostanze**

### Sostanze da considerare

Le sostanze da considerare sono essenzialmente quelle che transitano sulle strade quali merci pericolose e/o carburanti presenti nei veicoli. Visto il numero elevato di sostanze interessate, occorre raggrupparle in base alle loro caratteristiche ed alle conseguenze che possono avere sui materiali di costruzione previsti per l'impermeabilizzazione. Le caratteristiche rilevanti per differenziare l'idoneità dei materiali di costruzione sono la resistenza chimica (inerte), la solubilità e la diffusione.

Le sostanze possono dunque essere raggruppate come segue:

#### Gruppo acqua

1. Sostanze in soluzione acquosa in basse concentrazioni e  $\pm$  neutre:  $4 \leq \text{pH} \leq 10$  (soluzioni diluite, per esempio liscive con tensioattivi)

#### Gruppo solventi organici

2. Solventi organici non alogenati (idrocarburi quali per esempio benzina e gasolio, solventi non alogenati)
3. Solventi organici alogenati (solventi alogenati, per esempio percloretilene)



#### Gruppo reattivi

4. Sostanze inorganiche in soluzione acquosa in elevate concentrazioni e/o acide o basiche:  $\text{pH} < 4$  oppure  $\text{pH} > 10$  (soluzioni inorganiche concentrate, per esempio acido solforico, soda caustica)
5. Sostanze organiche in soluzione acquosa in elevate concentrazioni e  $\pm$  neutre:  $4 \leq \text{pH} \leq 10$  (soluzioni organiche concentrate, per esempio acqua glicolata)
6. Altri liquidi reattivi (per esempio acido solforico fumante, epossipropano, bromo, cloruro di acetile)

Non è necessario considerare sostanze gassose, in quanto difficilmente possono raggiungere le acque di falda attraversando il manto stradale (ovviamente si possono trovare degli scenari dove tramite abbattimento di vapori con acque di spegnimento oppure in caso di pioggia possono essere trasferite delle sostanze pericolose per le acque verso la falda; il rischio derivante da questi scenari non è influenzabile dall'impermeabilizzazione).

Le sostanze solide devono essere considerate nella misura in cui sono solubili nelle acque di spegnimento o nelle acque meteoriche e trascinate nelle acque di falda. È dunque sufficiente la distinzione tra solidi solubili, rispettivamente insolubili in acqua.

Tabella 1: Impermeabilizzazione dei materiali da costruzione alle diverse sostanze

Gruppo di sostanze	Materiale di costruzione	Calcestruzzo armato	Telo bituminoso	Telo in HDPE	Stuoia bentonitica	Strati bituminosi	Pavimentazione USTRA
1	Sostanze in soluzione acquosa in basse concentrazioni e $\pm$ neutre	+	++	++	0	++	+
2	Solventi organici non alogenati	+	0	++	-	0	0
3	Solventi organici alogenati	-	-	++	-	-	-
4	Sostanze inorganiche in soluzione acquosa in elevate concentrazioni e/o acide o basiche	0	+	++	-	+	+
5	Sostanze organiche in soluzione acquosa in elevate concentrazioni	+	+	++	-	+	+
6	Altri liquidi reattivi	0	0	++	-	0	0

#### Legenda

++	Ottima impermeabilizzazione
+	Impermeabilizzazione insufficiente
0	Impermeabilizzazione dubbia
-	Impermeabilizzazione insufficiente

Dalla tabella si evince che dal punto di vista chimico-fisico un telo in HDPE rappresenterebbe la soluzione idonea per impermeabilizzare il manto stradale. Il telo di HDPE presenta però alcune incognite durante la sua posa, vista la delicatezza necessaria e la difficoltà per assicurare dei giunti stagni. Presenta inoltre lo svantaggio di non essere ispezionabile nel tempo.

Sia calcestruzzo armato che bitume non possiedono una grande resistenza alle sostanze organiche, in particolare ai solventi organici. A questo punto è importante considerare la dinamica di un eventuale incidente con liquidi pericolosi per le acque. La differenza a favore del bitume è la relativa facilità di asportazione dell'eventuale strato contaminato - in caso di fuoriuscita di liquidi inquinanti - e nella buona ispezionabilità della zona interessata. Il bitume è infatti posato sulla superficie del manto stradale; mentre il calcestruzzo armato più in profondità.

Scartando la stuoia di bentonite per insufficiente impermeabilità, restano le 2 varianti su base di bitume.

Le sostanze dei gruppi 2, 3 e 6 possono attaccare il bitume sciogliendolo lentamente e diminuendo così lo spessore dello strato di protezione. Va pure considerato un secondo fenomeno: quello della diffusione, ovvero la capacità di penetrare lentamente attraverso lo strato di bitume. Assumono quindi importanza il tempo di contatto (durata del contatto del liquido con il bitume) e l'allontanamento dello strato di bitume contenente del liquido penetrato.

Per le sostanze in soluzione acquosa, invece, si può attestare al bitume una buona resistenza (gruppo di sostanze 1, 4 e 5) e non è necessario un ulteriore approfondimento.

A questo punto uno strato di bitume fuso con uno spessore di 9 cm rappresenta una barriera idonea, a condizione che - in caso di fuoriuscita di solventi organici o di altri liquidi reattivi - sia allontanato tempestivamente lo strato di bitume contaminato. Una resistenza completa dello strato di bitume fuso può durare ragionevolmente diverse ore, a dipendenza del tipo di solvente e della temperatura (per dati precisi sarebbero necessari dei test sperimentali).

Visto che il telo bituminoso presenta spessori nettamente inferiori a 9 cm, possiede una resistenza inferiore.

Il rilascio di sostanze inquinanti necessita il contatto tra il materiale di costruzione ed un vettore - tipicamente acqua - in grado di trasportare eventuali rilasci verso la falda. Visto che il bitume è impenetrabile per l'acqua, non è possibile il trasporto verso la falda di eventuali sostanze inquinanti mediante le acque meteoriche. Unicamente un eccezionale innalzamento dell'acqua di falda fino al manto stradale potrebbe creare il contatto tra acque di falda e lo strato bituminoso. Questo scenario è comunque ritenuto abbastanza improbabile.

Per impermeabilizzare il manto stradale si propone dunque la posa degli strati bituminosi fusi in corrispondenza delle bretelle, accompagnata dalla preparazione di un concetto d'intervento da realizzare con e per gli enti di primo intervento, per l'eventuale tempestiva asportazione del manto bituminoso nel caso di una fuoriuscita di solventi organici o di altri liquidi reattivi.

Per la tratta principale si propone l'utilizzo degli strati di asfalto normalmente impiegati da USTRA in quanto le analisi effettuate (vedi allegato E) hanno permesso di constatare che anch'essi si possono considerare impermeabili. La posa di strati bituminosi fusi sulla tratta principale richiederebbe delle tempistiche e complicazioni esecutive non compatibili con il progetto EP28 e non porterebbe sostanziali miglioramenti nell'impermeabilità del sistema completo.

## **2.3 Confronto delle varianti**

Il confronto sotto forma tabellare è riassunto nell'Allegato A

Condizioni comuni a tutte le varianti:

- Le barriere elastiche per un livello di ritenuta H2 così come stabilito dalle norme VSS in zona di protezione della falda devono avere un'altezza a partire dal bordo superiore delle pavimentazione pari a 1.15 m.
- A causa della massa eccessiva delle barriere elastiche in calcestruzzo armato, sui manufatti esistenti non è possibile utilizzare tale soluzione per motivi statici (resistenza insufficiente dei manufatti esistenti). Si è quindi optato per nuove barriere elastiche metalliche tipo 66 che soddisfano i requisiti normativi.

Il confronto delle varianti è basato sulla matrice decisionale varianti protezione falda (vedi Tabella 3 al cap.5).

La variante scelta per la tipologia di carreggiata A è la “variante 5” con doppio strato bituminoso fuso (di spessore complessivo 90 mm) posato appena sotto lo strato di usura di 30 mm e barriere elastiche.

La variante scelta per le tipologie di carreggiata B è la “variante 6” con pacchetto di asfalto tipo USTRA, barriere elastiche rinforzate e telo HDPE a lato della carreggiata.

## 3 SOLUZIONE PROPOSTA

### 3.1 Descrizione dettagliata tipologia A (bretelle $v > 60$ km/h)

La soluzione proposta (vedi allegato B) è caratterizzata dall'impiego di un doppio strato bituminoso fuso, barriere di protezione in acciaio e canalizzazioni per l'evacuazione delle acque impermeabili a doppio tubo.

Sui manufatti (Cavalcavia Rampa uscita Lugano Nord), per motivi statici, non è possibile posare delle barriere in calcestruzzo armato. Le barriere metalliche esistenti saranno sostituite e rinforzate con barriere che rispettano le attuali normative.

Il pacchetto di strati di pavimentazione proposto (classe di traffico T5) è strutturato in questo modo (Figura 4):

- |                                     |           |                   |
|-------------------------------------|-----------|-------------------|
| • Strato di usura (bituminoso)      | 3 cm      | AC MR8 tipo USTRA |
| • Strato bituminoso fuso            | 4 cm      | MA 11             |
| • Strato bituminoso fuso            | 5 cm      | MA 16             |
| • Strato portante (bituminoso)      | 10 cm     | AC EME 22 C2      |
| • Strato di fondazione (bituminoso) | 10 cm     | ACF 22            |
| • Misto Granulare                   | min 40 cm |                   |

Lo spessore totale degli strati bituminosi è di 32 cm.

Si fa notare che gli strati bituminosi fusi sono posati sopra uno strato bituminoso normale.

#### Caratteristiche del bitume, rischio corrosione e misure di prevenzione:

Il bitume (residuo della lavorazione del petrolio) è una sostanza naturale e di conseguenza la sua composizione chimica è variabile.

Sostanze potenzialmente pericolose per il bitume (trasportate su strada):

- Idrocarburi
  - Solventi clorurati
- rischio corrosione dello strato bituminoso.

Valutazione del rischio di corrosione:

- Tempo di contatto con sostanze (idrocarburi/solventi clorurati)
- Spessore dello strato bituminoso fuso

Misure di riduzione del rischio:

- Predisporre piano di intervento in caso di incidente
- Allestire piano di manutenzione regolare con sostituzione cadenzata dello strato (ogni 10 anni)

Rilascio di inquinanti da parte dello strato bituminoso fuso:

- Poco probabile (rischio basso)
- Situazione ipotizzabile: idrocarburo/solvente arriva sulla strada e ha il tempo di percolare → inizia il processo di corrosione
- Segue la pioggia che dilava l'inquinante → la pioggia arriva da sopra quindi a meno che non vi sia una fessura non potrà attraversare lo strato bituminoso fuso anche se "assottigliato" dalla corrosione (scorrimento laterale)

In fase di esercizio viene prescritto il ripristino a breve termine di eventuali danneggiamenti localizzati della pavimentazione stradale, in modo da garantire sempre condizioni di sicurezza del sistema di protezione nella sua globalità.

In caso di manutenzione della pavimentazione con sostituzione dello strato di usura (operazione che avviene normalmente ogni 10-15 anni), la fresa toglie oltre allo strato di usura anche qualche centimetro di strato bituminoso fuso (Figura 4). Avendo comunque a disposizione un doppio strato bituminoso fuso impermeabile di ben 9 cm di spessore, resta uno spessore sufficiente (circa 7 cm) a garantire anche in questa delicata fase una protezione adeguata della falda.

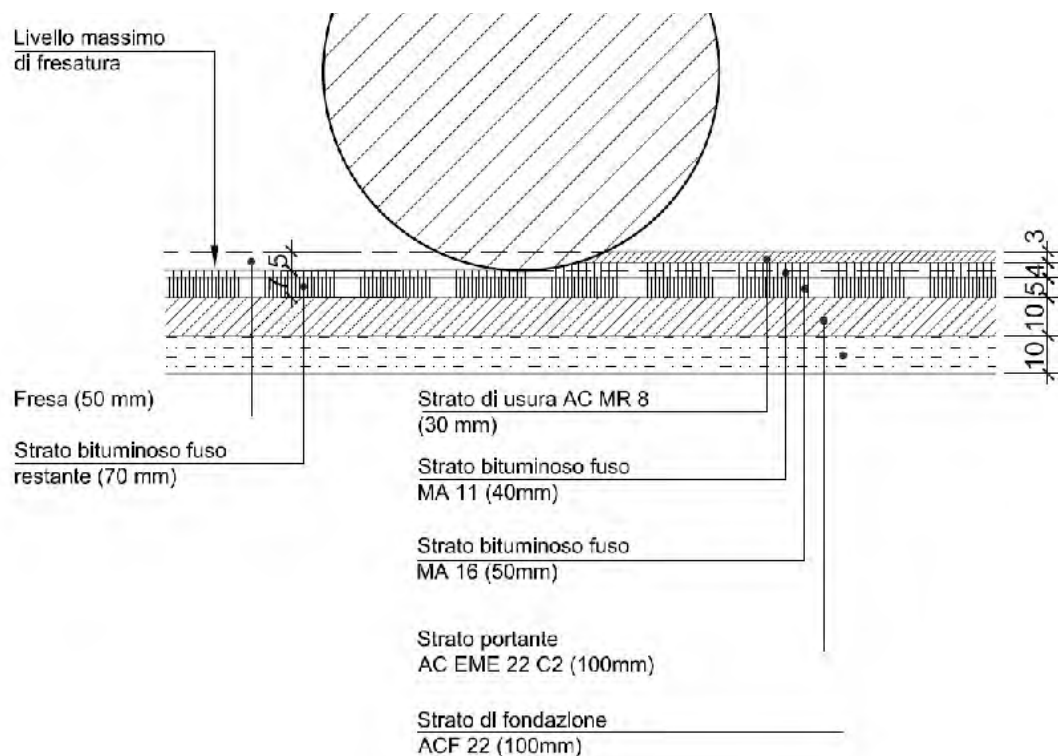


Figura 4: Schema di fresatura in caso di manutenzione ordinaria.

In caso di incidente rilevante con fuoriuscita di liquidi pericolosi per la falda, la parte di liquido che entra nelle caditoie verrebbe trasportata oltre le zone di protezione della falda grazie alle canalizzazioni impermeabili. Le zone del sedime

stradale contaminate sono da sostituire in tempi rapidi per evitare che la sostanza aggressiva possa corrodere gli strati bituminosi e giungere in falda. Un ruolo fondamentale gioca lo spessore dello strato protettivo che raggiunge ben 9 cm.

### **3.2 Descrizione dettagliata tipologia B (tratta principale)**

La variante scelta per la tipologia di carreggiata B (vedi allegato B) è con pacchetto di asfalto tipo USTRA, barriere elastiche rinforzate e telo HDPE a lato della carreggiata.

L'impiego di un pacchetto di tipo tradizionale (strato di usura 3 cm, strato portante 8 cm, strato di fondazione 8 cm) garantisce un'ottima riparabilità in caso di danneggiamento. Inoltre, come confermato dalle indagini effettuate in corsia di emergenza (vedi allegato E), essa offre un buon grado di impermeabilizzazione.

Considerando che, in caso di sversamento accidentale, la pendenza trasversale della carreggiata comporterebbe il convogliamento dei liquidi verso i bordi, al fine di garantire un'ulteriore protezione (in caso di fessurazioni della pavimentazione) è stata prevista la posa di un telo laterale in HDPE (ottimo grado di impermeabilizzazione e resistenza agli inquinanti).

Per garantire il contenimento di eventuali sversamenti sulla superficie stradale, la zona pavimentata è stata estesa lateralmente in misura tale da garantire la deformazione massima della barriera di sicurezza: a margine è stato previsto infine un cordolo di contenimento in conglomerato bituminoso.

Come sottovariante, più semplice in fase esecutiva e non meno efficace, al posto delle barriere elastiche fissate su cordolo in c.a., si prevede l'utilizzo di barriere tipo Duorail semplicemente appoggiate sulla pavimentazione. Lo spazio di deformazione è garantito dalla superficie pavimentata oltre la barriera.

### **3.3 Gestione degli eventi e concetto sicurezza**

Per potere svolgere lavori di costruzione su una strada nazionale o su elementi ad essa annessi, quali le bretelle di uno svincolo o qualsiasi altro tipo di diramazione, è necessario redigere un piano di sicurezza per il cantiere.

Nel piano d'emergenza cantieri è necessario studiare l'assetto corretto del cantiere e le fasi di traffico, nonché definire i percorsi di emergenza e le procedure da seguire in caso di evento. Questi aspetti sono da definire nel dettaglio in quanto sono direttamente legati alla possibilità da parte degli enti di primo intervento (EPI) di poter raggiungere ed operare in un'area di cantiere in modo agevole e senza nessun tipo di impedimento. Gli obiettivi principali del piano di emergenza cantieri sono quelli di garantire sempre ed in tutta l'area del cantiere stesso il tempestivo intervento degli EPI, ridurre al minimo il disagio al traffico autostradale e non ultimo evitare che il traffico autostradale possa in qualche modo usufruire in maniera incontrollata della rete di strade locali in caso di eventi.

Il piano di emergenza richiede una serie di documenti che illustrano le procedure da seguire in caso di allarme o emergenza e che illustrano schematicamente come avverrà la gestione delle fasi di cantiere e del traffico.

### 3.4 Valutazione secondo OPIR

Nell'ambito del progetto di risanamento della tratta autostradale Gentilino - Lamone è stata effettuata un'analisi di rischio ai sensi dell'Ordinanza sulla protezione contro gli incidenti rilevanti OPIR.

I risultati di questa analisi sono riassunti nei grafici seguenti, dove sono visualizzati i rischi per le acque superficiali e per le acque sotterranee, rappresentati dall'autostrada N2 tra i km 23.700 e 31.500, per le situazioni seguenti:

- Rischio attuale: rischio che considera il sistema di evacuazione e di trattamento delle acque meteoriche attuale
- Rischio progetto (MK-AP): rischio che considera il sistema di evacuazione e di trattamento delle acque meteoriche previsto nel progetto MK-AP del 30.7.2010
- Rischio misura, scarico G a valle di S2/S3: rischio che considera il sistema di evacuazione e di trattamento delle acque meteoriche previsto nel progetto MK-AP del 30.7.2010 (rischio stimato unicamente per le acque sotterranee)

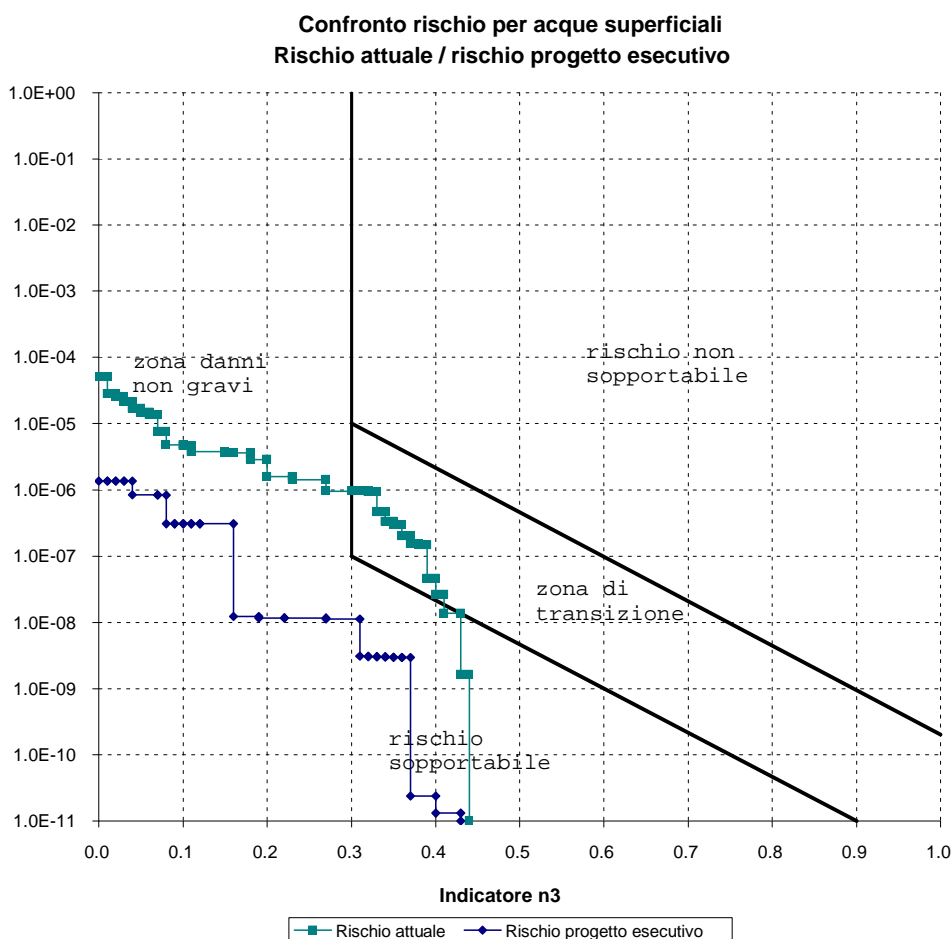


Figura 5: Confronto rischi per le acque superficiali

Dalla Figura 5 risulta che il rischio per le acque superficiali della situazione attuale attraversa la zona di transizione. Con il risanamento della tratta autostradale Gentilino-Lamone il rischio si riduce ed attraversa la zona di rischio sopportabile.



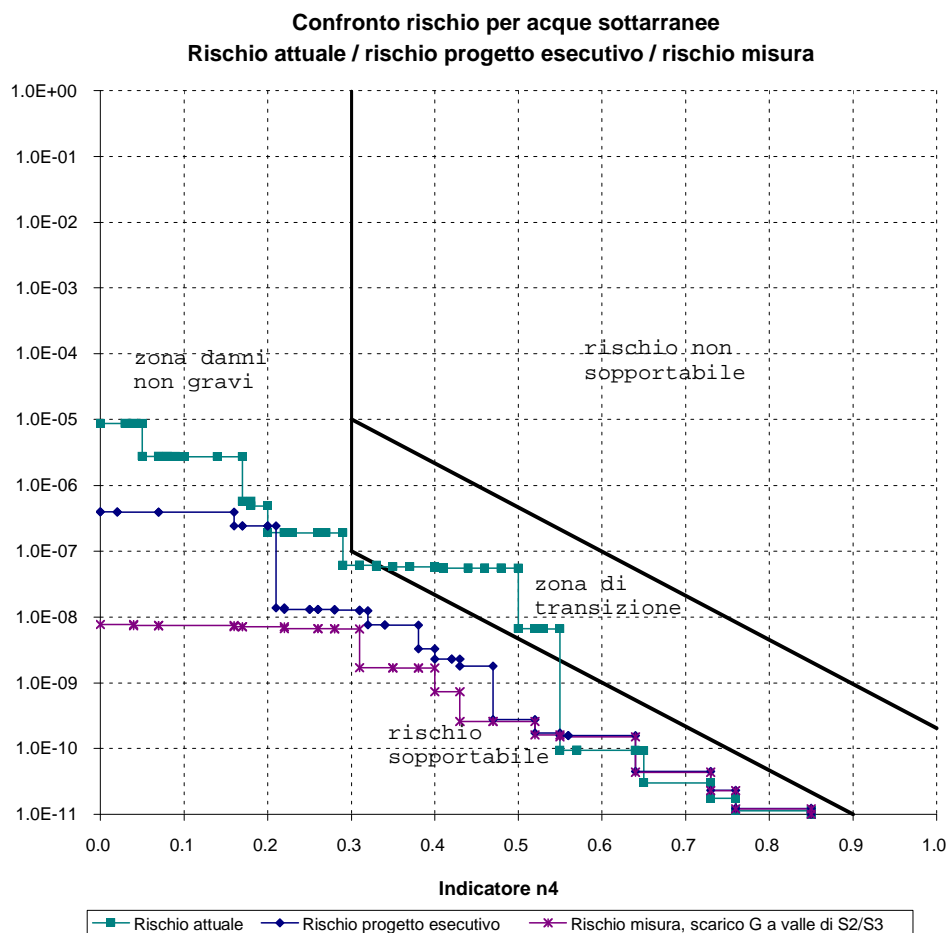


Figura 6: Confronto rischi per le acque sotterranee

Dalla Figura 6 risulta che il rischio per le acque sotterranee della situazione attuale attraversa la zona di transizione. Con il risanamento della tratta autostradale Gentilino-Lamone (progetto MK-AP) il rischio si riduce ed attraversa la zona di rischio sopportabile. Il committente ha deciso inoltre di realizzare la misura che prevede di spostare lo scarico dell'impianto di trattamento delle acque meteoriche a valle delle zone di protezione S2/S3, riducendo ancora ulteriormente il rischio per le acque sotterranee.

Si fa notare che le differenze tra i diversi rischi sono date esclusivamente dagli impianti di evacuazione e di trattamento delle acque (dimensionamento condotte d'evacuazione, volumi di ritenzione, ecc.). Per tutte le varianti è stato considerato che il manto stradale sia perfettamente impermeabile.

### 3.5 Confronto con variante adottata per il PTL

La variante USTRA di protezione della falda si differenzia da quella adottata dal PTL essenzialmente per i seguenti aspetti:

- estensione zona protetta: USTRA propone anche una protezione delle aree comprese tra le zone di protezione dei pozzi, mentre il PTL si limita a proteggere la zona S3;
- sicurezza canalizzazioni evacuazione acque: nel progetto USTRA sono costituite da doppi tubi impermeabili, sistema che costituisce un ulteriore aumento della protezione rispetto a quanto realizzato dal PTL;
- ispezionabilità: il sistema USTRA è molto più facile da ispezionare rispetto alla soluzione adottata dal PTL, in quanto gli strati bituminosi sono visibili ad occhio nudo (in particolare lo strato di usura);
- riparabilità: il sistema USTRA permette una tempistica di intervento ridotta rispetto alla soluzione adottata dal PTL, in quanto lo strato protettivo è molto superficiale.

## 4 MONITORAGGIO FALDA

I pozzi di captazione nei comuni di Manno e Bioggio, assicurano l'approvvigionamento d'acqua potabile del 55% della popolazione della città di Lugano. È pertanto necessario che i lavori USTRA si svolgano nel massimo della sicurezza e che sia istaurato un sistema di controllo della qualità dell'acqua di falda per i lavori USTRA.

### 4.1 Monitoraggio in fase di costruzione

È stato quindi previsto un piano di monitoraggio della qualità delle acque di falda vicino al pozzo di Manno2, descritto nel documento specifico "EP 28 lavori anticipati. Concetto di protezione e monitoraggio delle acque durante la fase di cantiere"<sup>2</sup> tramite:

- Analisi in continuo: effettuate con sonde di misurazione di temperatura, conduttività e scan (parametri: nitrati, DOC e parametri qualitativi Drink1 a Drink4<sup>3</sup>) per un periodo compreso tra aprile 2011 e dicembre 2011;
- Analisi puntuali: campionamenti periodici dell'acqua di falda con analisi di laboratorio per i parametri: pH, conduttività, ossigeno, idrocarburi volatili (Purge and trap), idrocarburi (C10-C40 mensilmente, PAK, Cl<sup>-</sup>, SO<sub>4</sub><sup>2-</sup>, NO<sub>3</sub><sup>-</sup>, NH<sub>4</sub><sup>+</sup> e AOX trimestralmente).

Tabella 2: Riassunto dei punti di monitoraggio esistenti nell'area di progetto

	Localizzazione (cfr. Figura 7)	Parametro misurato
AIL Sonde già in funzione	PM1	Conduttività, temperatura, pH, livello falda
	PM2a	Conduttività, temperatura, pH, sonda scan (nitrati, DOC, livello falda, Drink1 - Drink4)
	PM3	Conduttività, temperatura, pH, livello falda
	PM4	Conduttività, temperatura, pH, livello falda
USTRA Installazione per progetto	BP4	Conduttività, temperatura, pH, sonda scan (nitrati, DOC, Drink1 - Drink4)
	BP10	
	BP14	

<sup>2</sup> USTRA, Incarto 030.025 MP; Allegato MP-VoMa / 202 Concetto di protezione e monitoraggio delle acque durante la fase di cantiere; 02.12.2010.

<sup>3</sup> Parametri qualitativi della sonda scan: sonda a scansione spettrometrica (UV), che permette di individuare in automatico l'eventuale presenza di sostanze inquinanti (Drink1: 200-250 nm, Drink2: 250-300 nm, Drink3: 300-350 nm, Drink4: 350-400 nm).

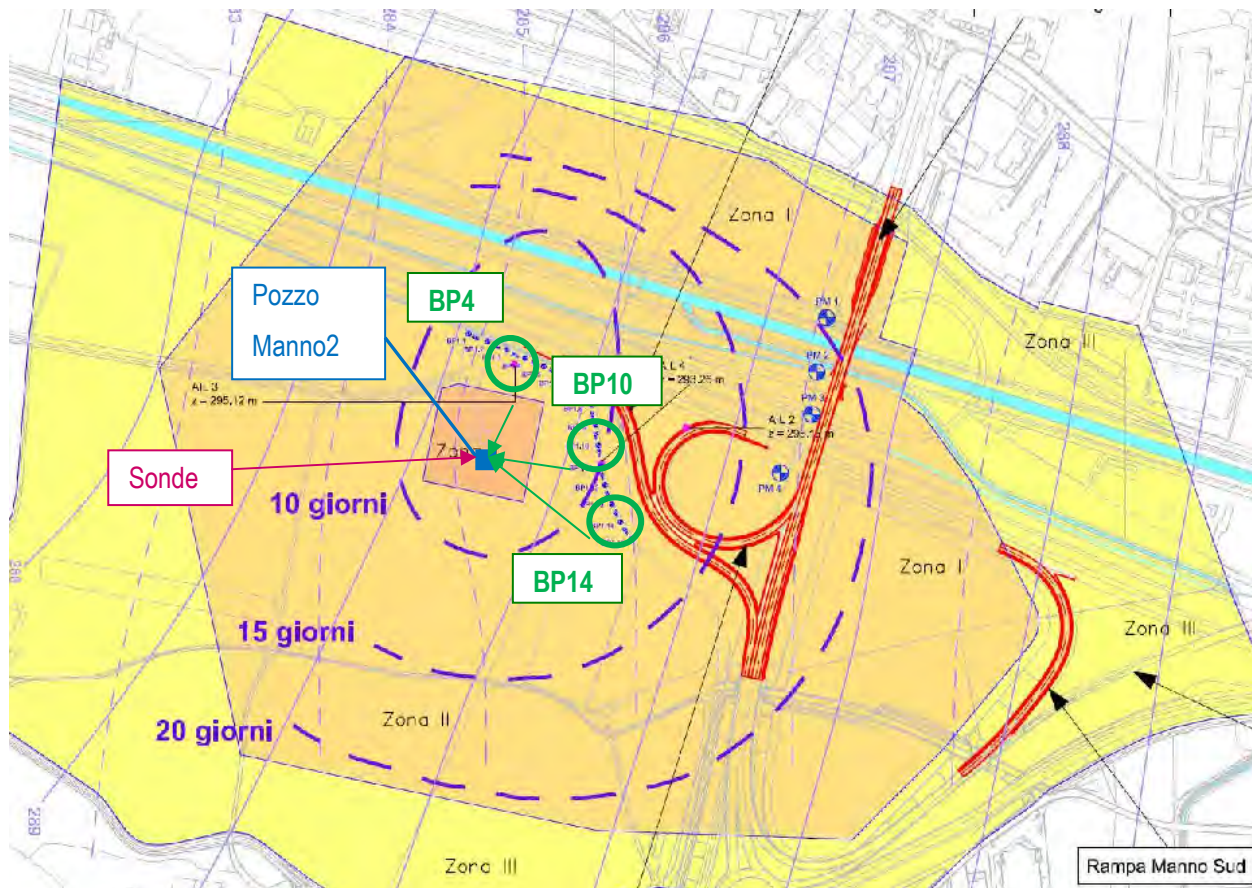


Figura 7 - Localizzazione punti di prelievo per prelievo campioni d'analisi puntuali (BP4, BP10 e BP14) e delle sonde nel pozzo Manno 2

Punti di prelievo e analisi: le analisi in continuo, e i prelievi di campioni per le analisi di laboratorio saranno effettuati sulle acque provenienti dai tre punti di controllo evidenziati nella Figura 7. Le acque saranno miscelate e analizzate da un'unica linea di analisi posizionata all'interno dell'edificio del pozzo Manno2.

Il programma di analisi potrà essere adattato secondo le fasi di lavoro e le situazioni incontrate in fase di cantiere. La frequenza delle analisi fisico-chimiche delle acque sotterranee sarà intensificata, qualora si dovessero riscontrare anomalie nell'andamento dei parametri misurati automaticamente o in caso di incidenti.

Per il pozzo di Bioggio (proprietà AIL) e il pozzo di Cadempino (proprietà Comune di Cadempino) verrà elaborato un concetto di monitoraggio in collaborazione con gli enti gestori.

## 4.2 Monitoraggio in fase di esercizio

Il progetto non prevede un monitoraggio particolare in fase di esercizio al di là di quanto viene già effettuato oggi dall'AIL, ma il monitoraggio ulteriore applicato durante la fase di costruzione può essere adattato facilmente ad un monitoraggio durante la fase di esercizio.

## 5 CONCLUSIONI

Tabella 3: Matrice decisionale e valutazione complessiva delle 6 varianti proposte

Variante n.	Pavimentazione	Barriere laterali	Impermeabilità all'acqua	Resistenza a sostanze inquinanti (t=0)		Resistenza nel tempo	Ispezionabilità	Riparabilità	Pericolosità fase di posa	Rilascio di sostanze nocive fase esercizio	Fattibilità tecnica	Valutazione complessiva
				idrocarburi	solventi							
1 Vasca in c.a.	Usura 3cm Portante 10cm Platea c.a.	Massicce in c.a. h=1.50m	Buona se platea non fessurata, scarsa se fessurata	Buona se platea non fessurata, scarsa se fessurata	Insufficiente	Buona	Insufficiente	Praticamente impossibile	Media causa platea in c.a.	Basso	Realizzazione platea molto complessa	(*) ☹️
2 Teli bituminosi	Usura 3cm Portante 10cm Platea c.a.	Elastiche in acciaio Tipo 66 su fondazione in c.a.	Buona	Insufficiente	Media	Buona	Insufficiente	Insufficiente	Media causa platea in c.a.	Basso	Realizzazione platea e teli saldati complessa	☹️
3 Telo in HDPE	Usura 3cm Portante 8cm Fondazione 8cm Telo nel misto	Elastiche in acciaio Tipo 66 infisse	Ottima	Buona	Buona	Buona	Insufficiente	Insufficiente	Bassa	Nessun rilascio	Dettagli e giunti difficili da realizzare (saldatura)	😊
4 Stuoia bentonitica	Usura 3cm Portante 8cm Fondazione 8cm Stuoia nel misto	Elastiche in acciaio Tipo 66 infisse	Media	Insufficiente	Insufficiente	Buona	Insufficiente	Buona (in parte si autoripara)	Bassa	Nessun rilascio	Ottima	☹️
5 Doppio strato bituminoso o fuso	Usura 3cm Asfalto fuso 4+5cm Portante 10cm Fondazione 10cm	Elastiche in acciaio Tipo 66 infisse	Ottima (spessore 9cm, pori discontinui)	Media (spessore 9cm)	Buona	Buona	Buona	Ottima	Bassa (posa su 20cm di pavimentazione)	Basso	Buona	😊
6 Asfalto USTRA	Usura 3cm Portante 8cm Fondazione 8cm	Elastiche in acciaio Tipo 66 su fondazione in c.a.	Buona	Media	Buona	Buona	Buona	Ottima	Bassa	Basso	Ottima	😊

### Legenda



### Valutazione

ottimo  
buono  
sufficiente - medio  
insufficiente  
molto insufficiente

(\*)  
Questa variante viene scartata in quanto per velocità superiori a 60 km/h essa non garantisce la sicurezza agli utenti della strada (barriere massicce in c.a.)



Dalla matrice decisionale (Tabella 3) risulta una variante insoddisfacente (vasca in c.a.), due varianti mediamente soddisfacenti (telo bituminoso e stuoia bentonitica) e 3 varianti soddisfacenti (telo in HDPE, doppio strato bituminoso fuso e asfalto fuso USTRA).

La variante con doppio strato bituminoso fuso, ritenuta la migliore per le bretelle, si caratterizza per l'assenza di valutazioni insufficienti, per un'ottima resistenza all'acqua, una facile riparabilità legata anche alla facilità di rimozione e posa degli strati di pavimentazione. Un aspetto molto importante legato alla protezione della falda è l'ispezionabilità del sistema e la sua riparabilità, aspetti che qualificano questa variante rispetto alle altre analizzate.

L'altra variante insoddisfacente, ovvero l'impiego di un asfalto di tipo tradizionale abbinato all'impiego di un telo in HDPE laterale, garantisce un'ottima resistenza e protezione all'acqua e alle varie sostanze pericolose per la falda. Il problema maggiore consiste nell'ispezionabilità del telo in HDPE, che risulta estremamente difficoltosa, e alla sua eventuale riparabilità. Va comunque sottolineato che il telo in HDPE funge da protezione supplementare nel caso di sversamento di inquinanti oltre la zona pavimentata.

Da notare infine che non solo abbiamo analizzato in dettaglio le fasi di cantiere e le fasi di esercizio, per quanto riguarda la protezione della falda, ma anche le fasi di manutenzione ordinaria. Anche in questo caso le varianti scelte risultano le più idonee.

Inoltre i costi non sono stati considerati nella scelta della variante. USTRA vuole scegliere la variante ottimale dal punto di vista tecnico - realizzativo e non finanziario. Osserviamo che dei circa 20 milioni di CHF previsti per il risanamento delle bretelle oggetto dell'intervento VoMa, circa la metà sono stati quelli relativi alla protezione della falda.

Lugano, settembre 2013

Dossier redatto da:

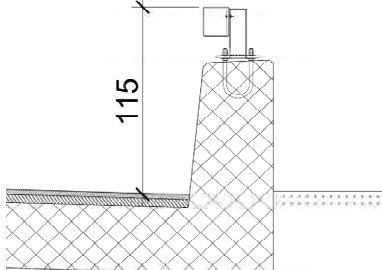
Consorzio d'ingegneri *Pini Swiss Engineer SA – ITECSA – Gruner SA*, Lugano  
*IFEC Consulenze SA*, Rivera  
*Widmer Chemical Engineering & Consulting SA*, Manno

## ALLEGATI

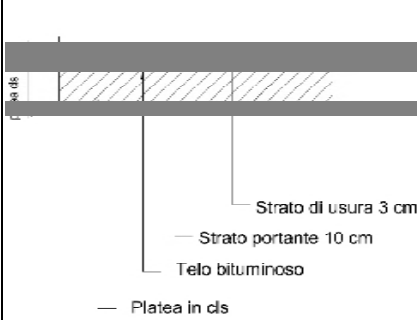
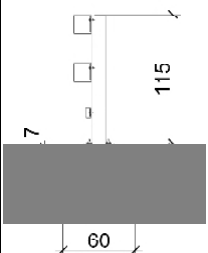
- A Descrizione e confronto delle soluzioni
- B Soluzione proposta: sezioni tipo
- C Risposte USTRA alla presa di posizione AIL del 02.12.2010
- D Estratto relazione tecnica: dimensionamento canalizzazioni
- E Risultati indagine suolo e sottosuolo
- F Estratto piano incidentalità

# A Descrizione e confronto delle soluzioni

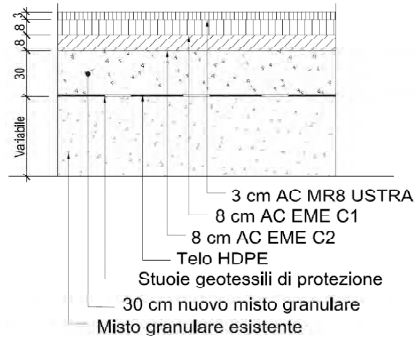


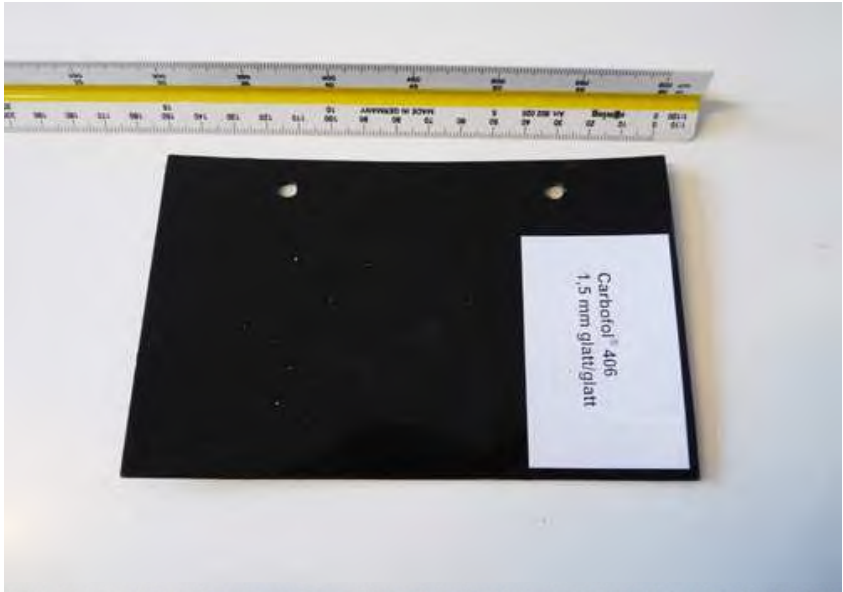
Variante n.	Tipo	Schema	Pavimentazione	Barriere laterali	Giunti fra imperme. pavim. con cordolo o barriera laterale	Impermeabilità all'acqua	Resistenza a sostanze inquinanti (t=0)	Ispezionabilità	Riparabilità	Pericolosità fase di posa	Rilascio di sostanze nocive	Fattibilità tecnica	Osservazioni
1	A vasca in c.a.		Strato di usura 3cm Strato portante 10cm  Platea in c.a.	Massicce in c.a. h=1.5 m  (nell'immagine figura il dettaglio realizzato tramite PTL)	Non necessario	Buona se platea non fessurata, scarsa se fessurata	idrocarburi: buona se platea non fessurata, scarsa se fessurata  solventi: insufficiente acidi: dubbia altro: dubbia	Insufficiente	Praticamente impossibile	Media causa platea c.a.	Basso	La realizzazione della vasca in c.a. è molto complessa.	Questa variante viene scartata in quanto per velocità superiori a 60 km/h essa non garantisce la sicurezza agli utenti della strada (barriere massicce in c.a.)



Variante n.	Tipo	Schema	Pavimentazione	Barriere laterali	Giunti fra impermeam. pavim. con cordolo o barriera laterale	Impermeabilità all'acqua	Resistenza a sostanze inquinanti (t=0)	Ispezionabilità	Riparabilità	Pericolosità fase di posa	Rilascio di sostanze nocive	Fattibilità tecnica	Osservazioni
2	A teli bituminosi		Strato di usura 3cm Strato portante 10cm Platea in cls Telo bituminoso	Elastiche in acciaio tipo 66 su fondazione in c.a. 	Sigillatura giunto con bitume polimero	Insufficiente	idrocarburi: insufficiente  solventi: media acidi: sufficiente altro: dubbia	Insufficiente	Insufficiente	Media causa platea cls	Basso	Realizzazione platea e teli saldati complessa	

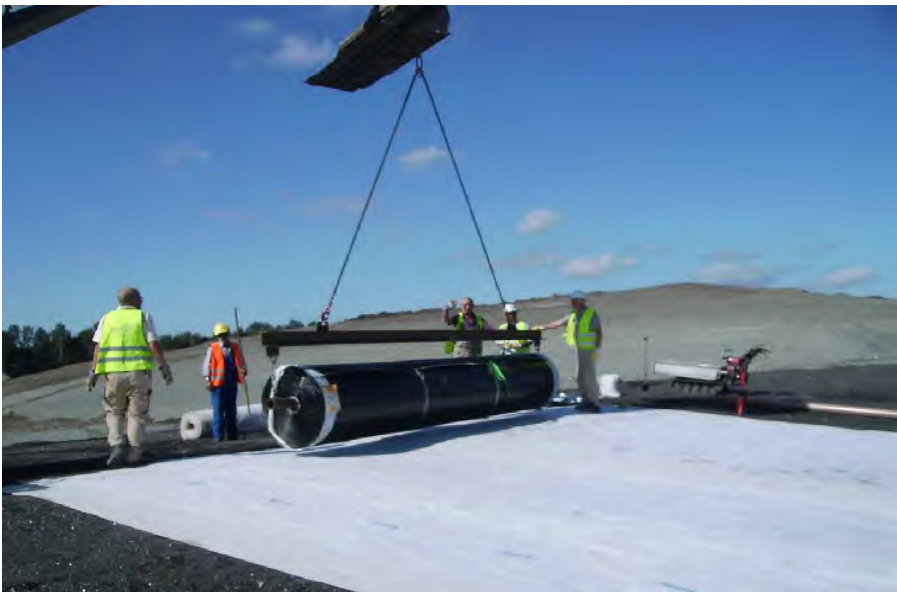


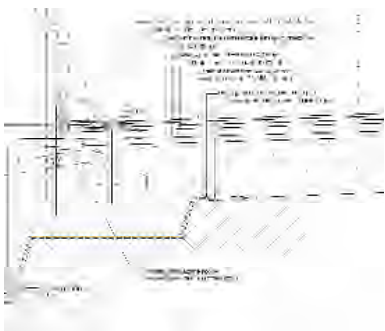
Variante n.	Tipo	Schema	Pavimentazione	Barriere laterali	Giunti fra imperme. pavim. con cordolo o barriera laterale	Impermeabilità all'acqua	Resistenza a sostanze inquinanti (t=0)	Ispezionabilità	Riparabilità	Pericolosità fase di posa	Rilascio di sostanze nocive	Fattibilità tecnica	Osservazioni
3	A telo HDPE		Strato di usura 3cm Strato portante 8cm Strato fondazione 8cm  Nel misto: telo HDPE protetto da geotessili	Elastiche in acciaio tipo 66 infisse nel terreno (il telo si estende oltre le barriere elastiche)	non necessario	Ottima	idrocarburi: buona  solventi: buona acidi: buona altro: buona	Insufficiente	Insufficiente	Bassa	Nessun rilascio	Dettagli e giunti difficili da realizzare (saldatura)	






Variante n.	Tipo	Schema	Pavimentazione	Barriere laterali	Giunti fra impermepavim. con cordolo o barriera laterale	Impermeabilità all'acqua	Resistenza a sostanze inquinanti (t=0)	Ispezionabilità	Riparabilità	Pericolosità fase di posa	Rilascio di sostanze nocive	Fattibilità tecnica	Osservazioni
4	A stuoia bentonica	 <p>3 cm AC MR8 USTRA 8 cm AC EME C1 8 cm AC EME C2 Stuoia bentonica con rivestimento sintetico 30 cm nuovo misto granulare Stuoia geotessile di protezione 800 g/m² Misto granulare esistente</p>	Strato di usura 3cm Strato portante 8cm Strato fondazione 8cm  Nel misto: telo HDPE protetto da geotessili	Elastiche in acciaio tipo 66 infisse nel terreno (il telo si estende oltre le barriere elastiche)	non necessario	Ottima	idrocarburi: buona  solventi: buona acidi: buona altro: buona	Insufficiente	Insufficiente	Bassa	Nessun rilascio	Dettagli e giunti difficili da realizzare (saldatura)	

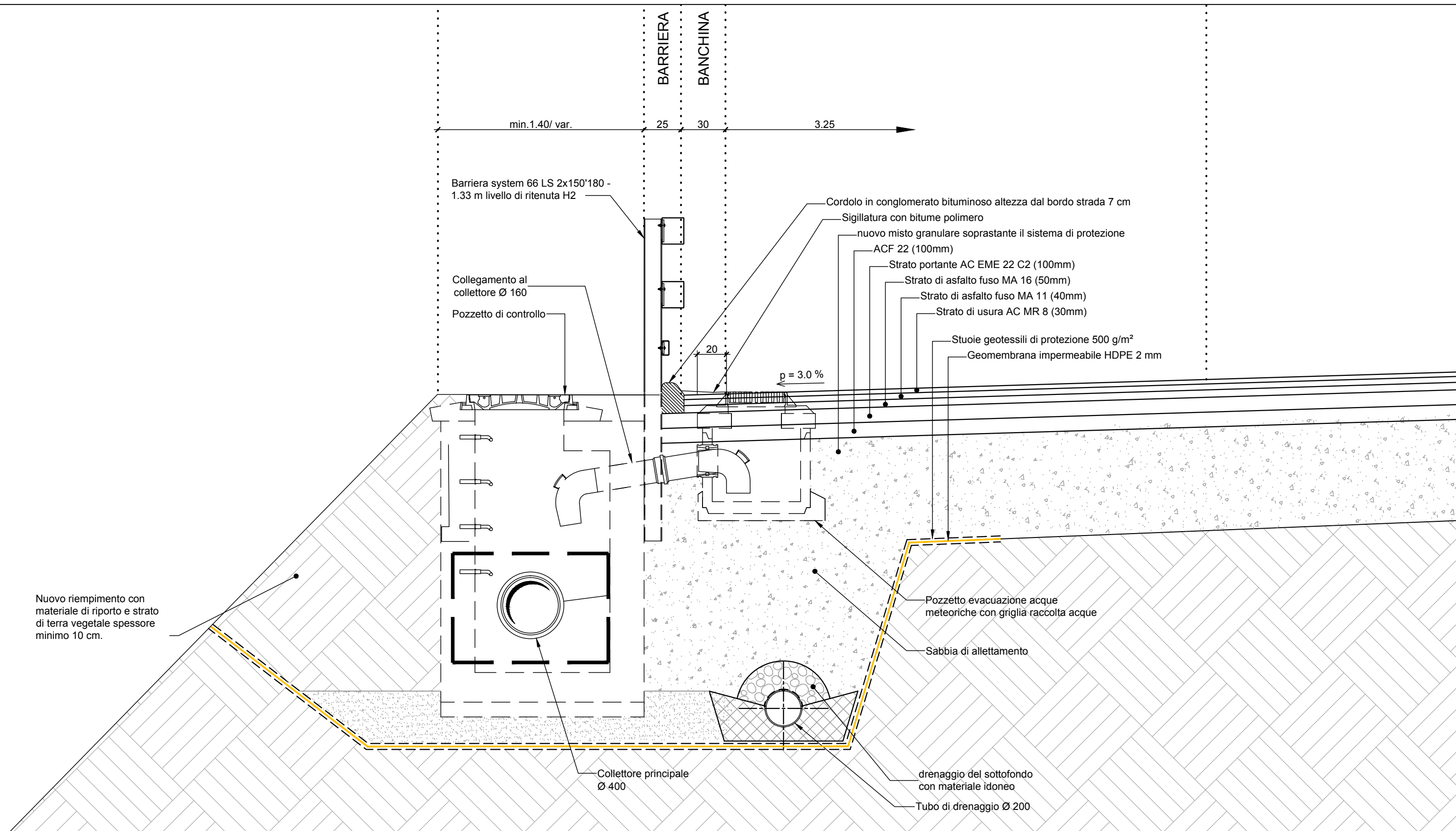


Variante n.	Tipo	Schema	Pavimentazione	Barriere laterali	Giunti fra imperme. pavim. con cordolo o barriera laterale	Impermeabilità all'acqua	Resistenza a sostanze inquinanti (t=0)	Ispezionabilità	Riparabilità	Pericolosità fase di posa	Rilascio di sostanze nocive	Fattibilità tecnica	Osservazioni
5	A doppio strato di asfalto fuso		Strato di usura 3cm Doppio strato di asfalto fuso 4+5cm Strato portante 10cm Strato di fondazione 10cm	Barriere elastiche in acciaio infisse, i=1.33 m	Sigillatura giunto con bitume polimero	Buona	idrocarburi: sufficiente solventi: insufficiente acidi: sufficiente altro: dubbia	Buona	Buona	Bassa Posa di un foglio PE sotto barriera laterale in c.a. durante il getto		La realizzazione dei muri con la scarpa di fondazione in c.a. è piuttosto laboriosa, la fattibilità è comunque garantita.	La bassa resistenza agli idrocarburi è compensata dallo spessore degli strati di asfalto fuso (in tot. 90 mm).



Variante n.	Tipo	Schema	Pavimentazione	Barriere laterali	Giunti fra impermeam. pavim. con cordolo o barriera laterale	Impermeabilità all'acqua	Resistenza a sostanze inquinanti (t=0)	Ispezionabilità	Riparabilità	Pericolosità fase di posa	Rilascio di sostanze nocive	Fattibilità tecnica	Osservazioni
6	A Asfalto USTRA		Strato di usura 3cm Strato portante 8cm Strato di fondazione 8cm	Barriere elastiche in acciaio Tipo 66 su fondazione in c.a. o barriera duorail	Sigillatura giunto con bitume polimero	Buona	idrocarburi: media solventi: insufficiente acidi: sufficiente altro: dubbia	Buona	Ottima	Bassa		Ottima	

## **B Soluzione proposta: sezioni tipo**



EP GENTILINO - LAMONE

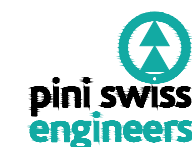
ALLEGATO

Sezione Tipo Bretelle

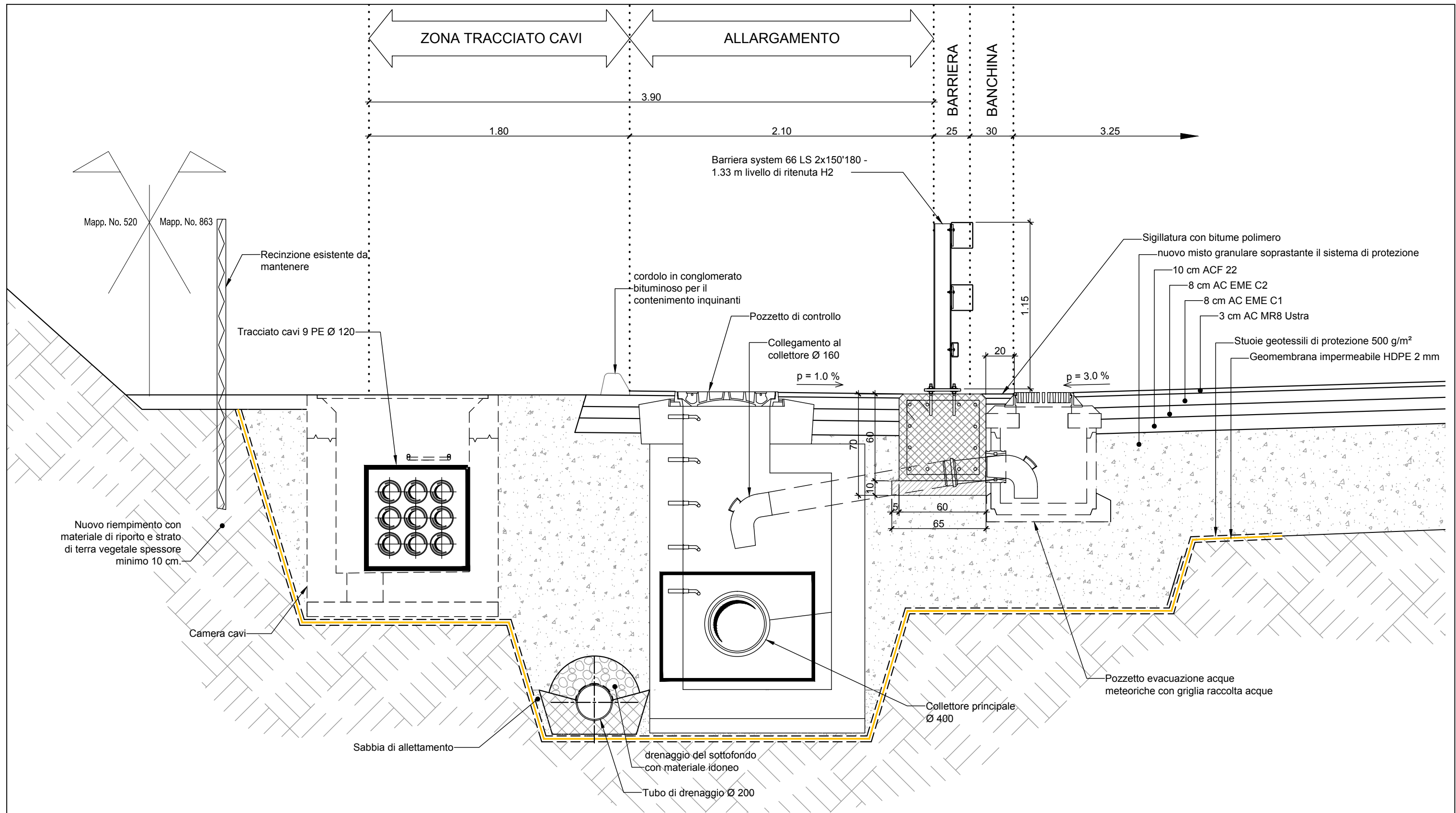
B1

Data	Allestito	Controllato
sett.2013	RAG	GUS

Consorzio ingegneri  
**Pini Associati**  
**ITECSA**  
**Gruner**  
 via Besso 7 6900 Lugano  
 tel. 091 / 961 24 00  
 fax 091 / 967 22 24







EP GENTILINO - LAMONE

ALLEGATO

Sezione Tipo Tratta principale

Data  
sett.2013

Allestito  
RAG

Controllato  
GUS

B2

Consorzio ingegneri  
**Pini Associati**  
**ITECSA**  
**Gruner**  
via Besso 7 6900 Lugano  
tel. 091 / 961 24 00  
fax 091 / 967 22 24

**pini swiss**  
**engineers**

**ITECSA**  
**gruner**

## ALLEGATO 4

Dimensionamento rete evacuazione acque



Variable System-Parameter:

Zeitschritt Hydrographen fix mit 1 [min]

Verbindungskanal:

Iteration kinem. Welle: Ortschritte angepasst an Kanallänge  
4 Zeitschritte

Rauhigkeitsbeiwert nach Strickler:

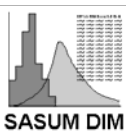
k-Wert = 85.0  
Auslstg. [%] 85

Konstanten Einzugsgebiet:

Oberfläche	Benetzung	Verdunst.	Mulden	Linearspeicher
	[mm]	[mm/h]	[mm]	[min]
Strassen ->	0.300	0.10	1.0	3.0
Steildächer ->	0.300	0.10	0.0	2.0
Flachdächer ->	0.300	0.10	5.0	10.0



Name	FS01	FS02	FS03	FS04	FS05	FS06
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von		FS01	FS02	FS03	FS04	FS05
Zulauf von						
Zulauf von						
Ablauf nach	FS02	FS03	FS04	FS05	FS06	FS07
System						
Schacht ob.						
Schacht unt.						
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	400	400	400	400	400	400
H geg. [mm]						
Länge [m]	14.51	48.66	74.96	73.62	74.98	17.21
Gef. [°/oo]	25.0	25.0	25.0	25.0	10.0	10.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.2	0.4	0.6	0.5	0.6	0.1
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.064	0.084	0.160	0.208	0.189	0.107
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.058	0.076	0.144	0.187	0.170	0.096
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	0.06	0.15	0.31	0.52	0.71	0.81
F red [ha]	0.06	0.13	0.28	0.46	0.63	0.73
F.ztot[Min]	0.2	0.6	1.2	1.7	2.3	2.4
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	364	364	364	364	230	230
vvoll [m/s]	2.90	2.90	2.90	2.90	1.83	1.83
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	14.8	34.3	71.3	119.1	162.4	185.9
QSteil[l/s]						
v [m/s]	1.42	1.82	2.25	2.59	1.95	1.98
h [cm]	6	8	12	16	25	28
Auslstg. [%]	14	21	30	39	63	70
Ausl.[%] bei						



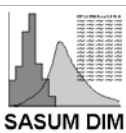
Name	FS07	FS08	FS09	FS10	FS11	FS12
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von	FS06	FS07	FS08	FS09	FS10	FS11
Zulauf von				FS43		FS45
Zulauf von						
Ablauf nach	FS08	FS09	FS10	FS11	FS12	FS13
System						
Schacht ob.			FS08			
Schacht unt.		FS08				
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	500	500	400	400	400	400
H geg. [mm]						
Länge [m]	16.23	46.35	82.22	61.16	52.90	74.27
Gef. [°/oo]	10.0	10.0	28.0	35.0	35.0	45.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.1	0.4	0.4	0.3	0.2	0.3
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.133	0.000	0.141	0.000	0.000	0.000
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.120	0.000	0.127	0.000	0.000	0.000
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	0.95	0.95	1.09	1.36	1.36	1.75
F red [ha]	0.85	0.85	0.98	1.22	1.22	1.57
F.ztot[Min]	2.5	2.9	3.3	3.6	3.8	4.1
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	417	417	385	431	431	488
vvoll [m/s]	2.13	2.13	3.06	3.43	3.43	3.88
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	216.4	216.0	247.6	309.7	308.4	396.0
QSteil[l/s]						
v [m/s]	2.14	2.14	3.22	3.67	3.66	4.20
h [cm]	26	26	24	25	25	28
Auslstg. [%]	51	51	59	64	64	70
Ausl.[%] bei						



Name	FS13	FS14	FS15	FS16	FS17	FS18
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von	FS12	FS13	FS14	FS15	FS16	FS50
Zulauf von	FS47					FS17
Zulauf von						
Ablauf nach	FS14	FS15	FS16	FS17	FS18	FS19
System						
Schacht ob.						
Schacht unt.						
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	500	500	500	500	500	500
H geg. [mm]						
Länge [m]	68.37	100.76	42.01	42.85	3.15	49.80
Gef. [°/oo]	25.0	25.0	25.0	25.0	35.0	35.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.3	0.5	0.2	0.2	0.0	0.2
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.000	0.124	0.174	0.051	0.063	0.000
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.000	0.112	0.157	0.046	0.057	0.000
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	1.99	2.12	2.29	2.34	2.41	3.01
F red [ha]	1.79	1.91	2.06	2.11	2.17	2.71
F.ztot[Min]	4.4	4.9	5.1	5.3	5.3	5.5
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	660	660	660	660	781	781
vvoll [m/s]	3.36	3.36	3.36	3.36	3.98	3.98
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	451.6	477.9	514.1	523.9	536.3	675.1
QSteil[l/s]						
v [m/s]	3.57	3.60	3.62	3.63	4.23	4.29
h [cm]	31	32	34	34	31	37
Auslstg. [%]	61	64	68	69	62	75
Ausl.[%] bei						

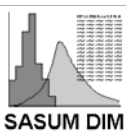


Name	FS19	FS20	FS21	FS22	FS23	FS24
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von	FS18	FS19	FS20	FS21	FS22	FS23
Zulauf von						
Zulauf von						
Ablauf nach	FS20	FS21	FS22	FS23	FS24	FS25
System						
Schacht ob.						
Schacht unt.						
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	600	600	600	600	700	700
H geg. [mm]						
Länge [m]	80.03	76.27	68.36	78.57	12.28	13.76
Gef. [°/oo]	35.0	30.0	30.0	30.0	10.0	10.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.3	0.3	0.3	0.3	0.1	0.1
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.285	0.286	0.278	0.245	0.109	0.134
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.256	0.257	0.250	0.220	0.098	0.121
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	3.29	3.58	3.86	4.10	4.21	4.35
F red [ha]	2.97	3.22	3.47	3.69	3.79	3.91
F.ztot[Min]	5.8	6.1	6.4	6.7	6.8	6.9
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	1269	1175	1175	1175	1023	1023
vvoll [m/s]	4.49	4.16	4.16	4.16	2.66	2.66
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	738.6	800.5	859.9	911.8	930.9	960.2
QSteil[l/s]						
v [m/s]	4.63	4.41	4.46	4.48	2.85	2.82
h [cm]	33	37	39	41	55	58
Auslstg. [%]	55	61	65	68	79	83
Ausl.[%] bei						

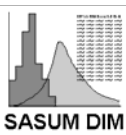


Name	FS25	FS26	FS27	FS28	FS29	FS30
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von	FS24	FS56	FS26	FS27	FS28	FS29
Zulauf von		FS25	FS57			
Zulauf von						
Ablauf nach	FS26	FS27	FS28	FS29	FS30	FS31
System						
Schacht ob.			FS26			
Schacht unt.		FS26				
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	600	600	600	600	600	700
H geg. [mm]						
Länge [m]	70.01	85.09	32.23	28.04	29.13	35.99
Gef. [°/oo]	38.0	38.0	30.0	30.0	30.0	25.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.2	0.3	0.1	0.1	0.1	0.1
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.000	0.000	0.242	0.000	0.169	0.000
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.000	0.000	0.218	0.000	0.152	0.000
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	4.35	4.56	4.80	4.80	4.97	4.97
F red [ha]	3.91	4.10	4.32	4.32	4.47	4.47
F.ztot[Min]	7.1	7.4	7.5	7.6	7.7	7.8
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	1323	1323	1175	1175	1175	1618
vvoll [m/s]	4.68	4.68	4.16	4.16	4.16	4.20
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	959.5	1004.6	1055.2	1054.7	1090.0	1089.4
QSteil[l/s]						
v [m/s]	5.01	5.03	4.46	4.46	4.43	4.46
h [cm]	38	40	47	47	49	42
Auslstg. [%]	64	66	78	78	81	61
Ausl.[%] bei						





Name	FS31	FS32	FS33	FS34	FS35	FS36
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von	FS30	FS31	FS32	FS33	FS34	FS35
Zulauf von			FS65	FS66		
Zulauf von						
Ablauf nach	FS32	FS33	FS34	FS35	FS36	FS37
System						
Schacht ob.		FS31	FS32	FS33	FS34	
Schacht unt.	FS31	FS32	FS33	FS34		
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	700	700	700	700	700	700
H geg. [mm]						
Länge [m]	49.93	80.02	75.05	80.02	46.72	39.31
Gef. [°/oo]	25.0	20.0	20.0	20.0	20.0	17.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.2	0.3	0.3	0.3	0.2	0.2
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.184	0.142	0.223	0.208	0.000	0.000
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.166	0.128	0.201	0.187	0.000	0.000
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	5.15	5.29	5.52	5.73	5.73	5.73
F red [ha]	4.64	4.76	4.97	5.15	5.15	5.15
F.ztot[Min]	8.0	8.3	8.6	8.9	9.1	9.3
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	1618	1447	1447	1447	1447	1334
vvoll [m/s]	4.20	3.76	3.76	3.76	3.76	3.47
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	1127.4	1156.1	1200.3	1240.4	1235.1	1230.7
QSteil[l/s]						
v [m/s]	4.48	4.06	4.06	4.06	4.06	3.70
h [cm]	44	49	50	52	52	56
Auslstg. [%]	62	69	72	74	74	81
Ausl.[%] bei						



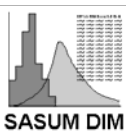
Name	FS37	FS38	FS39	FS40	FS41	FS42
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von	FS36	FS37	FS38	FS39	FS40	FS41
Zulauf von			FS63			
Zulauf von						
Ablauf nach	FS38	FS39	FS40	FS41	FS42	SABAF
System						
Schacht ob.						
Schacht unt.						SABAF
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	700	900	900	900	900	900
H geg. [mm]						
Länge [m]	90.39	97.54	80.00	80.00	90.00	10.12
Gef. [°/oo]	20.0	6.0	6.0	6.0	6.0	6.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.4	0.6	0.5	0.5	0.6	0.1
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	5.73	5.73	6.70	6.70	6.70	6.70
F red [ha]	5.15	5.15	6.03	6.03	6.03	6.03
F.ztot[Min]	9.7	10.3	10.8	11.3	11.9	12.0
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	1447	1549	1549	1549	1549	1549
vvoll [m/s]	3.76	2.44	2.44	2.44	2.44	2.44
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	1226.2	1223.2	1416.0	1412.8	1403.1	1399.3
QSteil[l/s]						
v [m/s]	4.06	2.63	2.61	2.61	2.61	2.61
h [cm]	51	62	72	71	71	71
Auslstg. [%]	73	69	80	79	79	78
Ausl.[%] bei						



Name	FS43	FS44	FS45	FS46	FS47	FS48
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von			FS44		FS46	
Zulauf von						
Zulauf von						
Ablauf nach	FS10	FS45	FS12	FS47	FS13	FS49
System						
Schacht ob.						FS47
Schacht unt.						FS48
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	300	300	300	400	400	250
H geg. [mm]						
Länge [m]	15.20	17.60	15.35	18.10	14.27	69.95
Gef. [°/oo]	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0	40.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.2	0.2	0.2	0.2	0.2	0.6
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.275	0.173	0.211	0.118	0.131	0.081
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.248	0.156	0.190	0.106	0.118	0.073
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	0.28	0.17	0.38	0.12	0.25	0.08
F red [ha]	0.25	0.16	0.35	0.11	0.22	0.07
F.ztot[Min]	0.2	0.2	0.4	0.2	0.4	0.6
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	107	107	107	230	230	131
vvoll [m/s]	1.51	1.51	1.51	1.83	1.83	2.68
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	63.8	40.1	89.0	27.4	57.7	18.8
QSteil[l/s]						
v [m/s]	1.57	1.40	1.63	1.23	1.52	1.90
h [cm]	17	13	22	9	14	6
Auslstg. [%]	56	42	72	23	34	26
Ausl.[%] bei						



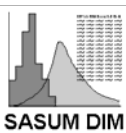
Name	FS49	FS50	FS51	FS52	FS53	FS54
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von	FS48	FS49		FS51	FS52	FS53
Zulauf von	FS54					
Zulauf von						
Ablauf nach	FS50	FS18	FS52	FS53	FS54	FS49
System						
Schacht ob.	FS48			FS51		
Schacht unt.			FS51			FS48
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	250	300	250	250	250	250
H geg. [mm]						
Länge [m]	73.31	30.26	54.51	22.11	20.79	11.68
Gef. [°/oo]	40.0	40.0	30.0	35.0	10.0	10.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.4	0.2	0.5	0.2	0.2	0.1
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.093	0.218	0.081	0.076	0.035	0.020
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.084	0.196	0.073	0.068	0.032	0.018
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	0.39	0.60	0.08	0.16	0.19	0.21
F red [ha]	0.35	0.54	0.07	0.14	0.17	0.19
F.ztot[Min]	1.4	1.6	0.5	0.7	0.9	1.0
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	131	214	114	123	66	66
vvoll [m/s]	2.68	3.02	2.32	2.50	1.34	1.34
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	89.1	139.2	18.8	36.3	44.4	48.9
QSteil[l/s]						
v [m/s]	2.84	3.19	1.71	2.18	1.42	1.44
h [cm]	15	18	7	9	15	16
Auslstg. [%]	61	59	27	37	61	65
Ausl.[%] bei						



Name	FS55	FS56	FS57	FS58	FS59	FS60
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von		FS55			FS58	FS59
Zulauf von						
Zulauf von						
Ablauf nach	FS56	FS26	FS27	FS59	FS60	FS61
System						
Schacht ob.						
Schacht unt.			FS26			
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	250	250	250	250	300	400
H geg. [mm]						
Länge [m]	12.30	14.20	13.90	74.27	80.33	56.70
Gef. [°/oo]	10.0	10.0	10.0	15.0	15.0	15.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.2	0.2	0.0	0.8	0.7	0.4
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.094	0.116	0.000	0.141	0.204	0.225
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.085	0.104	0.000	0.127	0.184	0.202
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	0.09	0.21	0.00	0.14	0.34	0.57
F red [ha]	0.08	0.19	0.00	0.13	0.31	0.51
F.ztot[Min]	0.2	0.4	0.0	0.8	1.5	1.9
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	66	66	66	80	131	282
vvoll [m/s]	1.34	1.34	1.34	1.64	1.85	2.24
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	21.8	48.7	0.0	32.7	79.8	131.3
QSteil[l/s]						
v [m/s]	1.20	1.44	0.00	1.55	1.93	2.20
h [cm]	10	16	0	11	17	19
Auslstg. [%]	40	65	0	44	57	48
Ausl.[%] bei						



Name	FS61	FS62	FS63	FS64	FS65	FS65
Bauwerktyp	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB	KGB
Zulauf von	FS60	FS61	FS62			FS64
Zulauf von						
Zulauf von						
Ablauf nach	FS62	FS63	FS39	FS65	FS66	FS33
System						
Schacht ob.						
Schacht unt.						FS32
Kanal:						
Profiltyp	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis	Kreis
B dim. [mm]						
H dim. [mm]						
B geg. [mm]	400	500	500	250	250	250
H geg. [mm]						
Länge [m]	81.88	13.97	13.90	13.90	13.50	13.50
Gef. [°/oo]	15.0	10.0	10.0	10.0	10.0	10.0
k-Strickler	85	85	85	85	85	85
k abs. [mm]						
F.z. [Min]	0.6	0.1	0.1	0.0	0.0	0.0
Gebiet:						
Fläche [ha]	0.162	0.125	0.121	0.000	0.000	0.000
Gebietstyp	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90	0.90
% Strassen						
% Dach						
% Flachdach						
Fred [ha]	0.146	0.112	0.109	0.000	0.000	0.000
E/ha [-]						
E Gebiet						
Anl.z.[Min]	1	1	1	1	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
Totale:						
Einwohner	0	0	0	0	0	0
F [ha]	0.73	0.86	0.98	0.00	0.00	0.00
F red [ha]	0.66	0.77	0.88	0.00	0.00	0.00
F.ztot[Min]	2.5	2.6	2.7	0.0	0.0	0.0
Kanal voll:						
Qvoll [l/s]	282	417	417	66	66	66
vvoll [m/s]	2.24	2.13	2.13	1.34	1.34	1.34
TWA:						
Q [l/s]	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00
h [cm]	0	0	0	0	0	0
RWA:						
Q [l/s]	168.3	196.0	223.7	0.0	0.0	0.0
QSteil[l/s]						
v [m/s]	2.33	2.09	2.16	0.00	0.00	0.00
h [cm]	22	24	26	0	0	0
Auslstg. [%]	56	48	52	0	0	0
Ausl.[%] bei						



Name	FS66	SABAF
Bauwerktyp	KGB	KGB
Zulauf von	FS65	FS42
Zulauf von		
Zulauf von		
Ablauf nach	FS34	
System		
Schacht ob.		SABAF
Schacht unt.	FS33	(leer)
Kanal:		
Profiltyp	Kreis	Kreis
B dim. [mm]		
H dim. [mm]		
B geg. [mm]	250	1700
H geg. [mm]		
Länge [m]	13.98	130.00
Gef. [°/oo]	10.0	2.0
k-Strickler	85	75
k abs. [mm]		
F.z. [Min]	0.0	1.3
Gebiet:		
Fläche [ha]	0.000	0.000
Gebietstyp	BAU	BAU
Abf.beiwert	0.90	1.00
% Strassen		
% Dach		
% Flachdach		
Fred [ha]	0.000	0.000
E/ha [-]		
E Gebiet		
Anl.z.[Min]	1	1
TWA [l/s]	0.00	0.00
QKonst[l/s]	0.00	0.00
Totale:		
Einwohner	0	0
F [ha]	0.00	6.70
F red [ha]	0.00	6.03
F.ztot[Min]	0.0	13.3
Kanal voll:		
Qvoll [l/s]	66	4304
vvoll [m/s]	1.34	1.90
TWA:		
Q [l/s]	0.0	0.0
v [m/s]	0.00	0.00
h [cm]	0	0
RWA:		
Q [l/s]	0.0	1398.6
QSteil[l/s]		
v [m/s]	0.00	1.69
h [cm]	0	67
Auslstg. [%]	0	39
Ausl.[%] bei		

# DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

Datum : 30. 05. 2018  
 Programm : B&B Kanal dat, Summenl i ni enberechnung  
 Versi on : V2015c15  
 Herstel l er : B&B Ingeni eurges. mbH, 78166 Donaueschi ngen  
 Proj ekt :  
 Zei chnung :  
 D: \\_DATI \_UTENTE\massi mi l i ano. cussott\Desktop\ep28\_bv\_rETE\_di md. dwg  
 Li zenznehmer : AF TOSCANO SA

Regendauer : 25.0 mi n  
 Wi ederkehrzei t : 1.0 [a]  
 Regenspende : 149.5 l/(s\*ha)  
 häusl. Spi tzenabfl . : 5.0 l/(s\*1000E)  
 Fremdwasseranteil : 0.000 l/(s\*ha)  
 Fremdwasseranteil : 0.000 % des Schmutzwassers  
 Auslastung für D : 85.0 %

## Legende:

Sohl höhe Anfang:	Hs1	[mNN]
Sohl höhe Ende:	Hs2	[mNN]
Gel ändehöhe Anfang:	Hg1	[mNN]
Gel ändehöhe Ende:	Hg2	[mNN]
Höhe Staulinie:	Hs	[mNN]
Höhe Energi elinie:	He	[mNN]
Ei nzugsfl äche:	A	[ha]
Abfl ußbei wert:	psi	
Kanal l änge:	L	[m]
Rauhi gkei tsbei wert:	kb	[mm]
Rohrdurchmesser gew. /vorh. :	D	[mm]
Rohrdurchmesser Soll :	Dber	[mm]
Abfl ußvermögen:	Qv	[l /s]
Schmutzwasserabfl uß:	Qs	[l /s]
Schmutzwasserabfl uß Gesamt:	Qsges	[l /s]
Fremdwasserabfl uß:	Qf	[l /s]
Fremdwasserabfl uß, gesamt:	Qfges	[l /s]
Trockenwetterabfl uß:	Qt	[l /s]
Trockenwetterabfl uß, gesamt:	Qtges	[l /s]
Regenwasserabfl uß:	Qr	[l /s]
Regenwasserabfl uß Gesamt:	Qrges	[l /s]
Abfl uß Hal tung:	Q	[l /s]
Gesamtabfl uß:	Qges	[l /s]
Fl i eßgeschw. Vol l fül lung:	Vv	[m/s]
Fl i eßgeschwi ndi gkei t:	Vges	[m/s]
Fl i eßgeschw. Trockenwetter:	Vtges	[m/s]
Fl i eßzei t:	Tf	[s]
Fl i eßzei t Gesamt:	Tf sum	[s]
Sohl gefäl le:	Js	[o/oo]
Auslastungsgrad:	Qges/Qv	[%]

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

♀

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30. 05. 2018

V2015c15

Sei te 2

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]

1agi na p



DI M_Z=1_RETE_SABAF				
Qfges[l /s] Vtges[m/s]	Qsges[l /s] Vv[m/s]	Qtges[l /s] Vges[m/s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s] Qges/Qv[%]
PTL-SP126 (PTL: 2. 60ha, 0. 90)				
293. 080	293. 056	294. 080	294. 710	
8. 221	2. 919	DN 1000	5. 084	1. 500
2. 598	0. 900	946. 264	699. 957	1269. 978
584. 000	0. 000	584. 000	349. 494	933. 494
584. 000	0. 000	584. 000	349. 494	933. 494
1. 585	1. 617	1. 759		73
SP126-FN127				
292. 970	292. 883	294. 710	294. 490	
20. 765	4. 190	DA 1000	10. 709	1. 500
0. 000	0. 000	2. 441	694. 873	1522. 495
0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000
584. 000	0. 000	584. 000	-584. 000	0. 000
1. 817	1. 939	0. 000		0
FN127-FN128				
292. 883	292. 766	294. 490	294. 630	
42. 299	2. 766	DA 1000	26. 889	1. 500
0. 000	0. 000	2. 441	684. 164	1236. 043
0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000
584. 000	0. 000	584. 000	-584. 000	0. 000
1. 553	1. 574	0. 000		0
FN128-FN129 (V58: 0. 13ha, 0. 90) (V58: 0. 42ha, 0. 90)				
292. 767	292. 635	294. 630	294. 431	
16. 508	7. 984	DA 1000	6. 162	1. 500
0. 543	0. 900	298. 014	657. 275	2103. 768
0. 000	0. 000	0. 000	73. 040	73. 040
584. 000	0. 000	584. 000	-510. 960	73. 040
2. 309	2. 679	1. 295		3
FN130-FN129 (FN120: 0. 03ha, 0. 90)				
292. 480	292. 635	294. 222	294. 431	
30. 060	5. 156	DA 1000	13. 975	1. 500
0. 030	0. 900	330. 477	651. 113	1689. 600
0. 000	0. 000	0. 000	4. 094	4. 094
584. 000	0. 000	584. 000	-506. 866	77. 134
1. 963	2. 151	1. 125		4

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30. 05. 2018

V2015c15  
Sei te 3

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN131-FN130 (FN121: 0. 03ha, 0. 90)

292. 305	292. 480	293. 957	294. 222	
34. 200	5. 117	DA 1000	15. 959	1. 500
0. 028	0. 900	336. 905	637. 138	1683. 101
2agi na p				

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	3.733	3.733
584.000	0.000	584.000	-503.133	80.867
1.957	2.143	1.136		4

FN132-FN131 (FN122: 0.03ha, 0.90)

292.065	292.305	293.550	293.957	
49.201	4.878	DA 1000	23.519	1.500
0.031	0.900	346.537	621.179	1643.199
0.000	0.000	0.000	4.215	4.215
584.000	0.000	584.000	-498.918	85.082
1.922	2.092	1.134		5

FN132-FN133 (FN140: 0.04ha, 0.90)

292.065	291.900	293.550	293.273	
32.629	5.057	DA 1000	15.319	1.500
0.045	0.900	353.193	597.660	1673.148
0.000	0.000	0.000	6.030	6.030
584.000	0.000	584.000	-492.888	91.112
1.948	2.130	1.171		5

FN134-FN133

291.800	291.900	293.115	293.273	
18.813	5.315	DA 1000	8.614	1.500
0.000	0.000	349.855	582.341	1715.541
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
584.000	0.000	584.000	-492.888	91.112
1.985	2.184	1.192		5

FN093-FN094 (FN085: 0.07ha, 0.90)

305.859	305.683	307.346	307.173	
32.832	5.361	DA 250	36.562	1.500
0.066	0.900	145.578	1286.952	44.089
0.000	0.000	0.000	8.852	8.852
0.000	0.000	0.000	8.852	8.852
0.000	0.898	0.710		20

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 4

Hal tung (Ein zuggebiet: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN094-FN095 (FN086: 0.04ha, 0.90)

305.683	305.506	307.173	307.016	
38.670	4.577	DA 250	46.647	1.500
0.038	0.900	177.603	1250.390	40.715
0.000	0.000	0.000	5.057	5.057
0.000	0.000	0.000	13.909	13.909
0.000	0.829	0.754		34

FN095-FN096 (FN087: 0.03ha, 0.90)

305.506	304.949	307.016	306.467	
37.452	14.872	DA 250	24.954	1.500
0.034	0.900	158.110	1203.743	73.658

3agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	4.558	4.558
0.000	0.000	0.000	18.467	18.467
0.000	1.501	1.259		25

FN096-FN097 (FN088: 0.04ha, 0.90)

304.949	304.036	306.467	305.540	
34.340	26.587	DA 250	17.099	1.500
0.042	0.900	156.565	1178.789	98.597
0.000	0.000	0.000	5.622	5.622
0.000	0.000	0.000	24.089	24.089
0.000	2.009	1.674		24

FN097-FN098 (FN089: 0.04ha, 0.90)

304.036	302.000	305.540	304.247	
48.122	42.309	DA 250	18.992	1.500
0.036	0.900	153.627	1161.689	124.469
0.000	0.000	0.000	4.828	4.828
0.000	0.000	0.000	28.917	28.917
0.000	2.536	2.085		23

FN090-FN091

301.417	300.920	302.917	302.420	
29.193	17.024	DA 250	18.180	1.500
0.000	0.000	1.221	1210.735	78.831
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	1.606	0.000		0

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 5

Hal tung (Einzuggebiet: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN091-FN092 (FN093: 0.02ha, 0.90)

300.920	300.750	302.420	303.161	
14.986	11.344	DA 250	11.441	1.500
0.021	0.900	82.502	1192.555	64.286
0.000	0.000	0.000	2.813	2.813
0.000	0.000	0.000	2.813	2.813
0.000	1.310	0.677		4

FN088-FN089 (FN090: 0.06ha, 0.90)

301.075	300.858	302.297	302.374	
37.661	5.762	DA 250	40.453	1.500
0.055	0.900	134.344	1237.898	45.721
0.000	0.000	0.000	7.405	7.405
0.000	0.000	0.000	7.405	7.405
0.000	0.931	0.694		16

FN089-FN092 (FN091: 0.07ha, 0.90)

300.858	300.750	302.374	303.161	
16.315	6.620	DA 250	16.331	1.500
0.072	0.900	178.881	1197.445	49.031

4agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	9.676	9.676
0.000	0.000	0.000	17.082	17.082
0.000	0.999	0.913		34

FN092-FN098 (FN094: 0.03ha, 0.90)

300.750	300.580	303.161	304.247	
33.538	5.069	DA 250	38.417	1.500
0.033	0.900	214.663	1181.114	42.863
0.000	0.000	0.000	4.385	4.385
0.000	0.000	0.000	24.280	24.280
0.000	0.873	0.899		56

FN098-FN099 (FN095: 0.04ha, 0.90)

300.580	300.460	304.247	302.580	
22.254	5.392	DA 315	21.215	1.500
0.043	0.900	296.240	1142.697	81.723
0.000	0.000	0.000	5.816	5.816
0.000	0.000	0.000	59.013	59.013
0.000	1.049	1.138		72

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30.05.2018

V2015c15

Sei te 6

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN099-FN100

300.460	300.355	302.580	302.460	
2.975	35.299	DA 315	1.105	1.500
0.000	0.000	207.710	1121.482	209.923
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	59.013	59.013
0.000	2.694	2.330		28

FN100-FN101 (FN097: 0.02ha, 0.90)

300.355	299.935	302.460	302.800	
61.397	6.841	DA 315	51.945	1.500
0.017	0.900	287.256	1120.377	92.113
0.000	0.000	0.000	2.287	2.287
0.000	0.000	0.000	61.300	61.300
0.000	1.182	1.261		66

FN101-FN102 (FN098: 0.04ha, 0.90)

299.935	299.435	302.800	301.360	
49.033	10.197	DA 315	33.935	1.500
0.042	0.900	275.297	1068.432	112.581
0.000	0.000	0.000	5.613	5.613
0.000	0.000	0.000	66.914	66.914
0.000	1.445	1.504		59

FN102-FN103 (FN099: 0.04ha, 0.90) (FN099: 0.03ha, 0.90)

299.435	297.910	301.360	300.010	
36.905	41.322	DA 315	12.671	1.500
0.071	0.900	222.235	1034.498	227.173

5agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	9.534	9.534
0.000	0.000	0.000	76.448	76.448
0.000	2.915	2.642		33

FN103-FN104

297.910	297.285	300.010	298.960	
36.849	16.961	DA 315	19.761	1.500
0.000	0.000	262.899	1021.826	145.351
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	76.448	76.448
0.000	1.865	1.887		52

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

♀

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 7

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN104-FN105 (FN101: 0.02ha, 0.90)

297.285	296.525	298.960	298.030	
52.662	14.432	DA 315	30.621	1.500
0.019	0.900	274.458	1002.066	134.033
0.000	0.000	0.000	2.582	2.582
0.000	0.000	0.000	79.029	79.029
0.000	1.720	1.787		58

FN105-FN106 (FN102: 0.05ha, 0.90)

296.525	296.264	298.030	298.409	
25.111	10.394	DA 315	17.212	1.500
0.047	0.900	300.550	971.445	113.667
0.000	0.000	0.000	6.273	6.273
0.000	0.000	0.000	85.302	85.302
0.000	1.459	1.594		75

FN107-FN106 (FN103: 0.00ha, 0.90)

296.002	296.264	297.823	298.409	
29.190	8.976	DA 315	21.544	1.500
0.004	0.900	309.744	954.233	105.589
0.000	0.000	0.000	0.533	0.533
0.000	0.000	0.000	85.836	85.836
0.000	1.355	1.501		81

FN108-FN107 (FN104: 0.00ha, 0.90) (FN104: 0.03ha, 0.90)

295.724	296.002	297.251	297.823	
31.180	8.916	DA 400	19.773	1.500
0.031	0.900	315.828	932.689	198.227
0.000	0.000	0.000	4.235	4.235
0.000	0.000	0.000	90.071	90.071
0.000	1.577	1.541		45

FN109-FN108 (FN105: 0.04ha, 0.90)

295.288	295.724	296.786	297.251	
49.367	8.832	DA 400	31.445	1.500
0.039	0.900	323.229	912.917	197.286

6agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	5.259	5.259
0.000	0.000	0.000	95.330	95.330
0.000	1.570	1.557		48

♀

AF TOSCANA SA, CH-6802 Ri vera  
 B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
 30.05.2018 Sei te 8

Hal tung (Einzuggebiet: Nr, A, psi)	Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]	
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]	
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]	
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]	
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]	
FN110-FN109 (FN106: 0.06ha, 0.90)					
294.853	295.288	296.361	296.786		
49.023	8.873	DA 400	31.147	1.500	
0.061	0.900	333.128	881.471	197.751	
0.000	0.000	0.000	8.180	8.180	
0.000	0.000	0.000	103.511	103.511	
0.000	1.574	1.591		52	
FN110-FN111					
294.853	294.652	296.361	296.338		
3.353	59.947	DA 400	0.819	1.500	
0.000	0.000	232.191	850.324	515.387	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.000	0.000	0.000	103.511	103.511	
0.000	4.101	3.242		20	
FN112-FN111					
294.471	294.652	295.988	296.338		
46.283	3.911	DA 400	44.417	1.500	
0.000	0.000	389.128	849.505	130.995	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.000	0.000	0.000	103.511	103.511	
0.000	1.042	1.149		79	
FN112-FN113 (FN109: 0.03ha, 0.90)					
294.471	294.250	295.988	295.983		
29.864	7.400	DA 400	20.783	1.500	
0.029	0.900	349.703	805.088	180.518	
0.000	0.000	0.000	3.960	3.960	
0.000	0.000	0.000	107.471	107.471	
0.000	1.437	1.496		59	
FN068-FN069 (FN156: 0.05ha, 0.90)					
301.250	301.158	302.521	302.577		
26.239	3.506	DA 250	36.191	1.500	
0.045	0.900	136.976	1265.788	35.594	
0.000	0.000	0.000	6.066	6.066	
0.000	0.000	0.000	6.066	6.066	
0.000	0.725	0.548		17	

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
30. 05. 2018 Sei te 9

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )  
Hs1[mNN] Hs2[mNN] Hg1[mNN] Hg2[mNN]  
L[m] Js[o/oo] D[mm] Tf[s] kb[mm]  
A[ha] psi Dber[mm] Tfsum[s] Qv[l /s]  
Qf[l /s] Qs[l /s] Qt[l /s] Qr[l /s] Q[l /s]  
Qfges[l /s] Qsges[l /s] Qtges[l /s] Qrges[l /s] Qges[l /s]  
Vtges[m/s] Vv[m/s] Vges[m/s] Qges/Qv[%]

FN069-FN070 (FN071: 0.04ha, 0.90)

301.158	301.004	302.577	302.579	
39.101	3.939	DA 250	50.846	1.500
0.037	0.900	167.904	1229.597	37.744
0.000	0.000	0.000	5.030	5.030
0.000	0.000	0.000	11.096	11.096
0.000	0.769	0.673		29

FN070-FN071 (FN072: 0.04ha, 0.90)

301.004	300.832	302.579	302.534	
39.207	4.387	DA 250	48.285	1.500
0.037	0.900	189.095	1178.750	39.853
0.000	0.000	0.000	5.000	5.000
0.000	0.000	0.000	16.096	16.096
0.000	0.812	0.771		40

FN071-FN072 (FN073: 0.05ha, 0.90) (FN073: 0.09ha, 0.90)

300.832	300.400	302.534	302.293	
35.386	12.208	DA 250	26.040	1.500
0.139	0.900	208.044	1130.465	66.704
0.000	0.000	0.000	18.679	18.679
0.000	0.000	0.000	34.775	34.775
0.000	1.359	1.372		52

FN060-FN061 (FN063: 0.07ha, 0.90)

302.797	302.441	305.023	304.645	
34.175	10.417	DA 250	27.233	1.500
0.067	0.900	129.442	1295.304	61.590
0.000	0.000	0.000	9.037	9.037
0.000	0.000	0.000	9.037	9.037
0.000	1.255	0.911		14

FN061-FN062 (FN064: 0.10ha, 0.90)

302.441	302.049	304.645	304.253	
37.200	10.538	DA 250	29.479	1.500
0.097	0.900	180.616	1268.071	61.948
0.000	0.000	0.000	13.115	13.115
0.000	0.000	0.000	22.152	22.152
0.000	1.262	1.162		35

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
30. 05. 2018 Sei te 10

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )  
8agi na p

DI M_Z=1_RETE_SABAF				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	kb[mm]
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	Qv[l /s]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Q[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Qges[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges/Qv[%]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		
FN062-FN063				
302.049	301.719	304.253	303.889	
31.205	10.575	DA 250	24.689	1.500
0.000	0.000	180.502	1238.592	62.059
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	22.152	22.152
0.000	1.264	1.163		35
FN063-FN064 (FN066: 0.20ha, 0.90)				
301.719	301.376	303.889	303.521	
34.896	9.831	DA 250	28.628	1.500
0.196	0.900	245.543	1213.903	59.824
0.000	0.000	0.000	26.319	26.319
0.000	0.000	0.000	48.471	48.471
0.000	1.219	1.350		81
FN064-FN065 (FN065A: 0.11ha, 0.90)				
301.368	301.038	303.521	303.134	
33.508	9.850	DA 315	23.598	1.500
0.105	0.900	270.319	1185.275	110.640
0.000	0.000	0.000	14.176	14.176
0.000	0.000	0.000	62.647	62.647
0.000	1.420	1.462		56
FN065-FN066 (FN71: 0.10ha, 0.90)				
301.038	300.753	303.134	302.874	
24.697	11.540	DA 315	16.069	1.500
0.103	0.900	282.869	1161.677	119.798
0.000	0.000	0.000	13.885	13.885
0.000	0.000	0.000	76.531	76.531
0.000	1.537	1.625		63
FN066-FN067				
300.745	300.530	302.874	302.541	
29.194	7.366	DA 315	23.794	1.500
0.000	0.000	307.951	1145.608	95.607
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	76.531	76.531
0.000	1.227	1.356		80

AF TOSCANA SA, CH-6802 Rivera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30.05.2018

V2015c15

Sei te 11

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	kb[mm]
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	Qv[l /s]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Q[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Qges[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges/Qv[%]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		



DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN067-FN072 (FN069: 0.15ha, 0.90)

300.530	300.400	302.541	302.293	
22.205	5.854	DA 400	17.389	1.500
0.146	0.900	350.618	1121.814	160.466
0.000	0.000	0.000	19.662	19.662
0.000	0.000	0.000	96.193	96.193
0.000	1.277	1.332		59

FN072-FN073

300.400	300.322	302.293	302.129	
14.200	5.480	DA 400	11.498	1.500
0.000	0.000	398.893	1104.425	155.215
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	130.968	130.968
0.000	1.235	1.376		84

FN073-FN074

300.318	300.150	302.129	301.786	
31.262	5.369	DA 500	22.140	1.500
0.000	0.000	400.438	1092.927	277.282
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	130.968	130.968
0.000	1.412	1.393		47

FN074-FN075 (FN075: 0.10ha, 0.90) (FN075: 0.09ha, 0.90)

300.150	300.000	301.786	301.386	
37.200	4.032	DA 500	30.417	1.500
0.184	0.900	451.422	1070.787	240.113
0.000	0.000	0.000	24.779	24.779
0.000	0.000	0.000	155.747	155.747
0.000	1.223	1.297		64

FN075-FN076

299.986	298.900	301.386	301.031	
31.124	34.894	DA 500	8.624	1.500
0.000	0.000	299.902	1040.369	708.970
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	155.747	155.747
0.000	3.611	2.925		21

AF TOSCANA SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i n i enberechnung

30.05.2018

V2015c15

Sei te 12

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN076-FN077 (FN076: 0.18ha, 0.90)

298.900	298.544	301.031	300.650	
35.200	10.112	DA 500	18.136	1.500
0.181	0.900	400.476	1031.745	381.034
0.000	0.000	0.000	24.309	24.309
0.000	0.000	0.000	180.056	180.056
0.000	1.941	1.915		47

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN077-FN078

298.536	298.200	300.650	300.275	
33.199	10.119	DA 500	17.105	1.500
0.000	0.000	400.419	1013.609	381.166
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	180.056	180.056
0.000	1.941	1.915		47

FN078-FN079 (FN077: 0.18ha, 0.90)

298.200	297.716	300.275	299.869	
37.200	13.005	DA 500	16.895	1.500
0.175	0.900	400.019	996.504	432.296
0.000	0.000	0.000	23.613	23.613
0.000	0.000	0.000	203.669	203.669
0.000	2.202	2.171		47

FN079-FN080

297.706	297.300	299.869	299.518	
31.200	13.006	DA 500	14.170	1.500
0.000	0.000	400.000	979.609	432.312
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	203.669	203.669
0.000	2.202	2.171		47

FN080-FN081 (FN078: 0.17ha, 0.90)

297.300	296.886	299.518	299.109	
37.200	11.117	DA 500	18.281	1.500
0.172	0.900	429.201	965.439	399.580
0.000	0.000	0.000	23.164	23.164
0.000	0.000	0.000	226.833	226.833
0.000	2.035	2.096		56

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 13

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN081-FN082 (FN82: 0.09ha, 0.90)

296.878	296.534	299.109	298.788	
31.190	11.003	DN 500	15.403	1.500
0.092	0.900	438.738	947.158	397.526
0.000	0.000	0.000	12.322	12.322
0.000	0.000	0.000	239.155	239.155
0.000	2.025	2.113		60

FN082-FN083 (FN93: 0.08ha, 0.90)

296.525	296.119	298.788	298.439	
34.883	11.639	DA 500	16.756	1.500
0.080	0.900	441.351	931.754	408.881
0.000	0.000	0.000	10.744	10.744
0.000	0.000	0.000	249.898	249.898
0.000	2.082	2.180		61

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN083-FN084 (FN92: 0.09ha, 0.90)

296.109	295.642	298.439	297.792	
34.200	13.642	DA 500	15.168	1.500
0.087	0.900	435.762	914.998	442.778
0.000	0.000	0.000	11.755	11.755
0.000	0.000	0.000	261.654	261.654
0.000	2.255	2.344		59

FN084-FN085 (FN081: 0.06ha, 0.90)

295.642	295.050	297.792	297.192	
49.200	12.033	DA 500	23.242	1.500
0.058	0.900	451.212	899.831	415.763
0.000	0.000	0.000	7.748	7.748
0.000	0.000	0.000	269.402	269.402
0.000	2.117	2.245		64

FN085-FN086 (FN082: 0.08ha, 0.90)

295.050	294.800	297.192	296.751	
49.201	5.081	DA 630	30.886	1.500
0.083	0.900	539.675	876.589	496.578
0.000	0.000	0.000	11.103	11.103
0.000	0.000	0.000	280.505	280.505
0.000	1.593	1.639		56

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30. 05. 2018

V2015c15  
Sei te 14

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN086-FN087 (FN083: 0.08ha, 0.90)

294.800	294.550	296.751	296.291	
57.911	4.317	DA 630	39.449	1.500
0.083	0.900	564.909	845.703	457.546
0.000	0.000	0.000	11.108	11.108
0.000	0.000	0.000	291.613	291.613
0.000	1.468	1.551		63

FN087-FN113 (FN084: 0.11ha, 0.90)

294.550	294.250	296.291	295.983	
41.657	7.202	DA 630	21.948	1.500
0.112	0.900	522.375	806.254	591.589
0.000	0.000	0.000	15.020	15.020
0.000	0.000	0.000	306.632	306.632
0.000	1.898	1.914		51

FN113-FN114 (FN110: 0.10ha, 0.90)

294.250	294.000	295.983	295.657	
49.201	5.081	DA 710	28.622	1.500
0.096	0.900	632.753	784.305	680.651
0.000	0.000	0.000	12.889	12.889
0.000	0.000	0.000	426.992	426.992
0.000	1.719	1.811		62

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN114-FN115 (FN111: 0.12ha, 0.90)

294.000	293.921	295.657	295.536	
19.523	4.066	DA 710	12.702	1.500
0.115	0.900	669.203	755.683	608.557
0.000	0.000	0.000	15.536	15.536
0.000	0.000	0.000	442.528	442.528
0.000	1.537	1.669		72

FN115-SP116

293.917	293.800	295.536	295.367	
28.877	4.065	DA 710	18.788	1.500
0.000	0.000	669.241	742.981	608.477
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	442.528	442.528
0.000	1.537	1.669		72

AF TOSCANA SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 15

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

SP116-FN117 (FN112: 0.12ha, 0.90)

293.700	293.469	295.367	295.262	
10.507	21.986	DA 710	2.932	1.500
0.115	0.900	137.720	724.193	1418.779
0.000	0.000	0.000	15.538	15.538
0.000	0.000	0.000	15.538	15.538
0.000	3.584	1.243		1

FN117-FN118

293.469	293.246	295.262	295.046	
38.811	5.746	DA 710	21.220	1.500
0.000	0.000	177.336	721.261	723.964
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	15.538	15.538
0.000	1.829	0.770		2

FN118-FN119 (FN129: 0.12ha, 0.90)

293.246	293.043	295.046	294.883	
26.363	7.697	DA 710	12.447	1.500
0.115	0.900	217.466	700.040	838.364
0.000	0.000	0.000	15.489	15.489
0.000	0.000	0.000	31.027	31.027
0.000	2.118	1.042		3

FN119-FN120

293.038	292.820	294.883	294.600	
47.047	4.637	DA 710	28.653	1.500
0.000	0.000	239.363	687.593	650.078
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	31.027	31.027
0.000	1.642	0.869		4

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN120-FN121 (FN115: 0.08ha, 0.90) (FN131: 0.06ha, 0.90)				
292.820	292.536	294.600	294.232	
49.200	5.772	DA 710	26.842	1.500
0.144	0.900	275.717	658.940	725.644
0.000	0.000	0.000	19.437	19.437
0.000	0.000	0.000	50.464	50.464
0.000	1.833	1.080		6

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
30.05.2018 Sei te 16

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi)				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN121-FN122 (FN116: 0.08ha, 0.90)				
292.536	292.252	294.232	293.828	
49.200	5.772	DA 710	26.841	1.500
0.080	0.900	296.526	632.098	725.648
0.000	0.000	0.000	10.769	10.769
0.000	0.000	0.000	61.232	61.232
0.000	1.833	1.140		8

FN122-FN123 (FN133: 0.08ha, 0.90)				
292.252	291.896	293.828	293.396	
50.376	7.067	DA 710	24.828	1.500
0.077	0.900	302.629	605.257	803.190
0.000	0.000	0.000	10.324	10.324
0.000	0.000	0.000	71.557	71.557
0.000	2.029	1.282		8

FN123-FN134 (FN118: 0.07ha, 0.90)				
291.896	291.800	293.396	293.115	
13.591	7.063	DA 710	6.702	1.500
0.072	0.900	317.526	580.429	802.983
0.000	0.000	0.000	9.712	9.712
0.000	0.000	0.000	81.269	81.269
0.000	2.028	1.328		10

FN135-FN134 (FN124: 0.04ha, 0.90)				
291.501	291.800	292.770	293.115	
47.272	6.325	DA 1000	19.837	1.500
0.045	0.900	436.239	573.727	1871.888
0.000	0.000	0.000	6.021	6.021
584.000	0.000	584.000	-405.598	178.402
2.118	2.383	1.534		9

FN136-FN135 (FN125: 0.12ha, 0.90)				
291.093	291.501	292.347	292.770	
49.284	8.279	DA 1000	18.067	1.500
0.118	0.900	428.095	553.889	2142.305
0.000	0.000	0.000	15.884	15.884
584.000	0.000	584.000	-389.714	194.286
2.340	2.728	1.732		9

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&amp;B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30. 05. 2018

V2015c15

Sei te 17

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN137-FN136 (FN126: 0. 10ha, 0. 90)

290. 684	291. 093	291. 980	292. 347	
49. 199	8. 313	DA 1000	18. 003	1. 500
0. 104	0. 900	439. 138	535. 823	2146. 783
0. 000	0. 000	0. 000	13. 980	13. 980
584. 000	0. 000	584. 000	-375. 734	208. 266
2. 343	2. 733	1. 768		9

FN138-FN137 (FN127: 0. 10ha, 0. 90)

290. 276	290. 684	291. 557	291. 980	
49. 199	8. 293	DA 1000	18. 022	1. 500
0. 095	0. 900	449. 381	517. 820	2144. 147
0. 000	0. 000	0. 000	12. 818	12. 818
584. 000	0. 000	584. 000	-362. 916	221. 084
2. 341	2. 730	1. 796		10

FN138-FN139 (FN128: 0. 09ha, 0. 90)

290. 276	290. 086	291. 557	291. 424	
23. 996	7. 918	DA 1000	8. 998	1. 500
0. 086	0. 900	462. 217	499. 798	2095. 022
0. 000	0. 000	0. 000	11. 637	11. 637
584. 000	0. 000	584. 000	-351. 279	232. 721
2. 301	2. 667	1. 792		11

FN139-FN140

290. 078	289. 867	291. 424	291. 218	
24. 263	8. 682	DA 1000	8. 684	1. 500
0. 000	0. 000	454. 206	490. 800	2194. 031
0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000
584. 000	0. 000	584. 000	-351. 279	232. 721
2. 382	2. 794	1. 854		10

FN140-FN141 (FN130: 0. 08ha, 0. 90)

289. 867	289. 459	291. 218	290. 855	
49. 208	8. 291	DA 1000	18. 026	1. 500
0. 084	0. 900	466. 452	482. 116	2143. 951
0. 000	0. 000	0. 000	11. 267	11. 267
584. 000	0. 000	584. 000	-340. 012	243. 988
2. 341	2. 730	1. 847		11

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

♀

B&amp;B Kanal dat

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF  
Summenl i n i enberechnung  
30. 05. 2018

V2015c15  
Sei te 18

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]
FN141-FN142 (FN131: 0. 08ha, 0. 90)				
289. 459	289. 050	290. 855	290. 502	
49. 219	8. 310	DA 1000	18. 010	1. 500
0. 080	0. 900	473. 986	464. 090	2146. 353
0. 000	0. 000	0. 000	10. 829	10. 829
584. 000	0. 000	584. 000	-329. 183	254. 817
2. 343	2. 733	1. 870		11
FN142-FN143 (FN157: 0. 07ha, 0. 90)				
289. 050	288. 650	290. 502	290. 094	
49. 200	8. 130	DA 1000	18. 203	1. 500
0. 071	0. 900	482. 645	446. 080	2122. 945
0. 000	0. 000	0. 000	9. 586	9. 586
584. 000	0. 000	584. 000	-319. 597	264. 403
2. 324	2. 703	1. 874		12
FN143-FN144 (FN132: 0. 07ha, 0. 90)				
288. 650	288. 233	290. 094	289. 685	
49. 183	8. 479	DA 1000	17. 814	1. 500
0. 067	0. 900	484. 896	427. 878	2168. 095
0. 000	0. 000	0. 000	8. 978	8. 978
584. 000	0. 000	584. 000	-310. 619	273. 381
2. 361	2. 761	1. 921		12
FN144-FN145 (FN133: 0. 07ha, 0. 90)				
288. 233	287. 825	289. 685	289. 277	
49. 201	8. 292	DA 1000	18. 023	1. 500
0. 067	0. 900	492. 945	410. 064	2144. 106
0. 000	0. 000	0. 000	8. 981	8. 981
584. 000	0. 000	584. 000	-301. 638	282. 362
2. 341	2. 730	1. 923		13
FN145-FN146 (FN134: 0. 07ha, 0. 90)				
287. 825	287. 416	289. 277	288. 868	
49. 200	8. 313	DA 1000	18. 003	1. 500
0. 067	0. 900	498. 571	392. 041	2146. 775
0. 000	0. 000	0. 000	8. 987	8. 987
584. 000	0. 000	584. 000	-292. 650	291. 350
2. 343	2. 733	1. 941		13

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&amp;B Kanal dat

Summenl i n i enberechnung  
30. 05. 2018

V2015c15  
Sei te 19

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
16agi na p				

DI M_Z=1_RETE_SABAF				
Qfges[l /s] Vtges[m/s]	Qsges[l /s] Vv[m/s]	Qtges[l /s] Vges[m/s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s] Qges/Qv[%]
FN146-FN147 (FN135: 0.07ha, 0.90)				
287.416	287.008	288.868	288.460	
49.194	8.294	DA 1000	18.020	1.500
0.067	0.900	504.560	374.038	2144.264
0.000	0.000	0.000	8.981	8.981
584.000	0.000	584.000	-283.669	300.331
2.341	2.730	1.956		14
FN147-FN148 (FN136: 0.07ha, 0.90)				
287.008	286.599	288.460	288.052	
49.216	8.310	DA 1000	18.009	1.500
0.067	0.900	510.035	356.018	2146.406
0.000	0.000	0.000	8.982	8.982
584.000	0.000	584.000	-274.687	309.313
2.343	2.733	1.973		14
FN148-FN149 (FN137: 0.07ha, 0.90)				
286.599	286.191	288.052	287.624	
50.080	8.147	DA 1000	18.508	1.500
0.067	0.900	517.530	338.009	2125.169
0.000	0.000	0.000	8.981	8.981
584.000	0.000	584.000	-265.705	318.295
2.326	2.706	1.975		14
FN149-FN150 (FN138: 0.07ha, 0.90)				
286.191	285.782	287.624	287.233	
48.322	8.464	DA 1000	17.521	1.500
0.067	0.900	519.228	319.501	2166.221
0.000	0.000	0.000	8.980	8.980
584.000	0.000	584.000	-256.725	327.275
2.359	2.758	2.018		15
FN150-FN151 (FN139: 0.07ha, 0.90)				
285.782	285.374	287.233	286.825	
49.180	8.296	DA 1000	18.009	1.500
0.067	0.900	526.571	301.980	2144.569
0.000	0.000	0.000	8.981	8.981
584.000	0.000	584.000	-247.744	336.256
2.342	2.731	2.018		15

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 20

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN151-FN152 (FN140: 0.07ha, 0.90)

285.374	284.965	286.825	286.417	
49.218	8.310	DA 1000	18.009	1.500
0.067	0.900	531.683	283.971	2146.379

17agi na p



DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	8.980	8.980
584.000	0.000	584.000	-238.764	345.236
2.343	2.733	2.034		16

FN152-FN153 (FN141: 0.07ha, 0.90)

284.965	284.557	286.417	285.866	
49.199	8.293	DA 1000	18.022	1.500
0.067	0.900	537.100	265.962	2144.154
0.000	0.000	0.000	8.983	8.983
584.000	0.000	584.000	-229.782	354.218
2.341	2.730	2.046		16

FN153-FN154 (FN162: 0.07ha, 0.90)

284.557	284.160	285.866	285.452	
49.194	8.070	DA 1000	18.268	1.500
0.071	0.900	545.359	247.940	2115.092
0.000	0.000	0.000	9.579	9.579
584.000	0.000	584.000	-220.202	363.798
2.318	2.693	2.041		17

FN154-FN155 (FN143: 0.05ha, 0.90)

284.160	283.750	285.452	285.044	
49.171	8.338	DA 1000	17.959	1.500
0.055	0.900	546.141	229.672	2150.033
0.000	0.000	0.000	7.400	7.400
584.000	0.000	584.000	-212.802	371.198
2.346	2.738	2.077		17

FN155-FN156 (FN144: 0.05ha, 0.90)

283.750	283.580	285.044	284.881	
20.877	8.143	DA 1000	7.718	1.500
0.055	0.900	552.702	211.712	2124.642
0.000	0.000	0.000	7.393	7.393
584.000	0.000	584.000	-205.409	378.591
2.325	2.705	2.070		17

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 21

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN156-FN157 (FN144A: 0.07ha, 0.90)

283.580	283.400	284.881	284.706	
20.609	8.734	DA 1000	7.355	1.500
0.069	0.900	550.394	203.994	2200.617
0.000	0.000	0.000	9.237	9.237
584.000	0.000	584.000	-196.172	387.828
2.386	2.802	2.138		17

FN157-FN158 (FN145: 0.03ha, 0.90)

283.400	283.080	284.706	284.391	
37.817	8.462	DA 1000	13.712	1.500
0.033	0.900	556.116	196.639	2165.947

18agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	4.454	4.454
584.000	0.000	584.000	-191.718	392.282
2.359	2.758	2.120		18

FN158-FN159 (FN146: 0.05ha, 0.90)

283.080	282.677	284.391	283.983	
49.200	8.191	DA 1000	18.135	1.500
0.055	0.900	563.536	182.927	2130.922
0.000	0.000	0.000	7.393	7.393
584.000	0.000	584.000	-184.325	399.675
2.330	2.713	2.105		18

FN159-FN160 (FN147: 0.06ha, 0.90)

282.677	282.269	283.983	283.575	
49.200	8.293	DA 1000	18.023	1.500
0.055	0.900	566.149	164.791	2144.134
0.000	0.000	0.000	7.401	7.401
584.000	0.000	584.000	-176.925	407.075
2.341	2.730	2.126		18

FN160-FN161 (FN148: 0.06ha, 0.90)

282.269	281.860	283.575	283.168	
49.270	8.301	DA 1000	18.042	1.500
0.055	0.900	569.906	146.769	2145.226
0.000	0.000	0.000	7.401	7.401
584.000	0.000	584.000	-169.524	414.476
2.342	2.731	2.136		19

AF TOSCANA SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 22

Hal tung (Ei n zug gebiet: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN161-FN162 (FN149: 0.06ha, 0.90)

281.860	281.452	283.168	282.760	
49.200	8.293	DA 1000	18.023	1.500
0.055	0.900	573.854	128.727	2144.134
0.000	0.000	0.000	7.400	7.400
584.000	0.000	584.000	-162.124	421.876
2.341	2.730	2.146		19

FN162-FN163 (FN150: 0.06ha, 0.90)

281.452	281.043	282.760	282.352	
49.216	8.310	DA 1000	18.009	1.500
0.055	0.900	577.402	110.704	2146.421
0.000	0.000	0.000	7.400	7.400
584.000	0.000	584.000	-154.723	429.277
2.343	2.733	2.158		19

FN163-FN164 (FN151: 0.05ha, 0.90)

281.043	280.650	282.352	282.097	
49.184	7.990	DA 1000	18.353	1.500
0.055	0.900	585.508	92.696	2104.588

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	7.400	7.400
584.000	0.000	584.000	-147.324	436.676
2.310	2.680	2.137		20

FN164-FN165 (FN152: 0.06ha, 0.90)

280.650	280.226	282.097	281.513	
49.200	8.618	DA 1000	17.679	1.500
0.058	0.900	581.083	74.343	2185.883
0.000	0.000	0.000	7.862	7.862
584.000	0.000	584.000	-139.462	444.538
2.374	2.783	2.207		20

FN165-FN166 (FN153: 0.06ha, 0.90)

280.226	279.818	281.513	281.017	
49.201	8.292	DA 1000	18.023	1.500
0.062	0.900	589.514	56.664	2144.109
0.000	0.000	0.000	8.409	8.409
584.000	0.000	584.000	-131.053	452.947
2.341	2.730	2.188		21

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30.05.2018

V2015c15

Sei te 23

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN166-FN167 (FN154: 0.07ha, 0.90)

279.818	279.409	281.017	280.669	
49.155	8.321	DA 1000	17.973	1.500
0.066	0.900	593.481	38.641	2147.742
0.000	0.000	0.000	8.894	8.894
584.000	0.000	584.000	-122.159	461.841
2.344	2.735	2.202		21

FN167-FN168 (FN155: 0.08ha, 0.90)

279.409	279.100	280.669	281.450	
38.209	8.087	DA 1000	14.173	1.500
0.081	0.900	602.026	20.667	2117.313
0.000	0.000	0.000	10.943	10.943
584.000	0.000	584.000	-111.217	472.783
2.320	2.696	2.193		22

FN001-FN002 (FN007A: 0.09ha, 0.90)

297.900	297.600	300.480	300.160	
31.207	9.613	DA 250	25.899	1.500
0.086	0.900	143.919	1416.120	59.153
0.000	0.000	0.000	11.529	11.529
0.000	0.000	0.000	11.529	11.529
0.000	1.205	0.945		19

FN002-FN003 (FN008: 0.06ha, 0.90)

297.600	297.300	300.160	299.810	
34.250	8.759	DA 250	29.784	1.500
0.060	0.900	178.652	1390.220	56.449

20agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	8.075	8.075
0.000	0.000	0.000	19.603	19.603
0.000	1.150	1.051		34

FN003-FN004 (FN009: 0.06ha, 0.90)

297.300	296.700	299.810	299.090	
69.187	8.672	DA 250	60.480	1.500
0.060	0.900	203.676	1360.436	56.167
0.000	0.000	0.000	8.066	8.066
0.000	0.000	0.000	27.670	27.670
0.000	1.144	1.140		49

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

♀

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 24

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN004-FN005 (FN010: 0.12ha, 0.90)

296.700	296.100	299.090	298.380	
69.212	8.669	DA 250	60.502	1.500
0.120	0.900	242.147	1299.956	56.157
0.000	0.000	0.000	16.180	16.180
0.000	0.000	0.000	43.850	43.850
0.000	1.144	1.259		78

FN005-FN006 (FN011: 0.12ha, 0.90)

296.100	295.700	298.380	297.890	
48.312	8.280	DA 315	37.136	1.500
0.120	0.900	274.935	1239.454	101.392
0.000	0.000	0.000	16.206	16.206
0.000	0.000	0.000	60.056	60.056
0.000	1.301	1.353		59

FN006-FN007 (FN012: 0.08ha, 0.90)

295.700	295.300	297.890	297.430	
47.960	8.340	DA 315	36.724	1.500
0.085	0.900	293.112	1202.318	101.764
0.000	0.000	0.000	11.394	11.394
0.000	0.000	0.000	71.449	71.449
0.000	1.306	1.408		70

FN007-FN008 (FN013: 0.08ha, 0.90)

295.300	294.850	297.430	296.970	
49.100	9.165	DA 315	35.867	1.500
0.083	0.900	304.098	1165.594	106.703
0.000	0.000	0.000	11.155	11.155
0.000	0.000	0.000	82.604	82.604
0.000	1.369	1.504		77

FN008-FN009 (FN16: 0.08ha, 0.90)

294.850	294.703	296.970	296.810	
17.044	8.599	DA 400	11.004	1.500
0.085	0.900	323.191	1129.727	194.655

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

0.000	0.000	0.000	11.428	11.428
0.000	0.000	0.000	94.032	94.032
0.000	1.549	1.536		48

♀

AF TOSCANA SA, CH-6802 Ri vera  
 B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
 30.05.2018 Sei te 25

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]
FN009-FN010				
294.696	294.313	296.810	296.490	
37.568	10.191	DA 400	22.270	1.500
0.000	0.000	312.967	1118.723	211.985
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	94.032	94.032
0.000	1.687	1.639		44
FN010-FN011 (FN18A: 0.08ha, 0.90)				
294.307	294.200	296.490	296.330	
19.722	5.417	DA 400	16.061	1.500
0.085	0.900	368.357	1096.452	154.321
0.000	0.000	0.000	11.414	11.414
0.000	0.000	0.000	105.447	105.447
0.000	1.228	1.317		68
FN011-FN012 (FN017: 0.05ha, 0.90)				
294.200	293.950	296.330	296.110	
29.200	8.562	DA 400	18.888	1.500
0.052	0.900	345.964	1080.392	194.231
0.000	0.000	0.000	6.940	6.940
0.000	0.000	0.000	112.387	112.387
0.000	1.546	1.599		57
FN012-FN013 (FN070: 0.04ha, 0.90)				
293.950	293.650	296.110	295.885	
31.211	9.612	DA 400	19.055	1.500
0.045	0.900	345.201	1061.504	205.852
0.000	0.000	0.000	6.047	6.047
0.000	0.000	0.000	118.434	118.434
0.000	1.638	1.692		57
FN013-FN014 (FN018: 0.06ha, 0.90)				
293.650	293.254	295.885	295.597	
44.200	8.969	DA 400	27.941	1.500
0.060	0.900	358.591	1042.448	198.814
0.000	0.000	0.000	8.083	8.083
0.000	0.000	0.000	126.517	126.517
0.000	1.582	1.671		63

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
30. 05. 2018 Sei te 26

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )					
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]		
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]	
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]	
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]	
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]	
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]	
FN014-FN015 (FN019: 0.08ha, 0.90)					
293.242	292.850	295.597	295.487		
19.199	20.409	DA 400	8.035	1.500	
0.077	0.900	316.133	1014.508	300.353	
0.000	0.000	0.000	10.358	10.358	
0.000	0.000	0.000	136.875	136.875	
0.000	2.390	2.337		45	
FN015-FN016 (FN020: 0.08ha, 0.90)					
292.850	292.554	295.487	294.864		
42.200	7.014	DA 400	30.187	1.500	
0.077	0.900	397.863	1006.473	175.723	
0.000	0.000	0.000	10.384	10.384	
0.000	0.000	0.000	147.259	147.259	
0.000	1.398	1.556		83	
FN016-FN017					
292.554	292.330	294.864	294.667		
50.535	4.433	DA 500	39.419	1.500	
0.000	0.000	434.084	976.286	251.816	
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	
0.000	0.000	0.000	147.259	147.259	
0.000	1.282	1.329		58	
FN017-FN018 (FN022: 0.08ha, 0.90)					
292.330	292.146	294.667	294.258		
21.756	8.457	DA 500	12.264	1.500	
0.077	0.900	394.011	936.867	348.345	
0.000	0.000	0.000	10.388	10.388	
0.000	0.000	0.000	157.648	157.648	
0.000	1.774	1.732		45	
FN018-FN019 (FN21: 0.07ha, 0.90)					
292.146	291.812	294.258	294.124		
51.413	6.496	DA 500	33.085	1.500	
0.068	0.900	423.174	924.602	305.137	
0.000	0.000	0.000	9.179	9.179	
0.000	0.000	0.000	166.827	166.827	
0.000	1.554	1.587		54	

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
30. 05. 2018 Sei te 27

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )  
23agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN019-FN020 (FN024: 0.08ha, 0.90)

291.812	291.500	294.124	293.750	
34.650	9.004	DA 500	18.925	1.500
0.077	0.900	406.904	891.517	359.477
0.000	0.000	0.000	10.358	10.358
0.000	0.000	0.000	177.185	177.185
0.000	1.831	1.825		49

FN020-FN021 (FN22: 0.07ha, 0.90)

291.500	291.122	293.750	293.630	
38.150	9.908	DA 500	19.861	1.500
0.069	0.900	407.343	872.592	377.154
0.000	0.000	0.000	9.248	9.248
0.000	0.000	0.000	186.433	186.433
0.000	1.921	1.916		49

FN021-FN022 (FN026: 0.07ha, 0.90)

291.122	290.827	293.630	293.310	
40.428	7.297	DA 500	24.547	1.500
0.068	0.900	439.634	852.732	323.471
0.000	0.000	0.000	9.210	9.210
0.000	0.000	0.000	195.644	195.644
0.000	1.647	1.721		60

FN022-FN023 (FN027: 0.07ha, 0.90)

290.827	290.531	293.310	293.030	
43.566	6.794	DA 500	27.418	1.500
0.069	0.900	453.463	828.185	312.083
0.000	0.000	0.000	9.237	9.237
0.000	0.000	0.000	204.881	204.881
0.000	1.589	1.690		65

FN023-FN024 (FN028: 0.07ha, 0.90)

290.531	290.235	293.030	292.710	
38.528	7.683	DA 500	22.785	1.500
0.069	0.900	450.430	800.767	331.948
0.000	0.000	0.000	9.219	9.219
0.000	0.000	0.000	214.100	214.100
0.000	1.691	1.792		64

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30.05.2018

V2015c15

Sei te 28

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN024-FN025 (FN029: 0.07ha, 0.90)

290.235	289.941	292.710	292.470	
35.551	8.270	DA 500	20.269	1.500
0.069	0.900	451.345	777.982	344.448
0.000	0.000	0.000	9.244	9.244
0.000	0.000	0.000	223.343	223.343
0.000	1.754	1.861		64

FN025-FN026 (FN030: 0.07ha, 0.90)

289.941	289.645	292.470	292.210	
40.382	7.330	DA 500	24.460	1.500
0.068	0.900	468.893	757.713	324.204
0.000	0.000	0.000	9.198	9.198
0.000	0.000	0.000	232.541	232.541
0.000	1.651	1.788		71

FN026-FN027 (FN028: 0.07ha, 0.90)

289.645	289.349	292.210	291.870	
43.373	6.824	DA 500	27.228	1.500
0.069	0.900	482.359	733.253	312.779
0.000	0.000	0.000	9.240	9.240
0.000	0.000	0.000	241.781	241.781
0.000	1.593	1.750		77

FN027-FN028 (FN032: 0.07ha, 0.90)

289.349	289.028	291.870	291.590	
40.065	8.012	DA 500	23.200	1.500
0.069	0.900	474.558	706.025	339.013
0.000	0.000	0.000	9.225	9.225
0.000	0.000	0.000	251.006	251.006
0.000	1.727	1.882		74

FN028-FN029 (FN033: 0.07ha, 0.90)

289.028	288.834	291.590	291.367	
30.346	6.393	DA 630	16.972	1.500
0.069	0.900	502.157	682.825	557.258
0.000	0.000	0.000	9.229	9.229
0.000	0.000	0.000	260.235	260.235
0.000	1.788	1.759		46

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30.05.2018

V2015c15

Sei te 29

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN029-FN030 (FN034: 0.07ha, 0.90)

288.834	288.538	291.367	291.043	
39.162	7.558	DA 630	20.146	1.500
0.069	0.900	486.460	665.853	606.112
0.000	0.000	0.000	9.236	9.236
0.000	0.000	0.000	260.266	260.266
0.000	1.944	1.873		42



DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN030-FN031

288.538	288.240	291.043	290.714	
39.078	7.626	DA 630	20.010	1.500
0.000	0.000	485.640	645.707	608.816
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	260.266	260.266
0.000	1.953	1.880		42

FN031-FN032 (FN036: 0.07ha, 0.90)

288.240	287.943	290.714	290.378	
40.535	7.327	DA 630	21.179	1.500
0.069	0.900	489.340	625.697	596.731
0.000	0.000	0.000	9.236	9.236
0.000	0.000	0.000	260.266	260.266
0.000	1.914	1.852		43

FN032-FN033 (FN037: 0.07ha, 0.90)

287.943	287.645	290.378	290.054	
38.065	7.829	DA 630	19.235	1.500
0.068	0.900	485.926	604.518	616.892
0.000	0.000	0.000	9.175	9.175
0.000	0.000	0.000	264.134	264.134
0.000	1.979	1.906		42

FN033-FN034 (FN038: 0.07ha, 0.90)

287.645	287.348	290.054	289.729	
38.895	7.636	DA 630	19.906	1.500
0.069	0.900	491.953	585.283	609.228
0.000	0.000	0.000	9.281	9.281
0.000	0.000	0.000	269.493	269.493
0.000	1.954	1.897		44

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 30

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN034-FN035 (FN039: 0.07ha, 0.90)

287.348	287.050	289.729	289.412	
39.506	7.543	DA 630	20.344	1.500
0.068	0.900	499.411	565.377	605.500
0.000	0.000	0.000	9.199	9.199
0.000	0.000	0.000	278.692	278.692
0.000	1.942	1.904		46

FN035-FN036 (FN040: 0.07ha, 0.90)

287.050	286.752	289.412	289.085	
39.349	7.573	DA 630	20.221	1.500
0.069	0.900	499.830	545.034	606.712
0.000	0.000	0.000	9.217	9.217
0.000	0.000	0.000	279.868	279.868
0.000	1.946	1.909		46

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN036-FN037 (FN041: 0.07ha, 0.90)

286.752	286.455	289.085	288.758	
39.305	7.556	DA 630	20.219	1.500
0.069	0.900	500.765	524.813	606.032
0.000	0.000	0.000	9.226	9.226
0.000	0.000	0.000	280.955	280.955
0.000	1.944	1.909		46

FN037-FN038 (FN042: 0.07ha, 0.90)

286.455	286.157	288.758	288.408	
39.076	7.626	DA 630	20.009	1.500
0.069	0.900	506.048	504.594	608.839
0.000	0.000	0.000	9.227	9.227
0.000	0.000	0.000	290.182	290.182
0.000	1.953	1.931		47

FN038-FN039 (FN043: 0.07ha, 0.90)

286.157	285.785	288.408	287.972	
49.012	7.590	DA 630	25.161	1.500
0.069	0.900	506.506	484.585	607.383
0.000	0.000	0.000	9.221	9.221
0.000	0.000	0.000	290.182	290.182
0.000	1.948	1.927		47

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 31

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN039-FN040 (FN044: 0.09ha, 0.90)

285.785	285.571	287.972	287.751	
26.274	8.145	DA 630	13.014	1.500
0.086	0.900	502.710	459.424	629.272
0.000	0.000	0.000	11.538	11.538
0.000	0.000	0.000	294.735	294.735
0.000	2.019	1.988		46

FN040-FN041

285.571	285.413	287.751	287.586	
19.422	8.135	DA 630	9.629	1.500
0.000	0.000	502.825	446.410	628.899
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	294.735	294.735
0.000	2.017	1.986		46

FN041-FN042 (FN045: 0.09ha, 0.90)

285.413	285.041	287.586	287.156	
51.964	7.159	DA 630	27.466	1.500
0.086	0.900	515.280	436.781	589.819
0.000	0.000	0.000	11.538	11.538
0.000	0.000	0.000	294.879	294.879
0.000	1.892	1.892		49

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN042-FN043 (FN046: 0.09ha, 0.90)

285.041	284.670	287.156	286.746	
49.409	7.509	DA 630	25.496	1.500
0.086	0.900	510.883	409.315	604.114
0.000	0.000	0.000	11.538	11.538
0.000	0.000	0.000	295.263	295.263
0.000	1.938	1.928		48

FN043-FN044 (FN047: 0.09ha, 0.90)

284.670	284.297	286.746	286.341	
48.831	7.639	DA 630	24.978	1.500
0.086	0.900	511.675	383.820	609.334
0.000	0.000	0.000	11.538	11.538
0.000	0.000	0.000	299.044	299.044
0.000	1.955	1.946		49

AF TOSCANA SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30.05.2018

V2015c15

Sei te 32

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN044-FN045 (FN048: 0.09ha, 0.90)

284.297	283.925	286.341	285.805	
48.548	7.663	DA 630	24.795	1.500
0.086	0.900	516.424	358.841	610.292
0.000	0.000	0.000	11.537	11.537
0.000	0.000	0.000	306.901	306.901
0.000	1.958	1.961		50

FN045-FN046 (FN53: 0.07ha, 0.90)

283.925	283.553	285.805	285.395	
49.988	7.442	DA 630	25.915	1.500
0.075	0.900	519.304	334.046	601.404
0.000	0.000	0.000	10.047	10.047
0.000	0.000	0.000	306.901	306.901
0.000	1.929	1.938		51

FN046-FN047 (FN050: 0.07ha, 0.90)

283.553	283.218	285.395	285.028	
44.200	7.579	DA 630	22.702	1.500
0.074	0.900	517.492	308.131	606.950
0.000	0.000	0.000	9.957	9.957
0.000	0.000	0.000	306.901	306.901
0.000	1.947	1.952		50

FN047-FN048 (FN051: 0.07ha, 0.90)

283.218	283.111	285.028	284.910	
13.673	7.825	DA 630	6.909	1.500
0.067	0.900	514.364	285.429	616.765
0.000	0.000	0.000	8.961	8.961
0.000	0.000	0.000	306.901	306.901
0.000	1.979	1.977		49

## DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF

FN048-FN049

283.111	282.822	284.910	284.592	
38.253	7.555	DA 630	19.678	1.500
0.000	0.000	517.817	278.520	605.976
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	306.901	306.901
0.000	1.944	1.950		50

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&amp;B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018V2015c15  
Sei te 33

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN049-FN050 (FN053: 0.08ha, 0.90)

282.822	282.450	284.592	284.182	
49.322	7.542	DA 630	25.398	1.500
0.079	0.900	517.969	258.842	605.465
0.000	0.000	0.000	10.603	10.603
0.000	0.000	0.000	306.901	306.901
0.000	1.942	1.948		50

FN050-FN051 (FN054: 0.07ha, 0.90)

282.450	282.078	284.182	283.775	
49.139	7.570	DA 630	25.252	1.500
0.074	0.900	517.607	233.443	606.594
0.000	0.000	0.000	9.956	9.956
0.000	0.000	0.000	306.901	306.901
0.000	1.946	1.951		50

FN051-FN052 (FN055: 0.07ha, 0.90)

282.078	281.790	283.775	283.469	
36.734	7.840	DA 630	18.553	1.500
0.074	0.900	518.122	208.191	617.351
0.000	0.000	0.000	9.956	9.956
0.000	0.000	0.000	313.163	313.163
0.000	1.980	1.987		50

FN053-FN052

281.636	281.790	283.297	283.469	
20.285	7.592	DA 630	10.408	1.500
0.000	0.000	521.307	189.638	607.464
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	313.163	313.163
0.000	1.949	1.963		51

FN053-FN054 (FN62: 0.07ha, 0.90)

281.636	281.334	283.297	282.963	
40.171	7.518	DA 630	20.718	1.500
0.074	0.900	522.280	179.230	604.478
0.000	0.000	0.000	9.956	9.956
0.000	0.000	0.000	313.163	313.163
0.000	1.939	1.955		51

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&amp;B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung

30. 05. 2018

V2015c15

Sei te 34

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN054-FN055 (FN057: 0. 07ha, 0. 90)

281. 334	280. 962	282. 963	282. 553	
49. 522	7. 512	DA 630	25. 554	1. 500
0. 074	0. 900	522. 566	158. 512	604. 235
0. 000	0. 000	0. 000	9. 956	9. 956
0. 000	0. 000	0. 000	313. 508	313. 508
0. 000	1. 938	1. 955		51

FN055-FN056 (FN058: 0. 07ha, 0. 90)

280. 962	280. 590	282. 553	282. 147	
48. 932	7. 602	DA 630	25. 094	1. 500
0. 074	0. 900	521. 383	132. 958	607. 884
0. 000	0. 000	0. 000	9. 957	9. 957
0. 000	0. 000	0. 000	313. 508	313. 508
0. 000	1. 950	1. 964		51

FN056-FN057 (FN059: 0. 07ha, 0. 90)

280. 590	280. 252	282. 147	281. 961	
49. 052	6. 891	DA 630	26. 430	1. 500
0. 074	0. 900	531. 206	107. 864	578. 623
0. 000	0. 000	0. 000	9. 957	9. 957
0. 000	0. 000	0. 000	313. 508	313. 508
0. 000	1. 856	1. 891		54

FN057-FN058 (FN060: 0. 07ha, 0. 90)

280. 252	279. 846	281. 961	281. 966	
49. 829	8. 148	DA 630	24. 681	1. 500
0. 066	0. 900	514. 555	81. 434	629. 387
0. 000	0. 000	0. 000	8. 948	8. 948
0. 000	0. 000	0. 000	313. 508	313. 508
0. 000	2. 019	2. 017		49

FN058-FN059 (FN061: 0. 07ha, 0. 90)

279. 846	279. 474	281. 966	281. 712	
48. 354	7. 693	DA 630	24. 646	1. 500
0. 066	0. 900	520. 201	56. 753	611. 520
0. 000	0. 000	0. 000	8. 937	8. 937
0. 000	0. 000	0. 000	313. 508	313. 508
0. 000	1. 962	1. 974		51

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

30agi na p

♀

B&amp;B Kanal dat

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAF  
 Summenl i n i enberechnung  
 30. 05. 2018

V2015c15  
 Sei te 35

---

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

FN059-FN168 (FN062: 0. 06ha, 0. 90)				
279. 474	279. 100	281. 712	281. 450	
49. 689	7. 527	DA 630	25. 613	1. 500
0. 059	0. 900	522. 375	32. 108	604. 844
0. 000	0. 000	0. 000	7. 928	7. 928
0. 000	0. 000	0. 000	313. 508	313. 508
0. 000	1. 940	1. 957		51

FN168-SABAF (FN156: 0. 05ha, 0. 90)				
279. 100	279. 080	281. 450	281. 427	
9. 105	2. 197	DA 1000	6. 494	1. 500
0. 051	0. 900	932. 722	6. 494	1100. 910
0. 000	0. 000	0. 000	6. 921	6. 921
584. 000	0. 000	584. 000	195. 064	779. 064
1. 422	1. 402	1. 514		70

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&amp;B Kanal dat

Summenl i n i enberechnung  
 30. 05. 2018

V2015c15  
 Sei te 36

Fl ächenstatist ik:

Abfl ußbei wert      Fl äche A[ha]      Ared[ha]  
 0. 90      ... 0. 91      : 13. 36      12. 03  
 31agi na p

# DI M\_Z=1\_RETE\_SABAG

Datum : 30.05.2018  
 Programm : B&B Kanal dat, Summenl i ni enberechnung  
 Versi on : V2015c15  
 Herstel l er : B&B Ingeni eurges. mbH, 78166 Donaueschi ngen  
 Proj ekt :  
 Zei chnung :  
 D: \\_DATI \_UTENTE\massi mi l i ano. cussott\Documents\Di segno1. dwg  
 Li zenznehmer : AF TOSCANO SA

Regendauer : 25.0 mi n  
 Wi ederkehrzei t : 1.0 [a]  
 Regenspende : 149.5 l/(s\*ha)  
 häusl. Spi tzenabfl . : 5.0 l/(s\*1000E)  
 Fremdwasseranteil : 0.000 l/(s\*ha)  
 Fremdwasseranteil : 0.000 % des Schmutzwassers  
 Auslastung für D : 85.0 %

## Legende:

Sohl höhe Anfang:	Hs1	[mNN]
Sohl höhe Ende:	Hs2	[mNN]
Gel ändehöhe Anfang:	Hg1	[mNN]
Gel ändehöhe Ende:	Hg2	[mNN]
Höhe Staul i nie:	Hs	[mNN]
Höhe Energi el i nie:	He	[mNN]
Ei nzugsfl äche:	A	[ha]
Abfl ußbei wert:	psi	
Kanal l änge:	L	[m]
Rauhi gkei tsbei wert:	kb	[mm]
Rohrdurchmesser gew. /vorh. :	D	[mm]
Rohrdurchmesser Soll :	Dber	[mm]
Abfl ußvermögen:	Qv	[l /s]
Schmutzwasserabfl uß:	Qs	[l /s]
Schmutzwasserabfl uß Gesamt:	Qsges	[l /s]
Fremdwasserabfl uß:	Qf	[l /s]
Fremdwasserabfl uß, gesamt:	Qfges	[l /s]
Trockenwetterabfl uß:	Qt	[l /s]
Trockenwetterabfl uß, gesamt:	Qtges	[l /s]
Regenwasserabfl uß:	Qr	[l /s]
Regenwasserabfl uß Gesamt:	Qrges	[l /s]
Abfl uß Hal tung:	Q	[l /s]
Gesamtabfl uß:	Qges	[l /s]
Fl i eßgeschw. Vol l fül lung:	Vv	[m/s]
Fl i eßgeschwi ndi gkei t:	Vges	[m/s]
Fl i eßgeschw. Trockenwetter:	Vtges	[m/s]
Fl i eßzei t:	Tf	[s]
Fl i eßzei t Gesamt:	Tf sum	[s]
Sohl gefäl l e:	Js	[o/oo]
Auslastungsgrad:	Qges/Qv	[%]

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung

30.05.2018

V2015c15

Sei te 2

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]

1agi na p

DI M_Z=1_RETE_SABAG				
Qfges[l /s] Vtges[m/s]	Qsges[l /s] Vv[m/s]	Qtges[l /s] Vges[m/s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s] Qges/Qv[%]
G26-G27 (G026: 0.07ha, 0.90)				
306.711	306.548	307.848	307.627	
29.434	5.538	DA 250	32.239	1.500
0.066	0.900	144.567	329.834	44.817
0.000	0.000	0.000	8.833	8.833
0.000	0.000	0.000	8.833	8.833
0.000	0.913	0.718		19
G27-G28 (G027: 0.03ha, 0.90)				
306.548	305.910	307.627	307.099	
49.303	12.941	DA 250	35.244	1.500
0.028	0.900	140.638	297.595	68.685
0.000	0.000	0.000	3.755	3.755
0.000	0.000	0.000	12.588	12.588
0.000	1.399	1.079		18
G28-G29 (G028: 0.04ha, 0.90)				
305.910	305.071	307.099	306.371	
49.210	17.050	DA 250	30.626	1.500
0.045	0.900	154.619	262.350	78.889
0.000	0.000	0.000	6.044	6.044
0.000	0.000	0.000	18.633	18.633
0.000	1.607	1.327		23
G29-G30 (G029: 0.04ha, 0.90)				
305.071	304.266	306.371	305.527	
49.154	16.377	DA 250	31.213	1.500
0.045	0.900	173.006	231.724	77.311
0.000	0.000	0.000	6.021	6.021
0.000	0.000	0.000	24.654	24.654
0.000	1.575	1.408		31
G30-G31 (G030: 0.05ha, 0.90)				
304.266	303.715	305.527	304.934	
49.345	11.166	DA 250	37.989	1.500
0.046	0.900	202.112	200.511	63.779
0.000	0.000	0.000	6.128	6.128
0.000	0.000	0.000	30.782	30.782
0.000	1.299	1.288		48

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 3

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi)				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

G31-G32 (G031: 0.04ha, 0.90)				
303.715	303.466	304.934	304.660	
49.232	5.058	DA 315	48.505	1.500
0.045	0.900	251.036	162.522	79.130
Zagi na p				



## DI M\_Z=1\_RETE\_SABAG

0.000	0.000	0.000	6.013	6.013
0.000	0.000	0.000	36.795	36.795
0.000	1.015	0.997		46

G32-G33 (G032: 0.05ha, 0.90)

303.466	303.212	304.660	304.701	
49.203	5.162	DA 315	47.957	1.500
0.045	0.900	264.959	114.017	79.949
0.000	0.000	0.000	6.120	6.120
0.000	0.000	0.000	42.915	42.915
0.000	1.026	1.043		53

G19-G20 (G019: 0.07ha, 0.90)

307.007	306.319	308.752	307.990	
49.389	13.930	DA 250	34.018	1.500
0.067	0.900	122.252	309.580	71.276
0.000	0.000	0.000	8.977	8.977
0.000	0.000	0.000	8.977	8.977
0.000	1.452	1.010		12

G20-G21 (G020: 0.06ha, 0.90)

306.319	305.633	307.990	307.256	
49.209	13.941	DA 250	33.871	1.500
0.055	0.900	153.151	275.562	71.302
0.000	0.000	0.000	7.437	7.437
0.000	0.000	0.000	16.415	16.415
0.000	1.453	1.192		23

G21-G22 (G021: 0.05ha, 0.90)

305.633	304.989	307.256	306.572	
49.204	13.088	DA 250	34.974	1.500
0.046	0.900	174.551	241.691	69.078
0.000	0.000	0.000	6.135	6.135
0.000	0.000	0.000	22.550	22.550
0.000	1.407	1.265		32

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera

B&amp;B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018V2015c15  
Sei te 4

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi )

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

G22-G23 (G022: 0.05ha, 0.90)

304.989	304.403	306.572	305.949	
49.200	11.911	DA 250	36.664	1.500
0.045	0.900	194.349	206.718	65.882
0.000	0.000	0.000	6.092	6.092
0.000	0.000	0.000	28.643	28.643
0.000	1.342	1.297		43

G23-G24 (G023: 0.05ha, 0.90)

304.403	303.864	305.949	305.379	
49.178	10.960	DA 250	38.214	1.500
0.045	0.900	212.164	170.053	63.185

3agi na p

DI M_Z=1_RETE_SABAG				
0.000	0.000	0.000	6.058	6.058
0.000	0.000	0.000	34.701	34.701
0.000	1.287	1.316		54
G24-G25 (G024: 0.05ha, 0.90)				
303.864	303.465	305.379	304.962	
39.220	10.173	DA 250	31.630	1.500
0.045	0.900	228.643	131.840	60.863
0.000	0.000	0.000	6.096	6.096
0.000	0.000	0.000	40.797	40.797
0.000	1.240	1.325		67
G25-G33 (G025: 0.04ha, 0.90)				
303.465	303.212	304.962	304.701	
39.203	6.454	DA 315	34.149	1.500
0.041	0.900	261.354	100.209	89.454
0.000	0.000	0.000	5.510	5.510
0.000	0.000	0.000	46.307	46.307
0.000	1.148	1.157		51
G33-G34 (G033: 0.05ha, 0.90) (G033: 0.04ha, 0.90)				
303.212	303.176	304.701	304.650	
5.275	6.824	DA 400	3.826	1.500
0.081	0.900	345.736	66.060	173.315
0.000	0.000	0.000	10.893	10.893
0.000	0.000	0.000	100.115	100.115
0.000	1.379	1.426		57

-----  
 AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
 B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
 30.05.2018 Sei te 5  
 -----

Hal tung (Einzuggebiet: Nr, A, psi )				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]
G34-G35				
303.176	302.675	304.650	303.880	
75.200	6.662	DA 400	55.174	1.500
0.000	0.000	347.319	62.234	171.236
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	100.115	100.115
0.000	1.363	1.413		58
G35-G36				
302.675	302.520	303.880	303.761	
10.200	15.197	DA 400	4.947	1.500
0.000	0.000	297.098	7.061	259.059
0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
0.000	0.000	0.000	100.115	100.115
0.000	2.062	1.936		38
G01-G02				
312.573	311.788	314.073	313.221	
51.140	15.350	DA 315	28.831	1.500
0.000	0.000	293.036	389.957	138.248

4agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAG

0.000	0.000	0.000	97.000	97.000
0.000	0.000	0.000	97.000	97.000
0.000	1.774	1.913		70

G02-G03 (G002: 0.13ha, 0.90)

311.788	311.036	313.221	312.324	
49.357	15.236	DA 315	27.936	1.500
0.132	0.900	312.681	361.126	137.731
0.000	0.000	0.000	17.803	17.803
0.000	0.000	0.000	114.803	114.803
0.000	1.767	1.965		83

G03-G04 (G003: 0.14ha, 0.90)

311.036	310.105	312.324	311.605	
49.326	18.874	DA 400	21.469	1.500
0.140	0.900	317.945	333.190	288.808
0.000	0.000	0.000	18.805	18.805
0.000	0.000	0.000	133.608	133.608
0.000	2.298	2.256		46

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 6

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi)

Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

G04-G05 (G004: 0.15ha, 0.90)

310.105	309.300	311.605	310.948	
47.456	16.963	DA 400	21.792	1.500
0.147	0.900	341.749	311.721	273.749
0.000	0.000	0.000	19.757	19.757
0.000	0.000	0.000	153.365	153.365
0.000	2.178	2.237		56

G05-G06 (G005: 0.15ha, 0.90)

309.300	308.600	310.948	310.177	
50.884	13.757	DA 400	25.951	1.500
0.152	0.900	372.782	289.929	246.438
0.000	0.000	0.000	20.454	20.454
0.000	0.000	0.000	173.819	173.819
0.000	1.961	2.117		70

G06-G07 (G006: 0.14ha, 0.90) (G006: 0.01ha, 0.90) (G006: 0.01ha, 0.90)

308.600	307.926	310.177	309.502	
49.430	13.635	DA 400	25.327	1.500
0.164	0.900	390.654	263.978	245.345
0.000	0.000	0.000	22.068	22.068
0.000	0.000	0.000	195.888	195.888
0.000	1.952	2.156		79

G07-G08 (G007: 0.04ha, 0.90) (G007: 0.14ha, 0.90)

307.926	307.225	309.502	309.030	
52.711	13.299	DA 500	23.682	1.500
0.184	0.900	410.566	238.652	437.163

5agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAG

0.000	0.000	0.000	24.779	24.779
0.000	0.000	0.000	220.666	220.666
0.000	2.226	2.231		50

G08-G09 (G8: 0.06ha, 0.90)				
307.225	307.050	309.030	309.169	
18.003	9.720	DA 500	9.466	1.500
0.062	0.900	441.866	214.970	373.550
0.000	0.000	0.000	8.342	8.342
0.000	0.000	0.000	229.008	229.008
0.000	1.902	1.993		61

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat

Summenl i ni enberechnung  
30.05.2018

V2015c15  
Sei te 7

Hal tung (Ei nzuggebi et: Nr, A, psi )				
Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

G09-G10 (G009: 0.14ha, 0.90)				
307.050	306.800	309.169	308.814	
29.217	8.557	DA 500	16.369	1.500
0.140	0.900	466.394	205.504	350.394
0.000	0.000	0.000	18.787	18.787
0.000	0.000	0.000	247.795	247.795
0.000	1.785	1.928		70

G10-G11 (G010: 0.17ha, 0.90)				
306.800	306.300	308.814	308.223	
49.191	10.164	DA 500	25.279	1.500
0.173	0.900	466.986	189.136	382.017
0.000	0.000	0.000	23.266	23.266
0.000	0.000	0.000	271.061	271.061
0.000	1.946	2.103		70

G11-G12 (G011: 0.17ha, 0.90)				
306.300	305.700	308.223	307.633	
49.229	12.188	DA 500	23.103	1.500
0.173	0.900	465.441	163.856	418.445
0.000	0.000	0.000	23.259	23.259
0.000	0.000	0.000	294.320	294.320
0.000	2.131	2.299		70

G12-G13 (G012: 0.17ha, 0.90)				
305.700	305.066	307.633	307.050	
49.200	12.886	DA 500	22.447	1.500
0.170	0.900	473.795	140.753	430.302
0.000	0.000	0.000	22.919	22.919
0.000	0.000	0.000	317.239	317.239
0.000	2.192	2.387		73

G13-G14 (G013: 0.17ha, 0.90)				
305.066	304.560	307.050	306.491	
49.252	10.274	DA 630	21.717	1.500
0.171	0.900	507.860	118.306	707.008

6agi na p

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAG

0.000	0.000	0.000	22.960	22.960
0.000	0.000	0.000	340.199	340.199
0.000	2.268	2.247		48

♀

AF TOSCANA SA, CH-6802 Ri vera  
 B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
 30.05.2018 Sei te 8

Hal tung (Ei n zuggebi et: Nr, A, psi )	Hs1[mNN]	Hs2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]	
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]	
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]	
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]	
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]	
G14-G15 (G014: 0.17ha, 0.90)					
304.560	304.048	306.491	305.959		
49.192	10.408	DA 630	21.548	1.500	
0.174	0.900	519.514	96.589	711.629	
0.000	0.000	0.000	23.395	23.395	
0.000	0.000	0.000	363.594	363.594	
0.000	2.283	2.295		51	
G15-G16 (G015: 0.19ha, 0.90)					
304.048	303.538	305.959	305.446		
49.210	10.364	DA 630	21.604	1.500	
0.188	0.900	533.323	75.040	710.103	
0.000	0.000	0.000	25.255	25.255	
0.000	0.000	0.000	388.849	388.849	
0.000	2.278	2.327		54	
G16-G17 (G016: 0.20ha, 0.90)					
303.538	303.059	305.446	304.933		
49.209	9.734	DA 630	22.298	1.500	
0.203	0.900	553.789	53.437	688.127	
0.000	0.000	0.000	27.353	27.353	
0.000	0.000	0.000	416.201	416.201	
0.000	2.207	2.306		60	
G17-G18 (G017: 0.22ha, 0.90)					
303.059	302.650	304.933	304.418		
49.500	8.263	DA 630	24.349	1.500	
0.219	0.900	586.329	31.139	633.821	
0.000	0.000	0.000	29.522	29.522	
0.000	0.000	0.000	445.724	445.724	
0.000	2.033	2.193		70	
G18-G36 (G018: 0.22ha, 0.90)					
302.650	302.520	304.418	303.761		
11.250	11.555	DA 630	4.676	1.500	
0.219	0.900	563.650	6.790	749.933	
0.000	0.000	0.000	29.478	29.478	
0.000	0.000	0.000	475.202	475.202	
0.000	2.406	2.540		63	

DI M\_Z=1\_RETE\_SABAG

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
30. 05. 2018 Sei te 9

Hal tung (Ei nzuggebiet: Nr, A, psi )				
HS1[mNN]	HS2[mNN]	Hg1[mNN]	Hg2[mNN]	
L[m]	Js[o/oo]	D[mm]	Tf[s]	kb[mm]
A[ha]	psi	Dber[mm]	Tfsum[s]	Qv[l /s]
Qf[l /s]	Qs[l /s]	Qt[l /s]	Qr[l /s]	Q[l /s]
Qfges[l /s]	Qsges[l /s]	Qtges[l /s]	Qrges[l /s]	Qges[l /s]
Vtges[m/s]	Vv[m/s]	Vges[m/s]		Qges/Qv[%]

G36-G37				
302. 420	302. 397	303. 761	303. 760	
3. 910	5. 882	DA 710	2. 114	1. 500
0. 000	0. 000	689. 020	2. 114	732. 545
0. 000	0. 000	0. 000	0. 000	0. 000
0. 000	0. 000	0. 000	575. 317	575. 317
0. 000	1. 850	2. 038		78

♀

AF TOSCANO SA, CH-6802 Ri vera  
B&B Kanal dat Summenl i ni enberechnung V2015c15  
30. 05. 2018 Sei te 10