

	Doc. N. Allegato AI3.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 1 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	-------------------

COLLEGAMENTO AUTOSTRADALE  
DI CONNESSIONE TRA LE CITTA' DI  
BRESCIA E MILANO

INTERCONNESSIONE A35-A4  
PROGETTO DEFINITIVO

RELAZIONE DI OTTEMPERANZA  
ISTRUTTORIA MATTM  
(prot. CTVA-2015-3348 del 09/10/2015)

**ALLEGATO "AI3"**

	Doc. N. Allegato AI3.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 2 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	-------------------

In questo documento sono forniti i chiarimenti richiesti dal Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare con nota CTVA-2015-0003348 del 09/10/2015.

Nel presente capitolo vengono illustrate le scelte operate per la progettazione e la verifica delle opere idrauliche necessarie per risolvere le interferenze con il reticolo idraulici dovute all'interconnessione tra l'A35 Milano-Bergamo-Brescia e l'A4 Milano-Venezia e alla conseguente conversione dell'esistente strada di categoria C ad autostrada di categoria A. Tali opere sono quindi adeguamenti, dovuti alla nuova interconnessione e al raddoppio della carreggiata del lotto denominato 0A, di opere esistenti.

Le opere in questione sono a seguito elencate:

- IDAX8 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA08 – Lotto0A, progressiva 2+911
- IDAX9 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA09 – Lotto0A, progressiva 3+092
- IDAY0 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA10 – Lotto0A, progressiva 3+319
- IDAY1 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA11 – Lotto0A, progressiva 3+401
- IDAY2 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA12 – Lotto0A, progressiva 3+528
- IDAY3 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA13 – Lotto0A, progressiva 3+709
- IDAY4 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA14 – Lotto0A, progressiva 3+937
- IDAY5 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA15 – Lotto0A, progressiva 4+291
- IDAY6 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA16 – Lotto0A, progressiva 4+595
- IDAY7 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA17 – Lotto0A, progressiva 4+604
- IDAY8 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA18 – Lotto0A, progressiva 5+195
- IDAY9 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA19 – Lotto0A, progressiva 5+206
- IDAZ0 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA20 - Rampa BB-BS, progressiva 0+682
- IDAZ1 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA21 - Rampa BB-BS, progressiva 0+960
- IDAZ2 - Adeguamento Interferenza Idraulica esistente – Rampa BB-A4 alla progressiva 0+605

Per le opere in progetto valgono le considerazioni a seguito elencate.

La portata di progetto assunta per la verifica degli attraversamenti è stata posta pari alla portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale principale posto a monte del tombino.

La dimensione dei nuovi tratti di inalveazione è stata assunta in modo tale da garantire il deflusso della portata di progetto. La verifica idraulica risulta soddisfatta nell'ipotesi che la portata massima in grado di transitare all'interno (di canalette o di canali) sia maggiore o uguale alla portata di progetto.

Le dimensioni del tombino di progetto sono state assunte in modo tale da garantire le seguenti condizioni:

- per i tombini scatolari un grado di riempimento inferiore al 75%;
- per i ponti scatolari posizionati in corrispondenza di canali naturali, grado di riempimento inferiore al 75% e franco superiore ad 1.00 m;
- per i ponti scatolari posizionati in corrispondenza di canali con marcate caratteristiche di artificialità, grado di riempimento inferiore al 75%;

	Doc. N. Allegato AI3.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 3 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	-------------------

Le verifiche sono state condotte applicando l'equazione del moto uniforme:

$$Q = A_b * c * \sqrt{R_h * i_f}$$

con Ks assunto pari a:

1. 40 m<sup>1/3</sup>/s per i canali in terra;
2. valore variabile tra 50 m<sup>1/3</sup>/s e 70 m<sup>1/3</sup>/s per i tombini in calcestruzzo; per le opere integrate e proposte integrate è stato utilizzato il valore di 70 m<sup>1/3</sup>/s, in omogeneità con quanto utilizzato dai progettisti della Linea AV/AC;
3. per i canali a cielo aperto in calcestruzzo è stato assunto un valore pari a 70 m<sup>1/3</sup>/s.

Si è assunto un valore di 50 m<sup>1/3</sup>/s per i canali in terra rivestiti in cls al fondo e per parte della loro altezza.

Le assunzioni stabilite trovano riscontro positivo nelle seguenti considerazioni:

- l'esame preliminare delle soluzioni proposte per i manufatti di attraversamento di ampi tratti autostradali ha trovato parere favorevole da parte di alcuni Consorzi;
- i dimensionamenti effettuati (sia dei tratti di canale in nuovo alveo, sia degli attraversamenti) prevedono sempre misure superiori (a volte decisamente superiori) rispetto alla configurazione esistente;
- i manufatti per i quali le assunzioni dei valori dei coefficienti di scabrezza di Strickler conducono ai valori più elevati (omogeneità con progettisti della Linea AV/AC) realizzano sempre franchi sovrabbondanti rispetto alle richieste normative e ai criteri adottati (canali principali - opere integrate);

Quanto evidenziato al punto precedente è valido in generale per tutti i manufatti di attraversamento, ove la scelta di dimensioni standardizzate, per eccesso, conduce sempre a gradi di riempimento inferiori a quelli stabiliti nel criterio di dimensionamento adottato; precise analisi di sensibilità condotte hanno dimostrato che le variazioni di tirante massimo all'interno dell'attraversamento generate dalle variazioni dei coefficienti di scabrezza di Manning utilizzati, sono più piccole del sovradimensionamento assegnato all'attraversamento scegliendo una delle misure standardizzate.

## **IDAX8 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA08**

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAX8, posizionata alla progressiva 2+910,92

### ***Inquadramento territoriale e assetto geometrico***

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Ospitaletto, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA08 è costituita da un tombino 1.50x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 60/120

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia (base maggiore 180 cm base minore 80 cm altezza 50 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.16%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

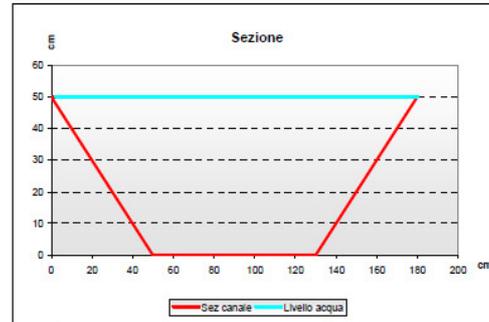
### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 1.50x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con canaletta tipo Bertazzoli 60/120.

### Definizione delle portate di progetto

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale principale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari alla portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale principale posto a monte del tombino.

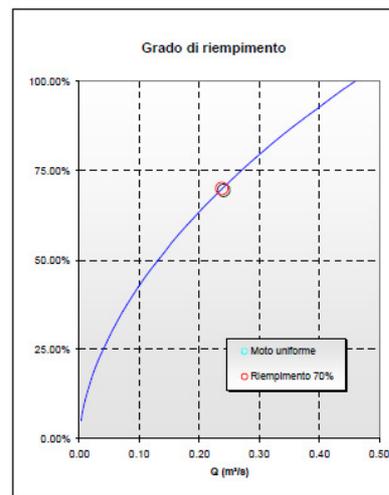
Dati della sezione		
H=	50	cm (Altezza sezione)
b=	80	cm (Base minore sezione)
B=	180	cm (Base maggiore)
Angolo	45.022825	gradi
Area	0.65	m <sup>2</sup>
Pendenza	0.16	%
Ks	40	m <sup>3/2</sup> s <sup>-1</sup> Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	0.46	m <sup>3</sup> /s



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
2.5	87.07	0.021	0.024	0.003	0.13
5	94.15	0.043	0.045	0.009	0.20
7.5	101.22	0.066	0.065	0.017	0.26
10	108.30	0.090	0.083	0.027	0.30
12.5	115.37	0.116	0.100	0.040	0.35
15	122.44	0.143	0.116	0.054	0.38
17.5	129.52	0.171	0.132	0.071	0.41
20	136.59	0.200	0.146	0.089	0.44
22.5	143.66	0.231	0.161	0.109	0.47
25	150.74	0.263	0.174	0.131	0.50
27.5	157.81	0.296	0.187	0.155	0.52
30	164.89	0.330	0.200	0.181	0.55
32.5	171.96	0.366	0.213	0.208	0.57
35	179.03	0.403	0.225	0.238	0.59
37.5	186.11	0.441	0.237	0.270	0.61
40	193.18	0.480	0.249	0.304	0.63
42.5	200.26	0.521	0.260	0.339	0.65
45	207.33	0.563	0.271	0.377	0.67
47.5	214.40	0.606	0.283	0.417	0.69
50	221.48	0.650	0.294	0.460	0.71

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
50.05	221.61	0.651	0.294	0.460	0.71



### Portata a piene rive canale principale

Risulta quindi:

Portata a piene rive di progetto inalveazione principale: 0.46 m<sup>3</sup>/s

La dimensione dei nuovi tratti di inalveazione è stata assunta in modo tale da garantire il deflusso della portata di progetto. La verifica idraulica risulta soddisfatta nell'ipotesi che la portata massima in grado di transitare all'interno della canaletta sia maggiore o uguale alla portata di progetto.

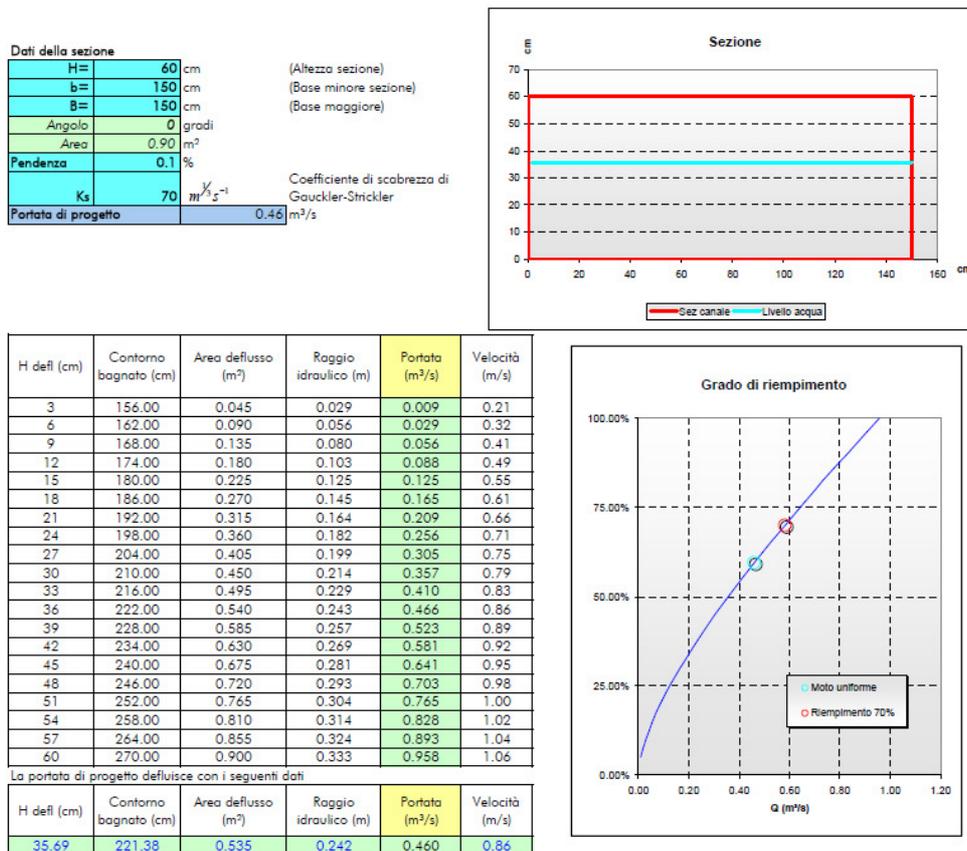
Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 150x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 90 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 60 cm.

Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 36.00 cm, a fronte di un'altezza utile di 60 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari al 60%; l'opera risulta pertanto verificata.



### Verifica a moto uniforme tombino IDA08 1.50x1.50

#### Verifica Canalette di Progetto

Considerata la pendenza di progetto della canaletta pari a:

- 0.16% nel tratto di inalveazione principale a monte del tombino BBM (canaletta Bertazzoli 60/120);

La portata massima in grado di transitare all'interno della canaletta risulta pari a:

- 0.87 m<sup>3</sup>/s nel tratto di inalveazione principale con pendenza dello 0.16% (>0.46 m<sup>3</sup>/s);

Essendo la portata massima transitabile superiore alla portata di progetto del relativo tratto, la verifica risulta soddisfatta.

## IDAX9 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA09

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAX9, posizionata alla progressiva 3+092

### Inquadramento territoriale e assetto geometrico

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Travagliato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA09 è costituita da un tombino 2.00x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da un canale in terra rivestito in c.a.

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia (base maggiore 240 cm base minore 80 cm altezza 80 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.2%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 2.00x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con un canale in terra di dimensioni base maggiore 240 cm, base minore 80 cm e altezza 80 cm rivestito in c.a. al fondo e alle pareti fino ad una altezza di 40 cm.

### Definizione delle portate di progetto

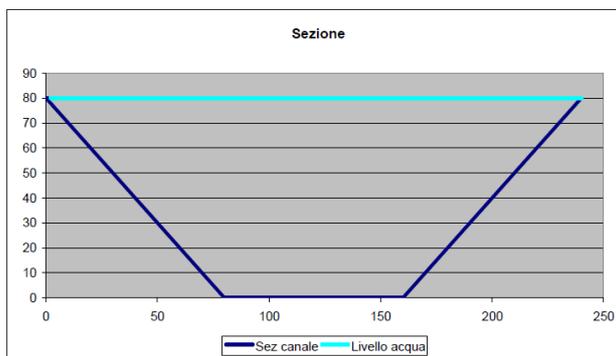
Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari alla portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale posto a monte del tombino.

Dati della sezione	
H=	80 cm (Altezza sezione)
b=	80 cm (Base minore sezione)
B=	240 cm (Base maggiore)
Angolo	45.0228247 gradi
Area=	1.28 mq
Pendenza	0.2 %
K	40 Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
Portata di progetto	1.28 mc/sec

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
4	91.32	0.034	0.037	0.0066496	0.197898
8	102.64	0.070	0.069	0.0211048	0.299762
12	113.95	0.110	0.097	0.0416656	0.377366
16	125.27	0.154	0.123	0.0678295	0.44154
20	136.59	0.200	0.146	0.0984165	0.497004
24	147.91	0.250	0.169	0.1363909	0.546337
28	159.23	0.302	0.190	0.1787922	0.591122
32	170.55	0.358	0.210	0.2267039	0.632401
36	181.86	0.418	0.230	0.2802357	0.670897
40	193.18	0.480	0.249	0.339514	0.707133
44	204.50	0.546	0.267	0.4046758	0.741499
48	215.82	0.615	0.285	0.475865	0.774289
52	227.14	0.687	0.302	0.55323	0.805735
56	238.45	0.762	0.319	0.6369218	0.83602
60	249.77	0.840	0.336	0.7270932	0.865292
64	261.09	0.922	0.353	0.8238978	0.89367
68	272.41	1.007	0.370	0.9274896	0.921255
72	283.73	1.095	0.386	1.0380222	0.948128
76	295.05	1.186	0.402	1.1556492	0.97436
80	306.36	1.281	0.418	1.2805234	1.000011

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
79.98	306.32	1.280	0.418	1.280	0.999904



### Portata a piene rive canale interferito

Risulta quindi:

Portata a piene rive di progetto inalveazione: 1.28 m<sup>3</sup>/s

La dimensione dei nuovi tratti di inalveazione è stata assunta in modo tale da garantire il deflusso della portata di progetto. La verifica idraulica risulta soddisfatta nell'ipotesi che la portata massima in grado di transitare all'interno della canaletta sia maggiore o uguale alla portata di progetto.

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 200x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 38 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 112 cm.

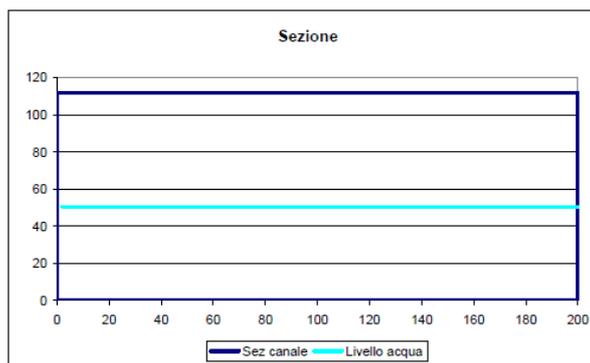
Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 50.60 cm, a fronte di un'altezza utile di 112 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari al 45%; l'opera risulta pertanto verificata.

Dati della sezione	
H=	112 cm (Altezza sezione)
b=	200 cm (Base minore sezione)
B=	200 cm (Base maggiore)
Angolo	0 gradi
Area	2.24 mq
Pendenza	0.14 %
K	70 Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
Portata di progetto	1.28 mc/sec

H defil (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
5.6	211.20	0.112	0.053	0.041406	0.3697
11.2	222.40	0.224	0.101	0.127004	0.56698
16.8	233.60	0.336	0.144	0.24159	0.71902
22.4	244.80	0.448	0.183	0.378226	0.84425
28	256.00	0.560	0.219	0.532495	0.95088
33.6	267.20	0.672	0.251	0.701272	1.04356
39.2	278.40	0.784	0.282	0.882218	1.12528
44.8	289.60	0.896	0.309	1.073519	1.19812
50.4	300.80	1.008	0.335	1.273731	1.26362
56	312.00	1.120	0.359	1.481684	1.32293
61.6	323.20	1.232	0.381	1.696416	1.37696
67.2	334.40	1.344	0.402	1.917123	1.42643
72.8	345.60	1.456	0.421	2.14313	1.47193
78.4	356.80	1.568	0.439	2.373863	1.51394
84	368.00	1.680	0.457	2.608829	1.55287
89.6	379.20	1.792	0.473	2.847606	1.58907
95.2	390.40	1.904	0.488	3.089824	1.62281
100.8	401.60	2.016	0.502	3.335164	1.65435
106.4	412.80	2.128	0.516	3.583342	1.6839
112	424.00	2.240	0.528	3.834112	1.71166

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defil (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
50.59	301.18	1.012	0.336	1.281	1.26573



### Verifica a moto uniforme IDAX9

#### Verifica canale in terra rivestito

Per quanto riguarda la sezione in terra rivestita in c.a. posta a monte e a valle del tombino la verifica risulta implicitamente soddisfatta in quanto si è mantenuta la sezione e la pendenza del canale esistente.

## IDAY0 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA10

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY0, posizionata alla progressiva 3+319

### Inquadramento territoriale e assetto geometrico

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Travagliato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA10 è costituita da un tombino 2.00x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da un canale in terra rivestito in c.a.

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione esistente trapezia (base maggiore 320 cm base minore 170 cm altezza 70 cm). È stata considerata una sezione di base pari a 3.20 in quanto la sponda sinistra è più bassa della sponda destra. Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.3%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 2.00x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente,

ovvero realizzata con un canale in terra di dimensioni base maggiore 240 cm, base minore 80 cm e altezza 80 cm.

### Definizione delle portate di progetto

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari alla portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale posto a monte del tombino. Risulta:

Portata a piene rive di progetto: 2.00 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 200x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 28 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 122 cm.

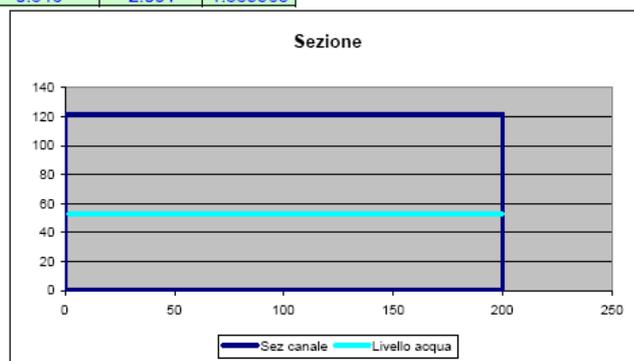
#### Dati della sezione

<b>H=</b>	<b>122</b>	cm	(Altezza sezione)
<b>b=</b>	<b>200</b>	cm	(Base minore sezione)
<b>B=</b>	<b>200</b>	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area=	2.44	m <sup>2</sup>	
<b>Pendenza</b>	<b>0.3</b>	%	
<b>K</b>	<b>70</b>	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
<b>Portata di progetto</b>	<b>2</b>	m <sup>3</sup> /sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
6.1	212.20	0.122	0.057	0.0696779	0.57113
12.2	224.40	0.244	0.109	0.2131211	0.873447
18.3	236.60	0.366	0.155	0.4043747	1.104849
24.4	248.80	0.488	0.196	0.6316233	1.29431
30.5	261.00	0.610	0.234	0.8873904	1.454738
36.6	273.20	0.732	0.268	1.1664246	1.593476
42.7	285.40	0.854	0.299	1.4648252	1.715252
48.8	297.60	0.976	0.328	1.7795891	1.82335
54.9	309.80	1.098	0.354	2.1083447	1.920168
61	322.00	1.220	0.379	2.4491824	2.007527
67.1	334.20	1.342	0.402	2.8005408	2.086841
73.2	346.40	1.464	0.423	3.1611265	2.159239
79.3	358.60	1.586	0.442	3.529857	2.225635
85.4	370.80	1.708	0.461	3.9058176	2.286778
91.5	383.00	1.830	0.478	4.288229	2.343295
97.6	395.20	1.952	0.494	4.6764224	2.395708
103.7	407.40	2.074	0.509	5.0698204	2.444465
109.8	419.60	2.196	0.523	5.4679211	2.489946
115.9	431.80	2.318	0.537	5.8702865	2.532479
122	444.00	2.440	0.550	6.2765318	2.572349

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
52.93	305.85	1.059	0.346	2.001	1.889963



Verifica a moto uniforme IDAY0

	Doc. N. Allegato AI3.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 9 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	-------------------

Come si può osservare dalla figura precedente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 53 cm, a fronte di un'altezza utile di 122 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari a 44%; l'opera risulta pertanto verificata.

#### Verifica canale in terra rivestito

Per quanto riguarda la sezione in terra rivestita in c.a. posta a monte del tombino la verifica risulta implicitamente soddisfatta in quanto si è mantenuta la sezione e la pendenza del canale esistente.

## **IDAY1 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA11**

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY1, posizionata alla progressiva 3+401

### ***Inquadramento territoriale e assetto geometrico***

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Travagliato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA11 è costituita da un tombino 1.50x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 90.

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia (base maggiore 186 cm base minore 66 cm altezza 60 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.6%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

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

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 1.50x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 90.

### ***Definizione delle portate di progetto***

Considerato che la portata relativa all'opera di progetto viene derivata mediante manufatto presidiato da paratoie dall'inalveazione IDA10, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari alla portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione della canaletta prefabbricata prevista a monte del tombino. Risultato: portata a piene rive di progetto: 0.90 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### ***Verifiche idrauliche***

#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 150x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento massimo di 30 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 120 cm.

Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 33.98 cm, a fronte di un'altezza utile di 120 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari al 28%; l'opera risulta pertanto verificata.

**Dati della sezione**

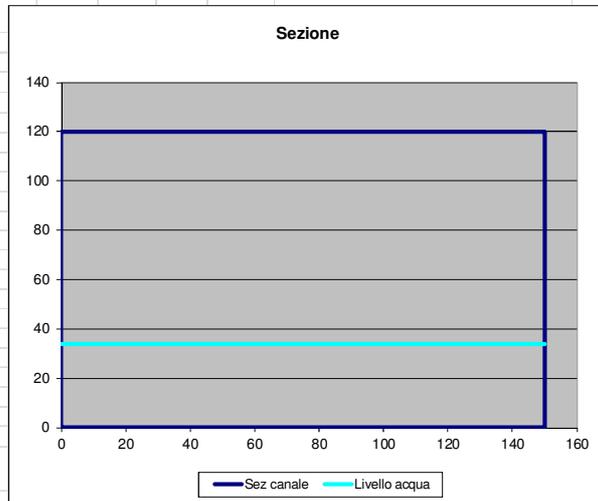
<b>H</b>	<b>120</b> cm	(Altezza sezione)
<b>b</b>	<b>150</b> cm	(Base minore sezione)
<b>B</b>	<b>150</b> cm	(Base maggiore)
<b>Angolo</b>	<b>0</b> gradi	
<b>Area</b>	<b>1.80</b> mq	
<b>Pendenza</b>	<b>0.66</b> %	
<b>K</b>	<b>70</b>	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
<b>Portata di progetto</b>	<b>1.1</b> mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
6	162.00	0.090	0.056	0.074519	0.82798
12	174.00	0.180	0.103	0.225575	1.2532
18	186.00	0.270	0.145	0.424099	1.57074
24	198.00	0.360	0.182	0.657048	1.82513
30	210.00	0.450	0.214	0.916385	2.03641
36	222.00	0.540	0.243	1.196624	2.21597
42	234.00	0.630	0.269	1.493804	2.37112
48	246.00	0.720	0.293	1.804959	2.50689
54	258.00	0.810	0.314	2.127805	2.62692
60	270.00	0.900	0.333	2.460547	2.73394
66	282.00	0.990	0.351	2.801749	2.83005
72	294.00	1.080	0.367	3.150248	2.9169
78	306.00	1.170	0.382	3.505087	2.9958
84	318.00	1.260	0.396	3.865475	3.06784
90	330.00	1.350	0.409	4.230746	3.13389
96	342.00	1.440	0.421	4.600342	3.19468
102	354.00	1.530	0.432	4.973784	3.25084
108	366.00	1.620	0.443	5.350664	3.30288
114	378.00	1.710	0.452	5.730629	3.35125
120	390.00	1.800	0.462	6.113376	3.39632

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
<b>33.98</b>	<b>217.95</b>	<b>0.510</b>	<b>0.234</b>	<b>1.100</b>	<b>2.15845</b>

Deflusso



### Verifica a moto uniforme tombino IDAY1

#### Verifica Canaletta di Progetto

Considerata la pendenza di progetto della canaletta pari a 0.195% nel tratto di inalveazione a monte del tombino (canaletta Bertazzoli 90), la portata massima in grado di transitare all'interno della canaletta risulta pari a 0.98 m<sup>3</sup>/s (>0.90 m<sup>3</sup>/s).

Essendo la portata massima transitabile superiore alla portata di progetto del relativo tratto, la verifica risulta soddisfatta.

## IDAY2 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA12

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY2, posizionata alla progressiva 3+528

### Inquadratura territoriale e assetto geometrico

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Travagliato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA12 è costituita da un tombino 1.50x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 80. A monte è presente un cavalcafosso poderale di tipo prefabbricato 1.50x1.50 m

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia (base maggiore 260 cm base minore 100 cm altezza 80 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.26%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 1.50x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e

una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 80. A monte è prevista la realizzazione di un cavalcafosso poderali di tipo prefabbricato 1.50x1.50 m, delle medesime caratteristiche di quello esistente.

### Definizione delle portate di progetto

La portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari alla minima portata transitante (piene rive) risultante dalle verifiche idrauliche, in condizioni di moto uniforme, eseguite all'interno dei singoli tratti (canalette e tombino idraulico) delle opere in progetto.

Di seguito vengono riportati i valori delle portate a piene rive transitanti per i diversi tratti di inalveazione:

- Canaletta Bertazzoli 80 nel tratto a monte del cavalcafosso nord: pendenza 0.17%, portata 0.60 m<sup>3</sup>/s;
- Cavalcafosso nord 1.50x1.50 m: pendenza 0.17%, portata 2.38 m<sup>3</sup>/s (considerando un grado di riempimento del 75% e affossamento di 20 cm);
- Canaletta Bertazzoli 80 nel tratto tra il cavalcafosso nord e il tombino: pendenza 0.41%, portata 0.93 m<sup>3</sup>/s;

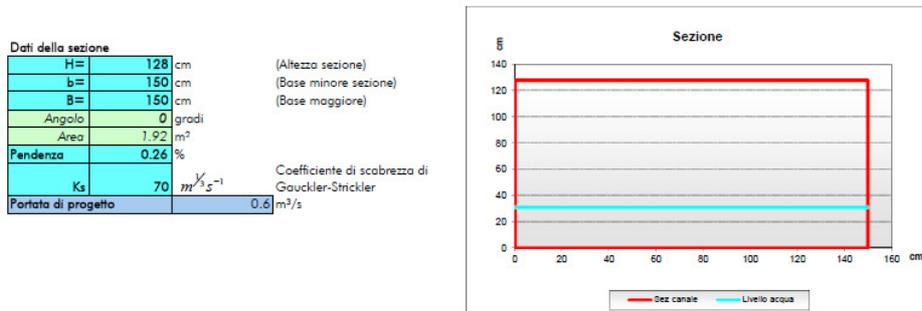
La portata di progetto da assumere è quindi: portata di progetto: 0.60 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

#### Verifica Tombino scatolare

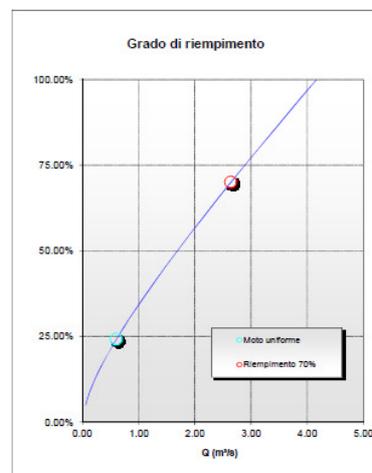
Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 1.50x1.50 m. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 22 cm (misurato in asse) rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 128 cm.



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
6.4	162.80	0.096	0.059	0.052	0.54
12.8	175.60	0.192	0.109	0.157	0.82
19.2	188.40	0.288	0.153	0.294	1.02
25.6	201.20	0.384	0.191	0.454	1.18
32	214.00	0.480	0.224	0.632	1.32
38.4	226.80	0.576	0.254	0.825	1.43
44.8	239.60	0.672	0.280	1.028	1.53
51.2	252.40	0.768	0.304	1.240	1.61
57.6	265.20	0.864	0.326	1.460	1.69
64	278.00	0.960	0.345	1.687	1.76
70.4	290.80	1.056	0.363	1.918	1.82
76.8	303.60	1.152	0.379	2.155	1.87
83.2	316.40	1.248	0.394	2.396	1.92
89.6	329.20	1.344	0.408	2.640	1.96
96	342.00	1.440	0.421	2.887	2.01
102.4	354.80	1.536	0.433	3.137	2.04
108.8	367.60	1.632	0.444	3.390	2.08
115.2	380.40	1.728	0.454	3.645	2.11
121.6	393.20	1.824	0.464	3.901	2.14
128	406.00	1.920	0.473	4.160	2.17

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
30.88	211.75	0.463	0.219	0.600	1.30



Verifica a moto uniforme tombino scatolare IDAY2

	Doc. N. Allegato AI3.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 12 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	--------------------

Come si può osservare dalla figura precedente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 31 cm, a fronte di un'altezza utile di 128 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari al 24%; l'opera risulta pertanto verificata.

### Verifica Canaletta di Progetto

Per quanto riguarda la sezione in terra rivestita in c.a. posta a monte e a valle del tombino la verifica risulta implicitamente soddisfatta in quanto si è mantenuta la sezione e la pendenza della canaletta e del cavalcafosso esistente.

## **IDAY3 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA13**

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY3, posizionata alla progressiva 3+709

### ***Inquadramento territoriale e assetto geometrico***

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Travagliato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA13 è costituita da un tombino 2.00x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da un canale in terra rivestito in c.a.

La geometria del canale originario originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia avente base maggiore 238 cm, base minore 97 cm altezza 50 cm. Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.3%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

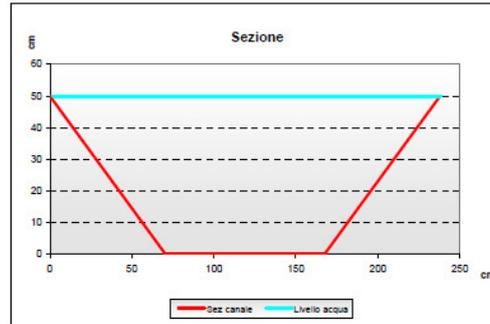
### ***Situazione di progetto***

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 2.00x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con un canale in terra di dimensioni base maggiore 250 cm, base minore 90 cm e altezza 80 cm.

### ***Definizione delle portate di progetto***

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari alla portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale posto a monte del tombino.

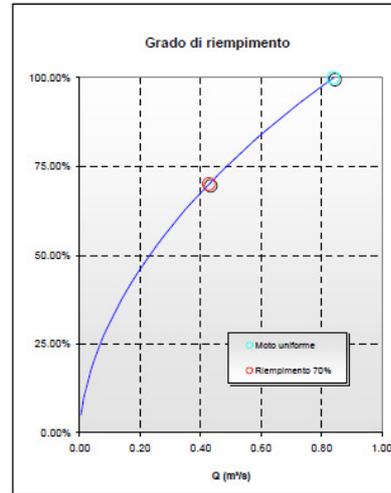
Dati della sezione		
H=	50	cm (Altezza sezione)
b=	97	cm (Base minore sezione)
B=	238	cm (Base maggiore)
Angolo	54.682699	gradi
Area	0.84	m <sup>2</sup>
Pendenza	0.3	%
Ks	40	m <sup>1/2</sup> s <sup>-1</sup> Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	0.84	m <sup>3</sup> /s



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
2.5	105.65	0.025	0.024	0.005	0.18
5	114.30	0.052	0.046	0.015	0.28
7.5	122.95	0.081	0.066	0.029	0.36
10	131.60	0.111	0.084	0.047	0.42
12.5	140.24	0.143	0.102	0.069	0.48
15	148.89	0.177	0.119	0.094	0.53
17.5	157.54	0.213	0.135	0.123	0.58
20	166.19	0.250	0.151	0.155	0.62
22.5	174.84	0.290	0.166	0.191	0.66
25	183.49	0.331	0.180	0.231	0.70
27.5	192.14	0.373	0.194	0.275	0.74
30	200.79	0.418	0.208	0.322	0.77
32.5	209.44	0.464	0.222	0.373	0.80
35	218.09	0.512	0.235	0.427	0.83
37.5	226.73	0.562	0.248	0.486	0.86
40	235.38	0.614	0.261	0.549	0.89
42.5	244.03	0.667	0.273	0.616	0.92
45	252.68	0.722	0.286	0.687	0.95
47.5	261.33	0.779	0.298	0.762	0.98
50	269.98	0.838	0.310	0.841	1.00

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
49.95	269.82	0.837	0.310	0.840	1.00



### Calcolo della portata a piene rive IDAY3

Risulta:

Portata a piene rive di progetto: 0.84 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

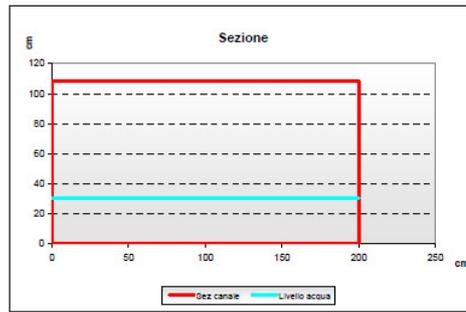
#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 200x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 42 cm (misurato in asse tombino) rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 108 cm.

Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 31 cm, a fronte di un'altezza utile di 108 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari al 29%; l'opera risulta pertanto verificata.

Dati della sezione

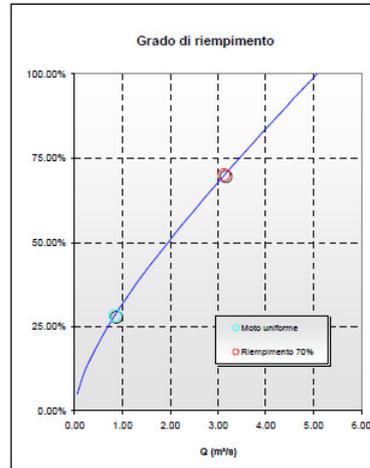
H=	108	cm	(Altezza sezione)
b=	200	cm	(Base minore sezione)
B=	200	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	2.16	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.27	%	
Ks	70	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	0.84	m <sup>3</sup> /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
5.4	210.80	0.108	0.051	0.054	0.50
10.8	221.60	0.216	0.097	0.166	0.77
16.2	232.40	0.324	0.139	0.317	0.98
21.6	243.20	0.432	0.178	0.497	1.15
27	254.00	0.540	0.213	0.700	1.30
32.4	264.80	0.648	0.245	0.922	1.42
37.8	275.60	0.756	0.274	1.161	1.54
43.2	286.40	0.864	0.302	1.414	1.64
48.6	297.20	0.972	0.327	1.678	1.73
54	308.00	1.080	0.351	1.953	1.81
59.4	318.80	1.188	0.373	2.238	1.88
64.8	329.60	1.296	0.393	2.530	1.95
70.2	340.40	1.404	0.412	2.830	2.02
75.6	351.20	1.512	0.431	3.136	2.07
81	362.00	1.620	0.448	3.447	2.13
86.4	372.80	1.728	0.464	3.764	2.18
91.8	383.60	1.836	0.479	4.086	2.23
97.2	394.40	1.944	0.493	4.412	2.27
102.6	405.20	2.052	0.506	4.742	2.31
108	416.00	2.160	0.519	5.075	2.35

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
30.46	260.91	0.609	0.233	0.840	1.38



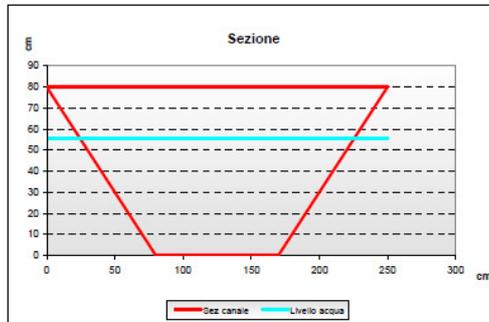
Verifica a moto uniforme tombino IDAY3

Verifica canale in terra rivestito

Analogamente è stata verificata la sezione di deflusso (a monte del tombino) della nuova inalveazione che, a quanto visibile nella figura seguente, riesce a contenere la portata di progetto.

Dati della sezione

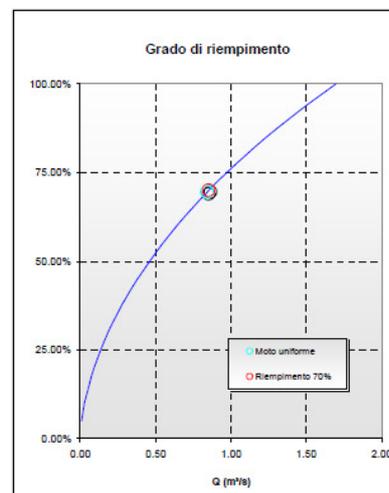
H=	80	cm	(Altezza sezione)
b=	90	cm	(Base minore sezione)
B=	250	cm	(Base maggiore)
Angolo	45.022825	gradi	
Area	1.36	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.3	%	
Ks	40	m <sup>3</sup> s <sup>-1</sup>	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	0.84	m <sup>3</sup> /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
4	101.32	0.038	0.037	0.009	0.24
8	112.64	0.078	0.070	0.029	0.37
12	123.95	0.122	0.099	0.057	0.47
16	135.27	0.170	0.125	0.093	0.55
20	146.59	0.220	0.150	0.136	0.62
24	157.91	0.274	0.173	0.186	0.68
28	169.23	0.330	0.195	0.244	0.74
32	180.55	0.390	0.216	0.308	0.79
36	191.86	0.454	0.236	0.380	0.84
40	203.18	0.520	0.256	0.459	0.88
44	214.50	0.590	0.275	0.546	0.93
48	225.82	0.663	0.293	0.641	0.97
52	237.14	0.739	0.311	0.744	1.01
56	248.45	0.818	0.329	0.854	1.04
60	259.77	0.900	0.347	0.973	1.08
64	271.09	0.986	0.364	1.101	1.12
68	282.41	1.075	0.381	1.237	1.15
72	293.73	1.167	0.397	1.381	1.18
76	305.05	1.262	0.414	1.535	1.22
80	316.36	1.361	0.430	1.698	1.25

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
55.52	247.09	0.808	0.327	0.840	1.04



Verifica a moto uniforme inalveazione IDAY3 a monte del tombino

	Doc. N. Allegato A13.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 15 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	--------------------

## **IDAY4 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA14**

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY4, posizionata alla progressiva 3+937

### ***Inquadramento territoriale e assetto geometrico***

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Travagliato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA14 è costituita da un tombino 1.50x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da un canale in terra rivestito in c.a.

La geometria del canale originario nel tratto in cui interferisce con l'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che tale canale è in terra a sezione trapezoidale. Le sue dimensioni sono variabili e pari a: base maggiore 380cm, base minore 80cm, altezza 80cm a monte del tombino e base maggiore 240cm, base minore 80cm, altezza 65 cm a valle. Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.3%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

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

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 1.50x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con un canale in terra di dimensioni base maggiore 200 cm, base minore 80 cm e altezza 60 cm.

### ***Definizione delle portate di progetto***

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale di monte del tombino (base maggiore 380 cm base minore 80 cm altezza 80 cm).

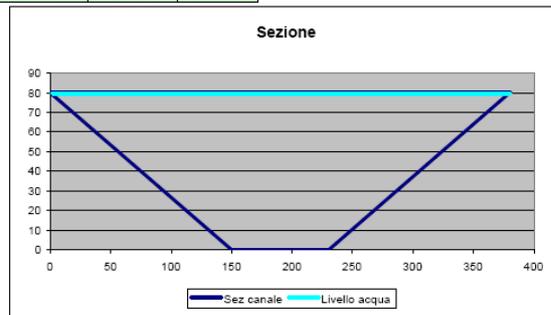
**Dati della sezione**

H=	80	cm	(Altezza sezione)
b=	80	cm	(Base minore sezione)
B=	380	cm	(Base maggiore)
Angolo	61.958924	gradi	
Area=	1.84	mq	
Pendenza	0.3	%	
K	40	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	2.3	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
4	97.02	0.035	0.036	0.0083737	0.239221
8	114.03	0.076	0.067	0.0273801	0.36019
12	131.05	0.123	0.094	0.0556812	0.452562
16	148.07	0.176	0.119	0.0932734	0.529772
20	165.09	0.235	0.142	0.1404632	0.597464
24	182.10	0.300	0.165	0.1976752	0.658605
28	199.12	0.371	0.186	0.2653845	0.714948
32	216.14	0.448	0.207	0.3440885	0.767621
36	233.16	0.531	0.228	0.4342927	0.817383
40	250.17	0.620	0.248	0.5365043	0.864777
44	267.19	0.715	0.268	0.6512278	0.910198
48	284.21	0.817	0.287	0.7789636	0.953946
52	301.23	0.924	0.307	0.9202063	0.996251
56	318.24	1.037	0.326	1.0754448	1.037297
60	335.26	1.156	0.345	1.2451614	1.077231
64	352.28	1.281	0.364	1.4298325	1.116173
68	369.30	1.412	0.382	1.6299281	1.154222
72	386.31	1.549	0.401	1.8459123	1.191463
76	403.33	1.692	0.420	2.0782431	1.227965
80	420.35	1.842	0.438	2.3273731	1.263789

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
79.58	418.58	1.826	0.436	2.301	1.260095



Portata a piene rive

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 150x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 30 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 120 cm. Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 31 cm, a fronte di un'altezza utile di 108 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari al 29%; l'opera risulta pertanto verificata.

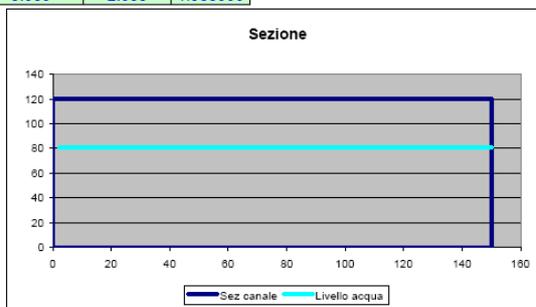
**Dati della sezione**

H=	120	cm	(Altezza sezione)
b=	150	cm	(Base minore sezione)
B=	150	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area=	1.80	mq	
Pendenza	0.26	%	
K	70	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	2.3	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
6	162.00	0.090	0.056	0.0467712	0.51968
12	174.00	0.180	0.103	0.1415814	0.786563
18	186.00	0.270	0.145	0.2661843	0.985868
24	198.00	0.360	0.182	0.4123938	1.145538
30	210.00	0.450	0.214	0.5751653	1.278145
36	222.00	0.540	0.243	0.751056	1.390844
42	234.00	0.630	0.269	0.9375801	1.488222
48	246.00	0.720	0.293	1.1328754	1.573438
54	258.00	0.810	0.314	1.3355084	1.648776
60	270.00	0.900	0.333	1.5443523	1.715947
66	282.00	0.990	0.351	1.7585065	1.776269
72	294.00	1.080	0.367	1.9772401	1.830778
78	306.00	1.170	0.382	2.1999537	1.880302
84	318.00	1.260	0.396	2.4261494	1.925515
90	330.00	1.350	0.409	2.6564107	1.966971
96	342.00	1.440	0.421	2.8873857	2.005129
102	354.00	1.530	0.432	3.1217749	2.040376
108	366.00	1.620	0.443	3.3583221	2.073038
114	378.00	1.710	0.452	3.5968061	2.103395
120	390.00	1.800	0.462	3.8370355	2.131686

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
80.67	311.34	1.210	0.389	2.300	1.900936



### Verifica a moto uniforme IDAY4

#### Verifica canale in terra rivestito

Per quanto riguarda la sezione del canale in terra posta a monte del tombino la verifica risulta implicitamente soddisfatta in quanto si è mantenuta la sezione e la pendenza del canale esistente.

## IDAY5 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA15

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY5, posizionata alla progressiva 4+291

### Inquadramento territoriale e assetto geometrico

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Travagliato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA15 è costituita da un tombino 3.00x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da un canale in terra rivestito in c.a.

La geometria dei due canali irrigui originari in arrivo da nord nel tratto che interseca l'attraversamento stradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che i due canale sono entrambi in terra a sezione trapezia. Il canale in arrivo da nord-ovest (indicato in seguito come "canale 1") ha dimensione 210x100x60 cm (base maggiore, base minore, altezza) mentre il canale in arrivo da nord (indicato in seguito come "canale 2") ha dimensione 320x90x60 cm. Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale 1 presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.5% mentre

il canale 2 una pendenza dello 0.3%. I canali, nel tratto in esame, non presentano particolari manufatti interferenti.

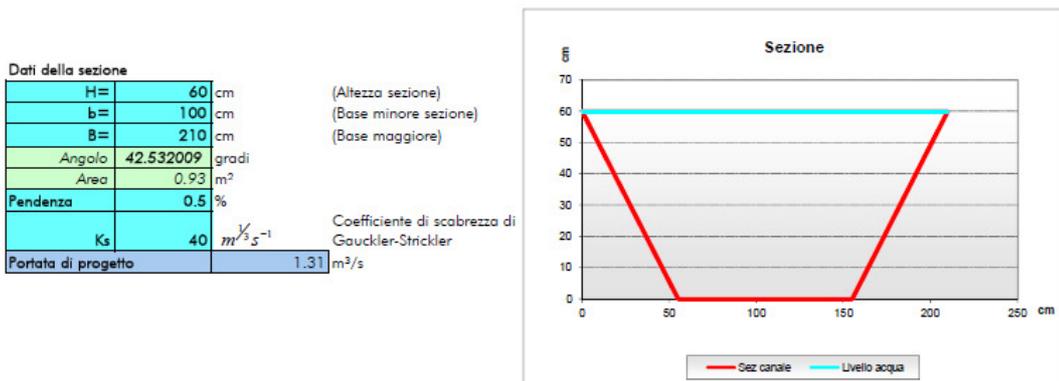
### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 3.00x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero: per il canale 1 una sezione, rivestita in cls al fondo e lungo le scarpate per un'altezza di 40 cm dal fondo, di dimensioni: base maggiore 220 cm, base minore 80 cm e altezza 70 cm; per il canale 2 una sezione, rivestita in cls al fondo e lungo le scarpate per un'altezza di 40 cm dal fondo, di dimensioni: base maggiore 250 cm, base minore 90 cm e altezza 80 cm. Le due inalveazioni si uniscono immediatamente a monte del tombino e risultano regolate da due paratoie che permettono la regolazione/parzializzazione della portata in entrata nell'attraversamento idraulico.

### Definizione delle portate di progetto

#### Canale 1

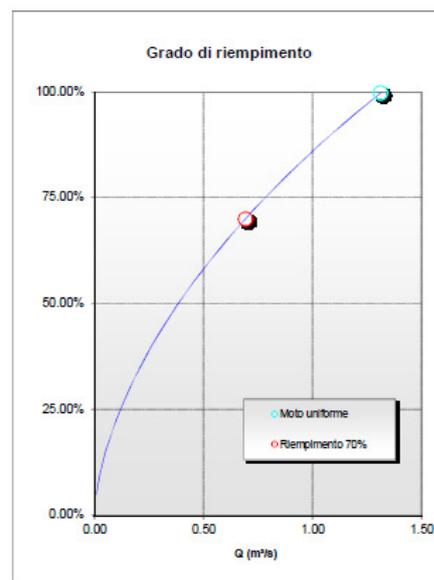
Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione esistente a monte dell'intervento, tale sezione ha dimensioni: base maggiore 210 cm, base minore 100 cm e un'altezza pari a 60 cm.



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
3	108.14	0.031	0.029	0.008	0.26
6	116.28	0.063	0.054	0.026	0.41
9	124.43	0.097	0.078	0.050	0.52
12	132.57	0.133	0.100	0.081	0.61
15	140.71	0.171	0.121	0.118	0.69
18	148.85	0.210	0.141	0.161	0.77
21	157.00	0.250	0.160	0.208	0.83
24	165.14	0.293	0.177	0.261	0.89
27	173.28	0.337	0.194	0.320	0.95
30	181.42	0.383	0.211	0.383	1.00
33	189.56	0.430	0.227	0.452	1.05
36	197.71	0.479	0.242	0.526	1.10
39	205.85	0.530	0.257	0.606	1.14
42	213.99	0.582	0.272	0.691	1.19
45	222.13	0.636	0.286	0.781	1.23
48	230.28	0.691	0.300	0.877	1.27
51	238.42	0.749	0.314	0.978	1.31
54	246.56	0.808	0.328	1.085	1.34
57	254.70	0.868	0.341	1.198	1.38
60	262.84	0.930	0.354	1.316	1.42

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
59.84	262.41	0.927	0.353	1.310	1.41



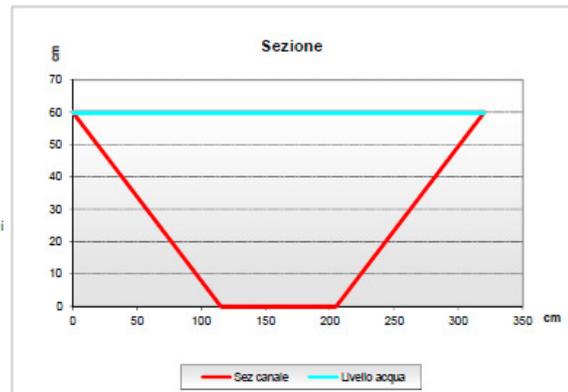
#### Calcolo portata a piene rive canale 1

La portata è risultata pari a: Portata a piene rive canale 1: 1.31 m<sup>3</sup>/s

## Canale 2

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione esistente a monte dell'intervento, tale sezione ha dimensioni: base maggiore 320 cm, base minore 90 cm e un'altezza pari a 60 cm.

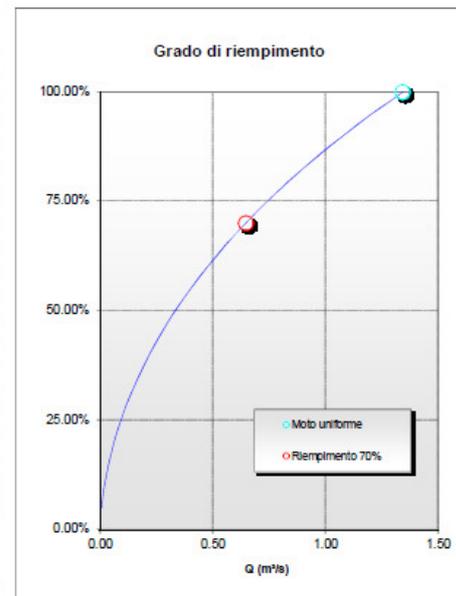
Dati della sezione		
H=	60	cm (Altezza sezione)
b=	90	cm (Base minore sezione)
B=	320	cm (Base maggiore)
Angolo	62,478863	gradi
Area	1,23	m <sup>2</sup>
Pendenza	0,3	%
Ks	40	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1,34	m <sup>3</sup> /s



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
3	102.98	0.029	0.028	0.006	0.20
6	115.97	0.061	0.053	0.019	0.31
9	128.95	0.097	0.075	0.038	0.39
12	141.94	0.136	0.096	0.062	0.46
15	154.92	0.178	0.115	0.092	0.52
18	167.91	0.224	0.134	0.128	0.57
21	180.89	0.274	0.151	0.170	0.62
24	193.88	0.327	0.168	0.218	0.67
27	206.86	0.383	0.185	0.272	0.71
30	219.85	0.443	0.201	0.333	0.75
33	232.83	0.506	0.217	0.401	0.79
36	245.82	0.573	0.233	0.475	0.83
39	258.80	0.643	0.248	0.557	0.87
42	271.79	0.717	0.264	0.645	0.90
45	284.77	0.794	0.279	0.742	0.93
48	297.76	0.874	0.294	0.846	0.97
51	310.74	0.958	0.308	0.958	1.00
54	323.73	1.046	0.323	1.078	1.03
57	336.71	1.137	0.338	1.207	1.06
60	349.70	1.231	0.352	1.344	1.09

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
59.91	349.29	1.228	0.352	1.340	1.09



### Calcolo portata a piene rive canale 2

La portata è risultata pari a: Portata a piene rive canale 2: 1.34 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

Le verifiche sono state condotte considerando che le due paratoie poste a monte del tombino siano in grado di parzializzare la portata in arrivo in modo da rendere verificato il tratto a "T" 2.50x0.90x0.80 m rivestito in cls che collega il canale 1, il canale 2 e il tombino 3.00x1.50 m. Tale portata deve garantire anche la verifica del tombino di attraversamento.

#### Verifica canale 1 e canale 2 di progetto a monte del raccordo a "T"

La verifica risulta implicitamente soddisfatta in quanto si è mantenuta la sezione e la pendenza dei canali esistenti, che garantiscono il transito della portata dei due canali originali.

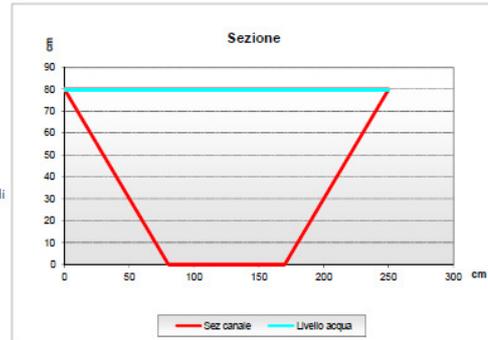
#### Verifica raccordo a "T"

La portata in grado di defluire dal tratto di raccordo sarà la portata da utilizzare per la verifica del tombino di attraversamento. La portata, come si evince dalla figura seguente risulta inferiore alla

somma delle portate in arrivo dal canale 1 e dal canale 2. Attraverso la regolazione delle 2 paratoie precedentemente descritte poste a monte del tratto a "T" dovrà quindi essere garantito il deflusso della portata di 1.93 m<sup>3</sup>/s.

Dati della sezione

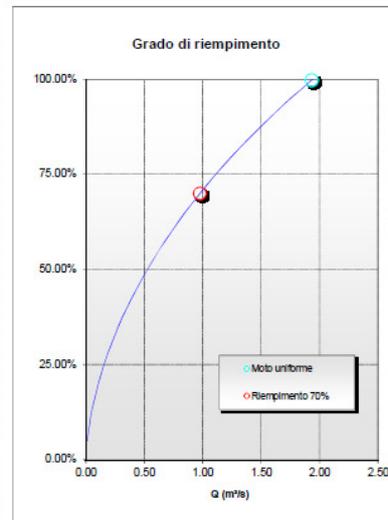
H=	80	cm	(Altezza sezione)
b=	90	cm	(Base minore sezione)
B=	250	cm	(Base maggiore)
Angolo	45.022825	gradi	
Area	1.36	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.25	%	
Ks	50	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup>	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.93	m <sup>3</sup> /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
4	101.32	0.038	0.037	0.010	0.28
8	112.64	0.078	0.070	0.033	0.42
12	123.95	0.122	0.099	0.065	0.53
16	135.27	0.170	0.125	0.106	0.63
20	146.59	0.220	0.150	0.155	0.71
24	157.91	0.274	0.173	0.213	0.78
28	169.23	0.330	0.195	0.278	0.84
32	180.55	0.390	0.216	0.352	0.90
36	191.86	0.454	0.236	0.434	0.96
40	203.18	0.520	0.256	0.524	1.01
44	214.50	0.590	0.275	0.623	1.06
48	225.82	0.663	0.293	0.731	1.10
52	237.14	0.739	0.311	0.848	1.15
56	248.45	0.818	0.329	0.975	1.19
60	259.77	0.900	0.347	1.110	1.23
64	271.09	0.986	0.364	1.256	1.27
68	282.41	1.075	0.381	1.411	1.31
72	293.73	1.167	0.397	1.576	1.35
76	305.05	1.262	0.414	1.752	1.39
80	316.36	1.361	0.430	1.938	1.42

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
79.84	315.90	1.356	0.429	1.930	1.42



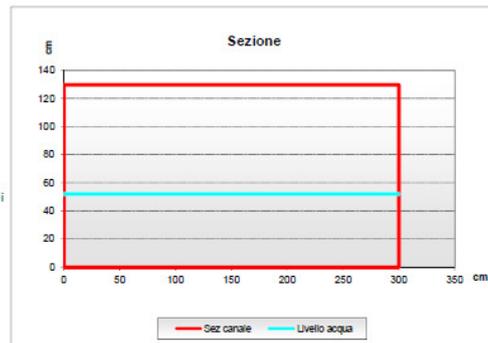
*Portata max in grado di transitare nel raccordo a "T"*

Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 300x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 20 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 130 cm.

Come si può osservare dalla figura seguente l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 52 cm, a fronte di un'altezza utile di 130 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari a 40%; l'opera risulta pertanto verificata.

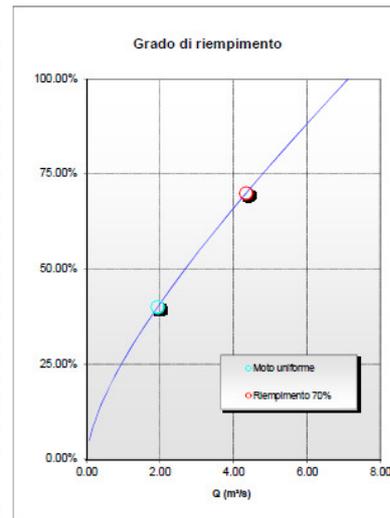
Dati della sezione		
H=	130	cm (Altezza sezione)
b=	300	cm (Base minore sezione)
B=	300	cm (Base maggiore)
Angolo	0	gradi
Area	3.90	m <sup>2</sup>
Pendenza	0.11	%
Ks	70	m <sup>1/2</sup> s <sup>-1</sup> Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.93	m <sup>3</sup> /s



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
6.5	313.00	0.195	0.062	0.071	0.36
13	326.00	0.390	0.120	0.220	0.56
19.5	339.00	0.585	0.173	0.421	0.72
26	352.00	0.780	0.222	0.663	0.85
32.5	365.00	0.975	0.267	0.939	0.96
39	378.00	1.170	0.310	1.243	1.06
45.5	391.00	1.365	0.349	1.571	1.15
52	404.00	1.560	0.386	1.921	1.23
58.5	417.00	1.755	0.421	2.288	1.30
65	430.00	1.950	0.453	2.672	1.37
71.5	443.00	2.145	0.484	3.071	1.43
78	456.00	2.340	0.513	3.482	1.49
84.5	469.00	2.535	0.541	3.905	1.54
91	482.00	2.730	0.566	4.339	1.59
97.5	495.00	2.925	0.591	4.782	1.63
104	508.00	3.120	0.614	5.234	1.68
110.5	521.00	3.315	0.636	5.693	1.72
117	534.00	3.510	0.657	6.160	1.76
123.5	547.00	3.705	0.677	6.634	1.79
130	560.00	3.900	0.696	7.114	1.82

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
52.17	404.35	1.565	0.387	1.930	1.23



### Verifica a moto uniforme del tombino IDAY5

## IDAY6 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA16

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY6, posizionata alla progressiva 4+595

### Inquadramento territoriale e assetto geometrico

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Castegnato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA16 è costituita da un tombino scatolare, avente base pari a 400 e altezza pari a 200 cm, suddiviso in una canna destinata a passo uomo di dimensioni 200x200 cm e in una canna di dimensioni 175x200 cm che consente l'attraversamento idraulico del tracciato stradale, a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da una canaletta prefabbricata in cls del tipo Bertazzoli 90.

La geometria del canale originario nei tratti a monte e a valle dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale di monte è in terra a sezione trapezia, di dimensioni base maggiore 200 cm base minore 80 cm altezza 70 cm, mentre il canale di valle, in terra a sezione trapezia, presenta le seguenti dimensioni: base maggiore 260 cm base minore 100 cm altezza 90 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.6%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare avente base pari a 400 e altezza pari a 200 cm,

	Doc. N. Allegato A13.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 22 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	--------------------

suddiviso in una canna destinata a passo uomo di dimensioni 200x200 cm e in una canna di dimensioni 175x200 cm che consente l'attraversamento idraulico del tracciato stradale, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con una canaletta prefabbricata in cls del tipo Bertazzoli 90..

### ***Definizione delle portate di progetto***

La portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari alla minima portata transitante (piene rive) risultante dalle verifiche idrauliche, in condizioni di moto uniforme, eseguite all'interno dei singoli tratti (canalette e tombino idraulico) delle opere in progetto.

Di seguito vengono riportati i valori delle portate a piene rive transitanti per i diversi tratti di inalveazione:

- *Canaletta Bertazzoli 90 nel tratto a monte del tombino: pendenza 0.41%, portata 1.42 m<sup>3</sup>/s;*
- *Tombino scatolare 1.75x2.00 m: pendenza 0.41%, portata 4.70 m<sup>3</sup>/s (considerando un grado di riempimento del 75% e affossamento di 67 cm);*

La portata di progetto da assumere è quindi: portata di progetto: 1.41 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### ***Verifiche idrauliche***

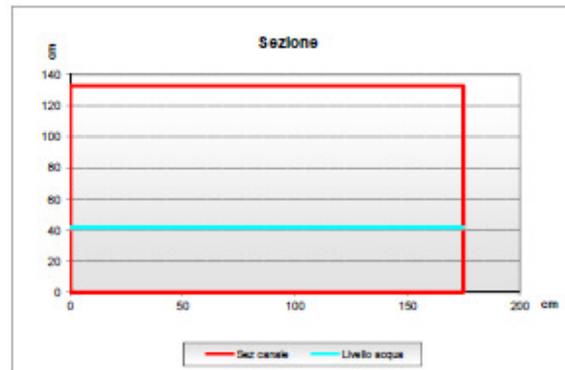
#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 400x200 cm, suddiviso in passo uomo di dimensioni 200x200 cm e canala idraulico di dimensioni 175x200 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 67 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 133 cm.

Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 41.95 cm, a fronte di un'altezza utile di 133 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari a 31%; l'opera risulta pertanto verificata.

## Dati della sezione

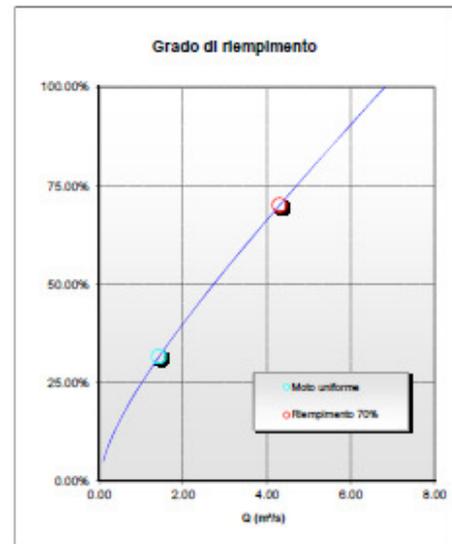
H=	133	cm	(Altezza sezione)
b=	175	cm	(Base minore sezione)
B=	175	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	2.33	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.41	%	
Ks	70	m <sup>1/2</sup> s <sup>-1</sup>	Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.42	m <sup>3</sup> /s	



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
6.65	188.30	0.116	0.062	0.082	0.70
13.3	201.60	0.233	0.115	0.247	1.06
19.95	214.90	0.349	0.162	0.466	1.33
26.6	228.20	0.466	0.204	0.723	1.55
33.25	241.50	0.582	0.241	1.010	1.74
39.9	254.80	0.698	0.274	1.320	1.89
46.55	268.10	0.815	0.304	1.650	2.03
53.2	281.40	0.931	0.331	1.996	2.14
59.85	294.70	1.047	0.355	2.355	2.25
66.5	308.00	1.164	0.378	2.726	2.34
73.15	321.30	1.280	0.398	3.107	2.43
79.8	334.60	1.397	0.417	3.496	2.50
86.45	347.90	1.513	0.435	3.892	2.57
93.1	361.20	1.629	0.451	4.295	2.64
99.75	374.50	1.746	0.466	4.704	2.69
106.4	387.80	1.862	0.480	5.117	2.75
113.05	401.10	1.978	0.493	5.536	2.80
119.7	414.40	2.095	0.505	5.958	2.84
126.35	427.70	2.211	0.517	6.384	2.89
133	441.00	2.328	0.528	6.813	2.93

La portata di progetto deflusce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
41.95	258.89	0.734	0.284	1.420	1.93



## Verifica a moto uniforme tombino IDAY6

## Verifica Canaletta di Progetto

La verifica idraulica del nuovo tratto di canalizzazione risulta soddisfatta nell'ipotesi che la portata massima transitabile all'interno della canaletta sia maggiore o uguale alla portata di progetto di 1.42 m<sup>3</sup>/s. La massima portata transitabile a piene rive, in condizioni di moto uniforme, per una canaletta Bertazzoli 90 con pendenza del 0.41%, risulta esattamente uguale al limite di portata imposto per il sistema idraulico in oggetto, pari a 1.42 m<sup>3</sup>/s.

## IDAY7 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA17

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY7, posizionata alla progressiva 4+604

## Inquadramento territoriale e assetto geometrico

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Castegnato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA17 è costituita da un tombino 3.00x1.50 m a monte del quale è realizzata una inalveazione costituita da un canale in terra avente dimensioni pari a 350 cm in testa, 190 cm alla base e 80 cm di profondità, con pendenza pari allo 0.20%;

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia (base maggiore 350 cm base minore 160 cm altezza 100 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il

canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.2%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti

### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 3.00x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con un canale in terra di dimensioni base maggiore 350 cm, base minore 190 cm e altezza 80 cm.

### Definizione delle portate di progetto

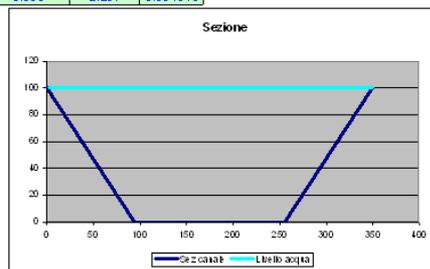
Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale posta a monte del tombino. Tale valore, considerate le dimensioni medie del canale pari a 3.50 m in testa, 1.60 m alla base e 1.00 m di profondità ed una pendenza pari a 0.1%, pendenza calcolata nel tratto immediatamente a monte dell'intervento, è risultata pari a: Portata a piene rive: 2.26 m<sup>3</sup>/s

Dati della sezione		
H=	100	cm (Altezza sezione)
b=	160	cm (Base minore sezione)
B=	350	cm (Base maggiore)
Angolo	43.553279	gradi
Area=	2.55	m <sup>2</sup>
Pendenza	0.1	%
K	40	Coefficiente di scabrezza di Gouckler - Strickler
Portata di progetto	2.257	m <sup>3</sup> /sec

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (m <sup>3</sup> /sec)	Velocità (m/sec)
5	173.80	0.082	0.047	0.013647	0.165666
10	187.60	0.170	0.090	0.0431742	0.254704
15	201.39	0.261	0.130	0.084758	0.324257
20	215.19	0.358	0.166	0.1369954	0.382637
25	228.99	0.459	0.201	0.1991586	0.433499
30	242.79	0.566	0.233	0.27084	0.478883
35	256.59	0.676	0.264	0.3518131	0.520076
40	270.39	0.792	0.293	0.4419641	0.557953
45	284.18	0.913	0.321	0.5412535	0.593139
50	297.98	1.038	0.348	0.6496931	0.6261
55	311.78	1.168	0.374	0.7673309	0.657188
60	325.58	1.302	0.400	0.8942416	0.686682
65	339.38	1.442	0.425	1.0305194	0.714802
70	353.17	1.586	0.449	1.1762731	0.741726
75	366.97	1.735	0.473	1.331623	0.7676
80	380.77	1.888	0.496	1.4966976	0.792546
85	394.57	2.047	0.519	1.6716321	0.816664
90	408.37	2.210	0.541	1.8565669	0.84004
95	422.17	2.378	0.563	2.0516463	0.862748
100	435.96	2.551	0.585	2.2570174	0.884851

La portata di progetto dell'opera con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (m <sup>3</sup> /sec)	Velocità (m/sec)
100.00	435.96	2.551	0.585	2.257	0.884848



Calcolo portata a piene rive canale in terra 350x160x100 pendenza 0.1%

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

#### Verifica Tombino scatolare

Vengono di seguito riportati i risultati ottenuti dalle verifiche condotte in moto uniforme del tombino scatolare 3.00x1.50, poso alla progressiva 4+603. L'opera, avente una pendenza pari allo 1.00%, è caratterizzata da un affossamento pari a 58 cm, l'altezza utile del tombino risulta pertanto pari a 92 cm.

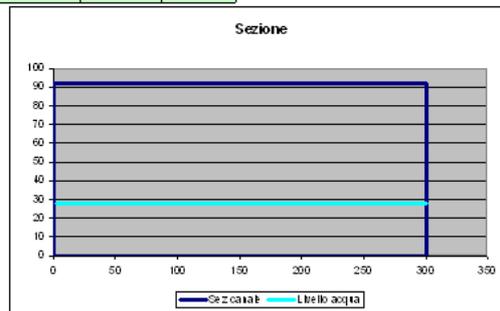
Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 28.09 cm, a fronte di un'altezza utile di 92. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari a 30%; l'opera risulta pertanto verificata.

Dati della sezione			
H=	92	cm	(Altezza sezione)
b=	300	cm	(Base minore sezione)
B=	300	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area	2.76	m <sup>2</sup>	
Pendenza	1	%	
K	70		Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
Portata di progetto	2.257	m <sup>3</sup> /sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /sec)	Velocità (m/sec)
4.6	309.20	0.138	0.045	0.1215449	0.88076
9.2	318.40	0.276	0.087	0.3784116	1.371057
13.8	327.60	0.414	0.126	0.729798	1.762797
18.4	336.80	0.552	0.164	1.1572178	2.096409
23	346.00	0.690	0.199	1.6486525	2.389351
27.6	355.20	0.828	0.233	2.1953308	2.651366
32.2	364.40	0.966	0.265	2.7904506	2.888665
36.8	373.60	1.104	0.296	3.428535	3.105557
41.4	382.80	1.242	0.324	4.1050591	3.305201
46	392.00	1.380	0.352	4.8162143	3.49001
50.6	401.20	1.518	0.378	5.5587487	3.66189
55.2	410.40	1.656	0.404	6.329854	3.822376
59.8	419.60	1.794	0.428	7.1270825	3.972733
64.4	428.80	1.932	0.451	7.9482843	4.114019
69	438.00	2.070	0.473	8.7915586	4.24713
73.6	447.20	2.208	0.494	9.6552152	4.372833
78.2	456.40	2.346	0.514	10.537744	4.491792
82.8	465.60	2.484	0.534	11.437788	4.604585
87.4	474.80	2.622	0.552	12.354127	4.711719
92	484.00	2.760	0.570	13.285654	4.813643

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /sec)	Velocità (m/sec)
28.09	356.19	0.843	0.237	2.257	2.677936



Verifica a moto uniforme IDAY7

### Verifica canale in terra rivestito

Analogamente è stata verificata la sezione di deflusso (a monte del tombino) della nuova inalveazione che, a quanto visibile nella figura seguente, riesce a contenere la portata di progetto, essendo la massima portata transitabile maggiore rispetto alla portata di progetto (2.26 m<sup>3</sup>/s)

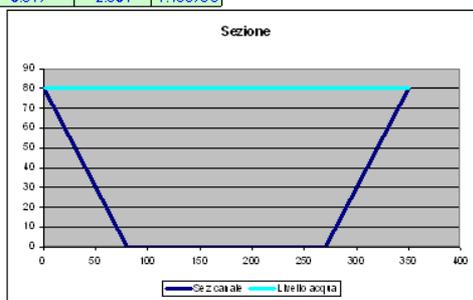
**Dati della sezione**

H=	80	cm	(Altezza sezione)
b=	190	cm	(Base minore sezione)
B=	350	cm	(Base maggiore)
Angolo	45.022825	gradi	
Area	2.16	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.2	%	
K	40		Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
Portata di progetto	2.5	m <sup>3</sup> /sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /sec)	Velocità (m/sec)
4	201.32	0.078	0.039	0.0158405	0.204126
8	212.64	0.158	0.074	0.0501686	0.316711
12	223.95	0.242	0.108	0.0984896	0.406291
16	235.27	0.330	0.140	0.1590562	0.482544
20	246.59	0.420	0.170	0.230884	0.549682
24	257.91	0.514	0.199	0.313355	0.61006
28	269.23	0.610	0.227	0.4060632	0.665173
32	280.55	0.710	0.253	0.5087376	0.716046
36	291.86	0.814	0.279	0.6211999	0.763423
40	303.18	0.920	0.303	0.7433371	0.807863
44	314.50	1.030	0.327	0.8750847	0.8498
48	325.82	1.143	0.351	1.0164147	0.889576
52	337.14	1.259	0.373	1.167327	0.927469
56	348.45	1.378	0.395	1.3278435	0.963707
60	359.77	1.500	0.417	1.4980034	0.998478
64	371.09	1.626	0.438	1.6778598	1.031941
68	382.41	1.755	0.459	1.8674772	1.06423
72	393.73	1.887	0.479	2.0669288	1.095461
76	405.05	2.022	0.499	2.2762957	1.125731
80	416.36	2.161	0.519	2.495665	1.155128

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /sec)	Velocità (m/sec)
80.09	416.61	2.164	0.519	2.501	1.155756



*Calcolo portata massima transitabile nelle canalizzazioni in terra*

## IDAY8 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA18

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY8, posizionata alla progressiva 5+195

### *Inquadramento territoriale e assetto geometrico*

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Castegnato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA18 è costituita da un tombino 1.50x1.50 m a monte e a valle del quale è realizzata una inalveazione costituita da una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 90.

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in calcestruzzo a sezione rettangolare (base 59 cm e altezza 53 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.3%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

### *Situazione di progetto*

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 1.50x1.50 m, prolungamento di quello esistente, e una nuova inalveazione a monte e a valle del tombino, delle medesime caratteristiche di quella esistente, ovvero realizzata con una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 90.

### Definizione delle portate di progetto

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale posta a monte del tombino.

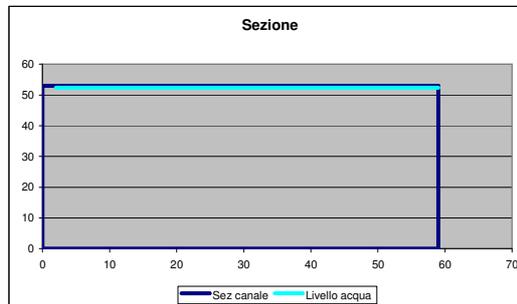
#### Dati della sezione

H=	53	cm	(Altezza sezione)
b=	59	cm	(Base minore sezione)
B=	59	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area=	0.31	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.3	%	
K	70		Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
Portata di progetto	0.39	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
2.65	64.30	0.016	0.024	0.0050313	0.321798
5.3	69.60	0.031	0.045	0.0151518	0.484549
7.95	74.90	0.047	0.063	0.0283598	0.604621
10.6	80.20	0.063	0.078	0.0437662	0.699811
13.25	85.50	0.078	0.091	0.0608314	0.778144
15.9	90.80	0.094	0.103	0.0791924	0.844178
18.55	96.10	0.109	0.114	0.0985908	0.900825
21.2	101.40	0.125	0.123	0.1188356	0.950077
23.85	106.70	0.141	0.132	0.1397815	0.993366
26.5	112.00	0.156	0.140	0.1613156	1.03176
29.15	117.30	0.172	0.147	0.1833486	1.066073
31.8	122.60	0.188	0.153	0.2058086	1.096944
34.45	127.90	0.203	0.159	0.2286373	1.124879
37.1	133.20	0.219	0.164	0.2517865	1.150288
39.75	138.50	0.235	0.169	0.2752162	1.173505
42.4	143.80	0.250	0.174	0.2988931	1.194808
45.05	149.10	0.266	0.178	0.3227886	1.214427
47.7	154.40	0.281	0.182	0.3468788	1.232558
50.35	159.70	0.297	0.186	0.3711429	1.249366
53	165.00	0.313	0.190	0.3955632	1.264993

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
52.40	163.80	0.309	0.189	0.390	1.261542



Portata a piene rive di progetto

Risulta: portata a piene rive di progetto: 0.39 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 150x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 30 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 120 cm.

Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 22 cm, a fronte di un'altezza utile di 120 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari a 18%; l'opera risulta pertanto verificata.

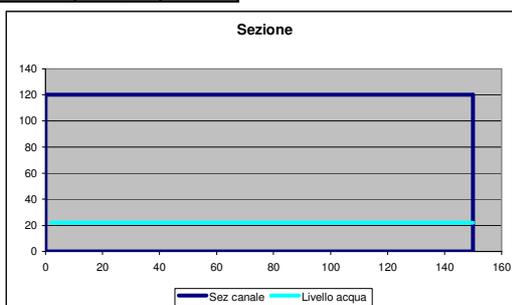
**Dati della sezione**

<b>H =</b>	120	cm	(Altezza sezione)
<b>b =</b>	150	cm	(Base minore sezione)
<b>B =</b>	150	cm	(Base maggiore)
<b>Angolo =</b>	0	gradi	
<b>Area =</b>	1.80	m <sup>2</sup>	
<b>Pendenza =</b>	0.3	%	
<b>K =</b>	70		Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
<b>Portata di progetto</b>	0.39	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
6	162.00	0.090	0.056	0.0502404	0.558226
12	174.00	0.180	0.103	0.1520828	0.844904
18	186.00	0.270	0.145	0.2859278	1.058992
24	198.00	0.360	0.182	0.442982	1.230505
30	210.00	0.450	0.214	0.6178267	1.372948
36	222.00	0.540	0.243	0.8067636	1.494007
42	234.00	0.630	0.269	1.0071226	1.598607
48	246.00	0.720	0.293	1.2169034	1.690144
54	258.00	0.810	0.314	1.4345661	1.771069
60	270.00	0.900	0.333	1.6589005	1.843223
66	282.00	0.990	0.351	1.8889389	1.908019
72	294.00	1.080	0.367	2.1238966	1.966571
78	306.00	1.170	0.382	2.3631293	2.019769
84	318.00	1.260	0.396	2.6061025	2.068335
90	330.00	1.350	0.409	2.8523687	2.112866
96	342.00	1.440	0.421	3.1015497	2.153854
102	354.00	1.530	0.432	3.3533242	2.191715
108	366.00	1.620	0.443	3.6074166	2.2268
114	378.00	1.710	0.452	3.8635896	2.259409
120	390.00	1.800	0.462	4.1216373	2.289798

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (ml)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
22.05	194.10	0.331	0.170	0.390	1.17842



### Verifica a moto uniforme IDAY8

#### Verifica Canaletta di Progetto

Considerata la pendenza di progetto della canaletta pari a 0.3% nell'inalveazione sia nel tratto a monte che a valle, la portata massima in grado di transitare all'interno della canaletta risulta pari a 1.21 m<sup>3</sup>/s (>0.39 m<sup>3</sup>/s).

Essendo la portata massima transitabile superiore alla portata di progetto del relativo tratto, la verifica risulta soddisfatta.

## IDAY9 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA19

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAY9, posizionata alla progressiva 5+206

#### Inquadramento territoriale e assetto geometrico

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Castegnato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA19 è costituita da un tombino 2.50x1.50 m, con setto centrale di altezza 1.10 m allo scopo di mantenere separate le due portate transitanti, a monte e a valle del quale sono realizzate due inalveazioni costituite da canalette prefabbricate in cls tipo Bertazzoli 90.

La geometria del canale principale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è

in terra a sezione trapezia (base maggiore 260 cm base minore 80 cm altezza 60 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.45%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti. Il canale privato originale in cls risulta avere forma rettangolare (70 cm di base e 50 cm di altezza) e pendenza pari allo 0.33%.

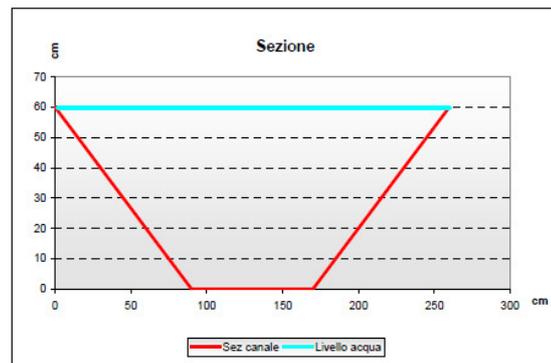
### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e raddoppio della carreggiata del lotto 0A è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 2.50x1.50 m, con setto centrale di altezza 1.10 m allo scopo di mantenere separate le due portate transitanti, prolungamento di quello esistente, e due nuove inalveazioni a monte e a valle del tombino, delle medesime caratteristiche di quelle esistenti, ovvero realizzate con una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 90.

### Definizione delle portate di progetto

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale principale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale esistente a monte dell'intervento. Tale sezione ha dimensione 260x80x60 cm e pendenza media del fondo dello 0.45%.

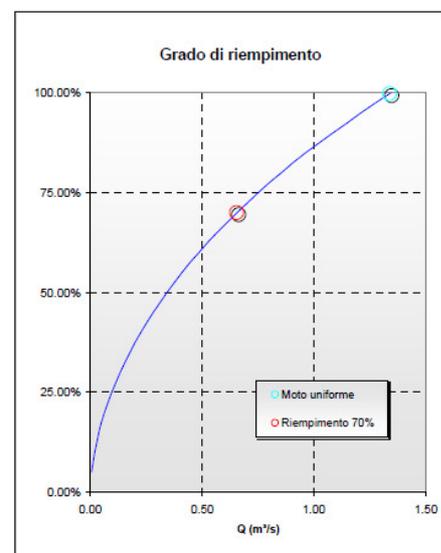
Dati della sezione		
H=	60	cm (Altezza sezione)
b=	80	cm (Base minore sezione)
B=	260	cm (Base maggiore)
Angolo	56.338494	gradi
Area	1.02	m <sup>2</sup>
Pendenza	0.45	%
Ks	40	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.34	m <sup>3</sup> /s



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
3	90.82	0.025	0.028	0.006	0.25
6	101.65	0.053	0.053	0.020	0.38
9	112.47	0.084	0.075	0.040	0.48
12	123.30	0.118	0.095	0.066	0.56
15	134.12	0.154	0.115	0.097	0.63
18	144.95	0.193	0.133	0.135	0.70
21	155.77	0.234	0.150	0.178	0.76
24	166.60	0.278	0.167	0.227	0.81
27	177.42	0.325	0.183	0.282	0.87
30	188.25	0.375	0.199	0.343	0.92
33	199.07	0.428	0.215	0.411	0.96
36	209.90	0.483	0.230	0.486	1.01
39	220.72	0.540	0.245	0.567	1.05
42	231.55	0.601	0.260	0.656	1.09
45	242.37	0.664	0.274	0.752	1.13
48	253.20	0.730	0.288	0.855	1.17
51	264.02	0.799	0.302	0.966	1.21
54	274.85	0.870	0.316	1.084	1.25
57	285.67	0.944	0.330	1.210	1.28
60	296.49	1.021	0.344	1.345	1.32

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
59.88	296.06	1.017	0.344	1.339	1.32

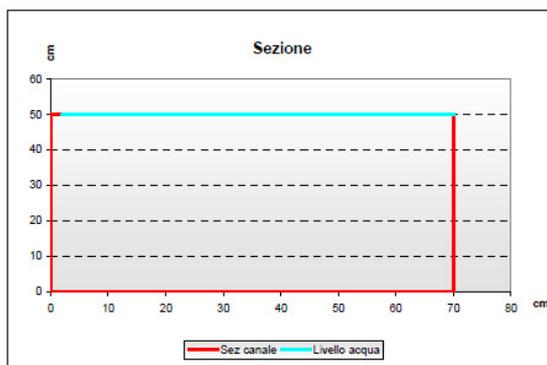


### Portata a piene rive inalveazione principale

Risulta: portata a piene rive di progetto canale principale: 1.34 m<sup>3</sup>/s

Anche per quanto riguarda il canale privato in cls, il calcolo della portata di progetto (pari alla portata a piene rive) assunta per le verifiche idrauliche è stato eseguito a moto uniforme.

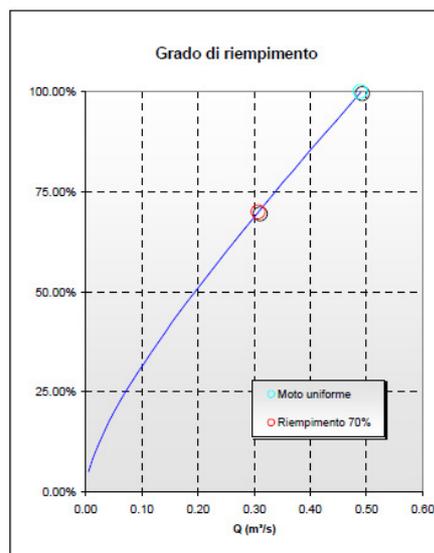
Dati della sezione		
H=	50	cm (Altezza sezione)
b=	70	cm (Base minore sezione)
B=	70	cm (Base maggiore)
Angolo	0	gradi
Area	0.35	m <sup>2</sup>
Pendenza	0.33	%
Ks	70	m <sup>3/5</sup> s <sup>-1</sup> Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	0.49	m <sup>3</sup> /s



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
2.5	75.00	0.018	0.023	0.006	0.33
5	80.00	0.035	0.044	0.017	0.50
7.5	85.00	0.053	0.062	0.033	0.63
10	90.00	0.070	0.078	0.051	0.73
12.5	95.00	0.088	0.092	0.072	0.82
15	100.00	0.105	0.105	0.094	0.89
17.5	105.00	0.123	0.117	0.118	0.96
20	110.00	0.140	0.127	0.142	1.02
22.5	115.00	0.158	0.137	0.168	1.07
25	120.00	0.175	0.146	0.195	1.11
27.5	125.00	0.193	0.154	0.222	1.16
30	130.00	0.210	0.162	0.250	1.19
32.5	135.00	0.228	0.169	0.279	1.23
35	140.00	0.245	0.175	0.308	1.26
37.5	145.00	0.263	0.181	0.338	1.29
40	150.00	0.280	0.187	0.368	1.31
42.5	155.00	0.298	0.192	0.398	1.34
45	160.00	0.315	0.197	0.429	1.36
47.5	165.00	0.333	0.202	0.460	1.38
50	170.00	0.350	0.206	0.491	1.40

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
49.97	169.94	0.350	0.206	0.490	1.40



### Portata a piene rive in alveazione irrigua

Risulta: portata a piene rive di progetto canale in cls irriguo: 0.49 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

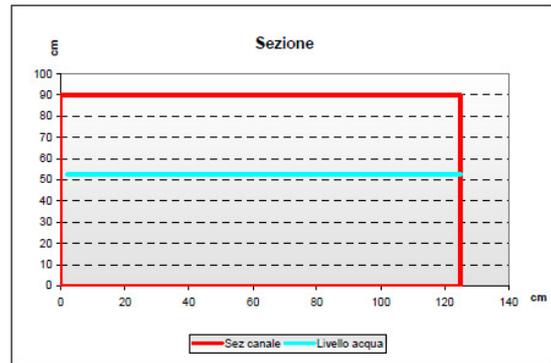
## Verifiche idrauliche

### Verifica Tombino scatolare

L'opera di attraversamento è caratterizzata dalla presenza di un setto centrale di altezza 1.10 m che suddivide il tombino in due varchi idraulici separati, di larghezza 1.25 m, che verranno verificati distintamente in base alle portate di progetto precedentemente individuate. Il tombino risulta affossato mediamente di 30 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 90 cm.

Considerando il varco idraulico interessato dalla portata di 1.34 m<sup>3</sup>/s la verifica è riportata nella figura seguente.

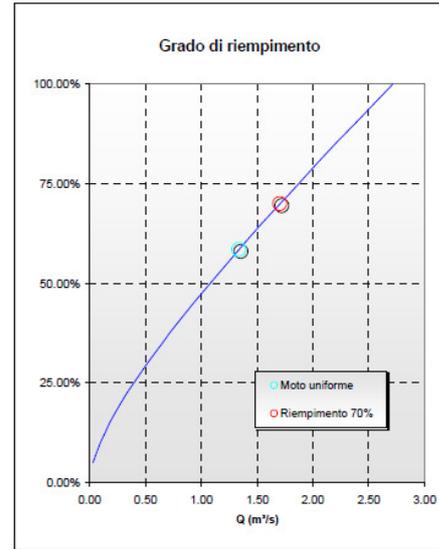
Dati della sezione		
H=	90	cm (Altezza sezione)
b=	125	cm (Base minore sezione)
B=	125	cm (Base maggiore)
Angolo	0	gradi
Area	1.13	m <sup>2</sup>
Pendenza	0.45	%
Ks	70	m <sup>1/3</sup> s <sup>-1</sup> Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	1.34	m <sup>3</sup> /s



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
4.5	134.00	0.056	0.042	0.032	0.57
9	143.00	0.113	0.079	0.097	0.86
13.5	152.00	0.169	0.111	0.183	1.08
18	161.00	0.225	0.140	0.285	1.26
22.5	170.00	0.281	0.165	0.398	1.42
27	179.00	0.338	0.189	0.521	1.54
31.5	188.00	0.394	0.209	0.652	1.66
36	197.00	0.450	0.228	0.790	1.75
40.5	206.00	0.506	0.246	0.933	1.84
45	215.00	0.563	0.262	1.080	1.92
49.5	224.00	0.619	0.276	1.232	1.99
54	233.00	0.675	0.290	1.388	2.06
58.5	242.00	0.731	0.302	1.546	2.11
63	251.00	0.788	0.314	1.707	2.17
67.5	260.00	0.844	0.325	1.871	2.22
72	269.00	0.900	0.335	2.037	2.26
76.5	278.00	0.956	0.344	2.204	2.31
81	287.00	1.013	0.353	2.374	2.34
85.5	296.00	1.069	0.361	2.545	2.38
90	305.00	1.125	0.369	2.717	2.42

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
52.62	230.23	0.658	0.286	1.340	2.04



### Verifica a moto uniforme del varco idraulico canale principale IDAY9

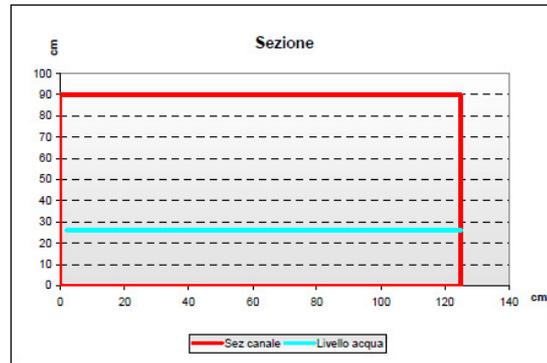
La verifica risulta soddisfatta nell'ipotesi che l'altezza di deflusso a moto uniforme sia inferiore all'altezza utile di 90 cm. L'altezza di deflusso risulta pari a circa 53 cm, ciò si traduce in un franco di 37 cm.

Considerando il varco idraulico interessato dalla portata di 0.49 m<sup>3</sup>/s la verifica è riportata nella figura seguente.

La verifica risulta soddisfatta nell'ipotesi che l'altezza di deflusso a moto uniforme sia inferiore all'altezza utile di 90 cm. L'altezza di deflusso risulta pari a circa 26 cm, ciò si traduce in un franco di 64 cm.

Entrambi gli attraversamenti idraulici risultano verificati.

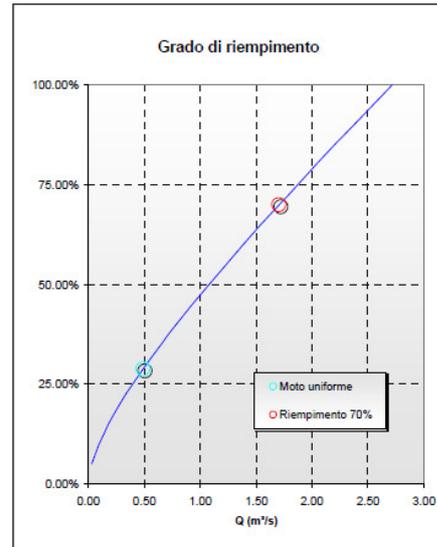
Dati della sezione		
H=	90	cm (Altezza sezione)
b=	125	cm (Base minore sezione)
B=	125	cm (Base maggiore)
Angolo	0	gradi
Area	1.13	m <sup>2</sup>
Pendenza	0.45	%
Ka	70	m <sup>3/2</sup> s <sup>-1</sup> Coefficiente di scabrezza di Gauckler-Strickler
Portata di progetto	0.49	m <sup>3</sup> /s



H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
4.5	134.00	0.056	0.042	0.032	0.57
9	143.00	0.113	0.079	0.097	0.86
13.5	152.00	0.169	0.111	0.183	1.08
18	161.00	0.225	0.140	0.285	1.26
22.5	170.00	0.281	0.165	0.398	1.42
27	179.00	0.338	0.189	0.521	1.54
31.5	188.00	0.394	0.209	0.652	1.66
36	197.00	0.450	0.228	0.790	1.75
40.5	206.00	0.506	0.246	0.933	1.84
45	215.00	0.563	0.262	1.080	1.92
49.5	224.00	0.619	0.276	1.232	1.99
54	233.00	0.675	0.290	1.388	2.06
58.5	242.00	0.731	0.302	1.546	2.11
63	251.00	0.788	0.314	1.707	2.17
67.5	260.00	0.844	0.325	1.871	2.22
72	269.00	0.900	0.335	2.037	2.26
76.5	278.00	0.956	0.344	2.204	2.31
81	287.00	1.013	0.353	2.374	2.34
85.5	296.00	1.069	0.361	2.545	2.38
90	305.00	1.125	0.369	2.717	2.42

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato (cm)	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /s)	Velocità (m/s)
25.89	176.78	0.324	0.183	0.490	1.51



### Verifica a moto uniforme del varco idraulico canale privato irriguo IDAY9

#### Verifica Canaletta di Progetto

Considerata la pendenza di progetto della canaletta pari a:

- 0.42% nel tratto di inalveazione principale a monte del tombino (canaletta Bertazzoli 90);
- 0.43% nel tratto di inalveazione principale a valle del tombino (canaletta Bertazzoli 90);
- 2.23% nel tratto di inalveazione irrigua a monte del tombino (canaletta Bertazzoli 90);
- 0.05% nel tratto di inalveazione irrigua a valle del tombino (canaletta Bertazzoli 90).

La portata massima in grado di transitare all'interno della canaletta risulta pari a:

- 1.44 m<sup>3</sup>/s nel tratto di inalveazione principale con pendenza dello 0.42% (>1.34 m<sup>3</sup>/s);
- 1.45 m<sup>3</sup>/s nel tratto di inalveazione principale con pendenza dello 0.43% (>1.34 m<sup>3</sup>/s);
- 3.31 m<sup>3</sup>/s nel tratto di inalveazione irrigua con pendenza del 2.23% (>0.49 m<sup>3</sup>/s);
- 0.50 m<sup>3</sup>/s nel tratto di inalveazione irrigua con pendenza dello 0.05% (>0.49 m<sup>3</sup>/s).

Essendo la portata massima transitabile superiore alla portata di progetto del relativo tratto, la verifica risulta soddisfatta.

	Doc. N. Allegato A13.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 33 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	--------------------

## **IDAZ0 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA20**

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAZ0, posizionata sotto la rampa BB-BS alla progressiva 0+682 e sotto le rampe A4-BB, BS-BB, BB-A4

### ***Inquadramento territoriale e assetto geometrico***

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Castegnato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA20 è costituita da due tombini scatolari prefabbricati accostati con base ed altezza pari a 150 cm, a monte dei quali è realizzata una vasca di calma in cls e una deviazione del canale in terra esistente con una riprofilatura avente base maggiore 250 cm, base minore 90 cm e altezza 80 cm, rivestita al fondo e alle scarpate fino ad una altezza di 40 cm dal fondo; a valle dei tombini è realizzato con canale a "U" dal quale si diparte un canale in terra rivestito e una canaletta irrigua in direzione ovest realizzata con canaletta prefabbricata tipo Bertazzoli 90.

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia (base maggiore 3.10 m base minore 1.10 m altezza 75 m). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.15%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

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

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e le rampe dell'interconnessione con l'autostrada A4 è prevista la realizzazione di:

a monte dei tombini esistenti, a sottopassare le rampe A4-BB e BS-BB, due tombini scatolari prefabbricati accostati con base ed altezza pari a 150 cm, quindi con le medesime caratteristiche, a loro collegati tramite canale a U;

a monte dei due nuovi tombini una vasca di calma in cls;

a valle dei tombini esistenti, a sottopassare la rampa BB-A4, due tombini scatolari prefabbricati accostati con base ed altezza pari a 150 cm, quindi con le medesime caratteristiche, collegati al canale ad U esistente tramite canalette prefabbricate tipo Bertazzoli 90.

### ***Definizione delle portate di progetto***

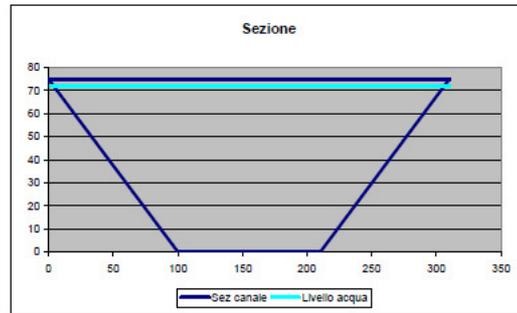
Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale esistente posto a monte del tombino. Tale sezione ha dimensione 310x110x75 cm e pendenza media del fondo dello 0.15%.

Dalla figura seguente si deduce che la portata a piene rive è pari a 1.30 m<sup>3</sup>/s.

**Dati della sezione**

H=	75	cm	(Altezza sezione)
b=	110	cm	(Base minore sezione)
B=	310	cm	(Base maggiore)
Angolo	53.157051	gradi	
Area=	1.58	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.15	%	
K	40		Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
Portata di progetto	1.3	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
3.75	122.51	0.043	0.035	0.007176	0.1664
7.5	135.02	0.090	0.067	0.022925	0.2547
11.25	147.52	0.141	0.095	0.04547	0.3233
15	160.03	0.195	0.122	0.074268	0.3808
18.75	172.54	0.253	0.147	0.109111	0.43098
22.5	185.05	0.315	0.170	0.149941	0.4759
26.25	197.55	0.381	0.193	0.19678	0.51687
30	210.06	0.450	0.214	0.249699	0.55474
33.75	222.57	0.523	0.235	0.308799	0.59013
37.5	235.08	0.600	0.255	0.3742	0.62348
41.25	247.59	0.681	0.275	0.446037	0.65512
45	260.09	0.765	0.294	0.52445	0.68532
48.75	272.60	0.853	0.313	0.609589	0.71428
52.5	285.11	0.945	0.332	0.701605	0.74216
56.25	297.62	1.041	0.350	0.800653	0.76909
60	310.13	1.140	0.368	0.906888	0.79519
63.75	322.63	1.244	0.385	1.020469	0.82054
67.5	335.14	1.351	0.403	1.141552	0.84522
71.25	347.65	1.461	0.420	1.270295	0.8693
75	360.16	1.576	0.438	1.406856	0.89283



La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
72.09	350.43	1.486	0.424	1.300	0.87458

**Calcolo portata a piene rive**

Risulta: portata a piene rive di progetto: 1.30 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

**Verifiche idrauliche**
**Verifica Tombini scatolari**

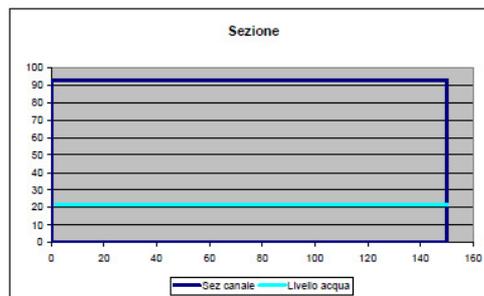
La verifica dei tombini si conduce considerando che la portata in arrivo da monte venga equamente ripartita tra i due scatolari: si considera quindi una portata di 0.65 m<sup>3</sup>/s.

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 150x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 55 cm rispetto al fondo del canale interferente (valore calcolato all'imbocco del tombino); l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 95 cm.

**Dati della sezione**

H=	93	cm	(Altezza sezione)
b=	150	cm	(Base minore sezione)
B=	150	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area=	1.40	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.86	%	
K	70		Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
Portata di progetto	0.65	mc/sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
4.65	159.30	0.070	0.044	0.056248	0.80643
9.3	168.60	0.140	0.083	0.171949	1.23261
13.95	177.90	0.209	0.118	0.326091	1.55838
18.6	187.20	0.279	0.149	0.509116	1.82479
23.25	196.50	0.349	0.177	0.714983	2.05013
27.9	205.80	0.419	0.203	0.939455	2.24482
32.55	215.10	0.488	0.227	1.17939	2.41555
37.2	224.40	0.558	0.249	1.432372	2.56697
41.85	233.70	0.628	0.269	1.696495	2.7025
46.5	243.00	0.698	0.287	1.970229	2.8247
51.15	252.30	0.767	0.304	2.252323	2.93558
55.8	261.60	0.837	0.320	2.54174	3.03673
60.45	270.90	0.907	0.335	2.837618	3.12944
65.1	280.20	0.977	0.349	3.139224	3.21477
69.75	289.50	1.046	0.361	3.445937	3.29361
74.4	298.80	1.116	0.373	3.757225	3.36669
79.05	308.10	1.186	0.385	4.072627	3.43464
83.7	317.40	1.256	0.396	4.391746	3.49801
88.35	326.70	1.325	0.406	4.714231	3.55724
93	336.00	1.395	0.415	5.039778	3.61274



La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
21.83	193.66	0.327	0.169	0.650	1.985

**Verifica a moto uniforme tombino scatolare**

	Doc. N. Allegato A13.doc	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO 35 di 38
--	-----------------------------	--------------------	------	--------------------

Come si può osservare dalla figura precedente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a 22 cm, a fronte di un'altezza utile di 95 cm. Il grado di riempimento, dato dal rapporto delle due grandezze, risulta pari a 23%; l'opera risulta pertanto verificata.

#### Verifica Canalette di Progetto

Considerata la pendenza di progetto della canaletta pari a 0.3% nell'inalveazione a valle, la portata massima in grado di transitare all'interno della canaletta risulta pari a 1.21 m<sup>3</sup>/s (>0.65 m<sup>3</sup>/s).

Essendo la portata massima transitabile superiore alla portata di progetto del relativo tratto, la verifica risulta soddisfatta.

### **IDA21 - Adeguamento Interferenza Idraulica IDA21**

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDA21, posizionata sotto la rampa BB-BS alla progressiva 0+960 e sotto le rampe BS-BB, A4-BB

#### ***Inquadramento territoriale e assetto geometrico***

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Castegnato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente IDA21 è costituita da un tombino 2.50x1.50 m a monte e a valle del quale è realizzata una inalveazione costituita da un canale in terra con dimensioni base maggiore 310 cm, base minore 150 cm e altezza 80 cm.

La geometria del canale originario nel tratto a cavallo dell'attraversamento autostradale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia (base maggiore 255 cm base minore 120 cm altezza 80 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0.4%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti.

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

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e le rampe suddette è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 2.50x1.50 m, prolungamento di quello esistente, un tombino scatolare 2.50x1.50 m a sottopassare la rampa A4-BB, delle medesime caratteristiche di quello esistente; i due tombini sono collegati da una nuova inalveazione realizzata con una canaletta prefabbricata in cls tipo Bertazzoli 90.

#### ***Definizione delle portate di progetto***

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale posta a monte del tombino.

Risulta: portata a piene rive di progetto: 3.10 m<sup>3</sup>/s

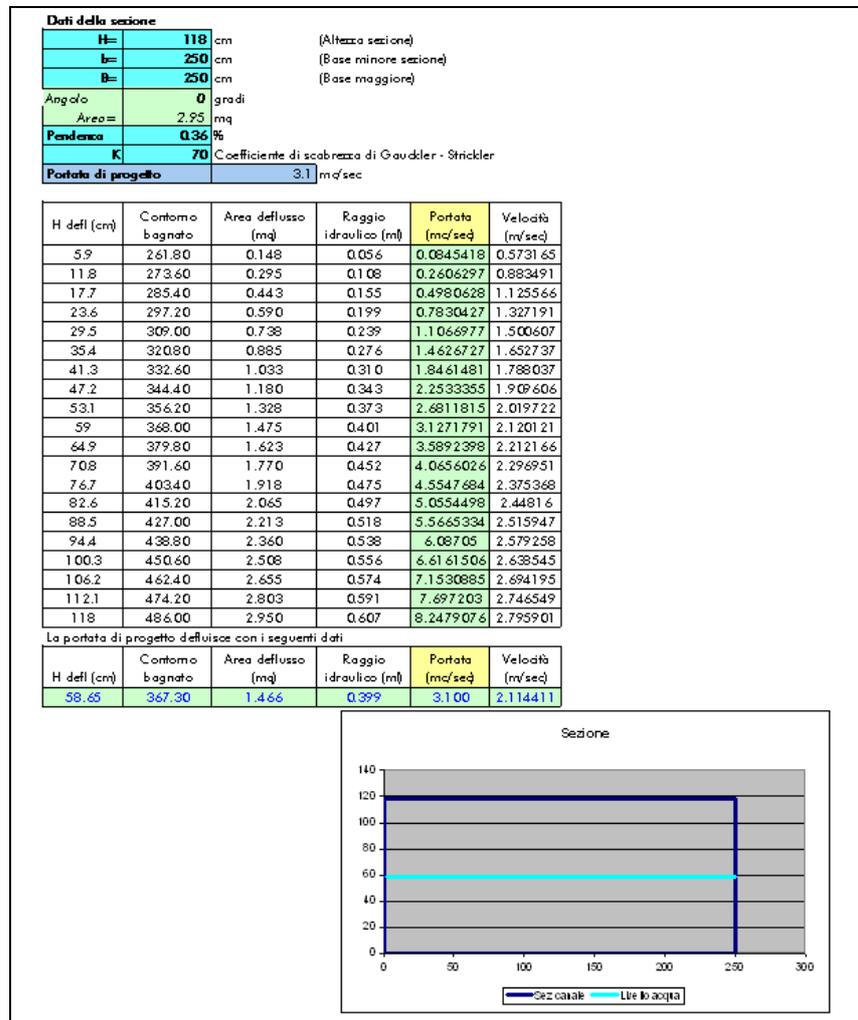
Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

#### ***Verifiche idrauliche***

##### Verifica Tombini scatolari

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 250x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 32 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 118 cm.

Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 58.65 cm, a fronte di un'altezza utile di 118 cm. Il grado di riempimento risulta pertanto pari a 49,70%; l'opera risulta pertanto verificata.



Verifica a moto uniforme IDAZ1

## IDAZ2

Il presente paragrafo costituisce l'illustrazione delle scelte operate per la progettazione e la verifica dell'opera idraulica IDAZ2, prolungamento del tombino idraulico esistente che sottopassa l'autostrada A4, opera posizionata sotto la rampa BB-A4 alla progressiva 0+605 e sotto la rampa A4-BB alla progressiva 0+501.

### Inquadramento territoriale e assetto geometrico

L'interferenza si sviluppa nel Comune di Castegnato, nel comprensorio gestito dal Consorzio di Bonifica Sinistra Oglio.

L'opera d'arte esistente che sottopassa l'autostrada A4 è costituita da un tombino 2.50x1.50 m a monte e a valle del quale è realizzata una inalveazione costituita da un canale in terra; la geometria di tale canale è stata descritta mediante apposite indagini di campagna dalle quali è risultato che il canale interferito è in terra a sezione trapezia (base maggiore 250 cm base minore 80 cm altezza 85 cm). Dai rilievi topografici, effettuati nell'ambito delle attività propedeutiche alla progettazione, è risultato che il canale presenta una pendenza media del fondo pari allo 0,2%. Il canale, nel tratto in esame, non presenta particolari manufatti interferenti

### Situazione di progetto

Per la risoluzione dell'interferenza tra le opere in oggetto e le rampe BB-A4 e A4-BB è prevista la realizzazione di un tombino scatolare 2.50x1.50 m, prolungamento di quello esistente.

### Definizione delle portate di progetto

Considerato l'elevato grado di artificialità del canale interferito, la portata di progetto assunta per la verifica dell'attraversamento autostradale è stata posta pari al valore della portata a piene rive, calcolata in condizioni di moto uniforme, a partire dalla geometria della sezione del canale posta a monte del tombino.

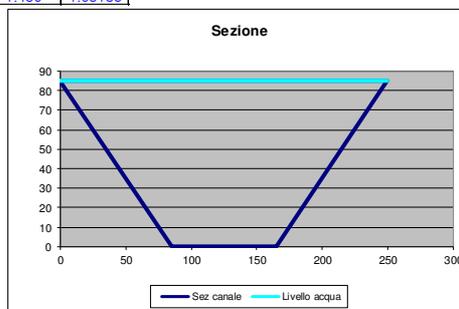
<b>Dati della sezione</b>	
H =	85 cm (Altezza sezione)
b =	80 cm (Bas e minore sezione)
B =	250 cm (Bas e maggiore)
Angolo	45.02282 gradi
Area =	1.40 mq
Pendenza	0.2%
K	40 Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler
<b>Portata di progetto</b>	1.45 mc/sec

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
4.25	92.03	0.036	0.039	0.007355	0.20541
8.5	104.05	0.075	0.072	0.023356	0.31046
12.75	116.08	0.118	0.102	0.046153	0.39023
17	128.10	0.165	0.129	0.075221	0.4561
21.25	140.13	0.215	0.154	0.110392	0.51299
25.5	152.15	0.269	0.177	0.151652	0.5636
29.75	164.18	0.327	0.199	0.19907	0.60956
34	176.20	0.388	0.220	0.25276	0.65196
38.25	188.23	0.452	0.240	0.312864	0.69153
42.5	200.26	0.521	0.260	0.379542	0.72881
46.75	212.28	0.593	0.279	0.452962	0.7642
51	224.31	0.668	0.298	0.533302	0.79799
55.25	236.33	0.747	0.316	0.620741	0.83042
59.5	248.36	0.830	0.334	0.715462	0.86168
63.75	260.38	0.917	0.352	0.81765	0.89192
68	272.41	1.007	0.370	0.92749	0.92125
72.25	284.44	1.100	0.387	1.045164	0.94979
76.5	296.46	1.198	0.404	1.170859	0.9776
80.75	308.49	1.299	0.421	1.304756	1.00476
85	320.51	1.403	0.438	1.447039	1.03133

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (mq)	Raggio idraulico (m)	Portata (mc/sec)	Velocità (m/sec)
85.09	320.75	1.405	0.438	1.450	1.03186

Deflusso



### Calcolo portata a piene rive

Risulta: portata a piene rive di progetto: 1.45 m<sup>3</sup>/s

Di seguito vengono riportati i risultati ottenuti dalle verifiche idrauliche.

### Verifiche idrauliche

#### Verifica Tombino scatolare

Dalle elaborazioni si sono desunti i seguenti risultati per la verifica in moto uniforme del tombino scatolare 250x150 cm. L'opera è caratterizzata da un affossamento di 50 cm rispetto al fondo del canale interferente, l'altezza utile per le verifiche risulta quindi essere pari a 100 cm.

Come si può osservare dalla figura seguente, l'altezza di deflusso all'interno dello scatolare risulta essere pari a circa 40.71 cm, a fronte di un'altezza utile di 100 cm. Il grado di riempimento risulta pertanto pari a 40,71%; l'opera risulta pertanto verificata.

**Dati della sezione**

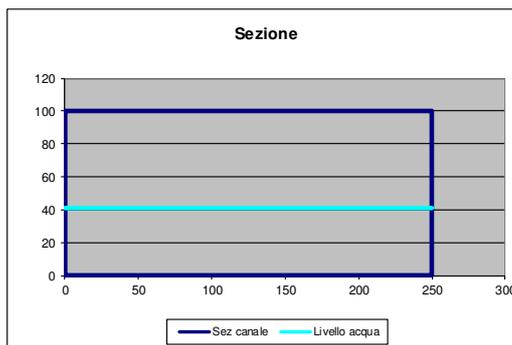
H=	100	cm	(Altezza sezione)
b=	250	cm	(Base minore sezione)
B=	250	cm	(Base maggiore)
Angolo	0	gradi	
Area=	2.50	m <sup>2</sup>	
Pendenza	0.2	%	
K	70	Coefficiente di scabrezza di Gauckler - Strickler	
Portata di progetto	1.45	m <sup>3</sup> /sec	

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /sec)	Velocità (m/sec)
5	260.00	0.125	0.048	0.051739	0.41391
10	270.00	0.250	0.093	0.160178	0.64071
15	280.00	0.375	0.134	0.307298	0.81946
20	290.00	0.500	0.172	0.484876	0.96975
25	300.00	0.625	0.208	0.687594	1.10015
30	310.00	0.750	0.242	0.911606	1.21548
35	320.00	0.875	0.273	1.153966	1.31882
40	330.00	1.000	0.303	1.412333	1.41233
45	340.00	1.125	0.331	1.684798	1.4976
50	350.00	1.250	0.357	1.96978	1.57582
55	360.00	1.375	0.382	2.265944	1.64796
60	370.00	1.500	0.405	2.572156	1.71477
65	380.00	1.625	0.428	2.88744	1.77689
70	390.00	1.750	0.449	3.210949	1.83483
75	400.00	1.875	0.469	3.541945	1.88904
80	410.00	2.000	0.488	3.87978	1.93989
85	420.00	2.125	0.506	4.223882	1.98771
90	430.00	2.250	0.523	4.573741	2.03277
95	440.00	2.375	0.540	4.928907	2.07533
100	450.00	2.500	0.556	5.288973	2.11559

La portata di progetto defluisce con i seguenti dati

H defl (cm)	Contorno bagnato	Area deflusso (m <sup>2</sup> )	Raggio idraulico (m)	Portata (m <sup>3</sup> /sec)	Velocità (m/sec)
40.71	331.41	1.018	0.307	1.450	1.42487

Deflusso



Verifica a moto uniforme IDAZ2