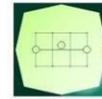


CONCEDENTE



CONCESSIONARIA



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA

CUP E3 1 B05000390007

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

PROCEDURA AUTORIZZATIVA D. LGS 163/2006
DELIBERA C.I.P.E. DI APPROVAZIONE DEL PROGETTO DEFINITIVO N° 19/2016

INTERCONNESSIONE A35-A4 PROGETTO ESECUTIVO

O-PARTE GENERALE

00-GENERALE

00011 - IDRAULICA

RETICOLO IDROGRAFICO INTERFERITO

STATO DI PROGETTO - RELAZIONE GENERALE IDRAULICA CONSORZI DI BONIFICA

PROGETTAZIONE:



VERIFICA:

IL PROGETTISTA RESPONSABILE INTEGRAZIONE
PRESTAZIONI SPECIALISTICHE
IMPRESA RIZZAROTTI E C. S.P.A.
DOTT. ING. PIETRO MAZZOLI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI PARMA N. 821

IL DIRETTORE TECNICO
IMPRESA PIZZAROTTI E C. S.P.A.
DOTT. ING. SABINO DEL BALZO
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI POTENZA N. 631

APPROVATO SDP

I.D.	IDENTIFICAZIONE ELABORATO											PROBR.		DATA:	
	EMIT.	TIPO	FASE	M.A.	LOTTO	OPERA	PROG. OPERA	TRATTO	PARTI	PROGR.	PARTI DOC.	STATO	REV.	LUG	2016
66078	04	RD	E	I	11	00	011	00	00	002	00	A	00	SCALA:	

ELABORAZIONE PROGETTUALE

IL PROGETTISTA
PIACENTINI INGEGNERI S.R.L.
DOTT. ING. LUCA PIACENTINI
ORDINE DEGLI INGEGNERI DI BOLOGNA N. 4152

REVISIONE

N.	REV.	DESCRIZIONE	DATA	REDATTO	DATA	CONTROLLATO	DATA	APPROVATO
A	00	EMISSIONE	29/07/2016	PIACENTINI	29/07/2016	MAZZOLI	29/07/2016	MAZZOLI

IL CONCEDENTE



IL CONCESSIONARIO



SOCIETÀ DI PROGETTO
BREBEMI SPA

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RDEII100011000000200	REV. A00	FOGLIO 1 di 27
---	--------------------------------	--	-------------	-------------------

INDICE

1. INTRODUZIONE	3
2. DEFINIZIONE DEI PRINCIPI GENERALI	5
2.1 Normativa di riferimento	5
2.1.1 <i>Autorità di Bacino del fiume Po. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001. Norme di attuazione.</i>	6
2.1.2 <i>Autorità di Bacino del fiume Po. "Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B, approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999".</i>	6
2.1.3 <i>Deliberazione Giunta Regionale 25 Gennaio 2002 n° 7/7868 "Determinazione del reticolo idrico principale. Traferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art.3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica.</i>	7
2.2 Altri criteri di riferimento.....	8
3. CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO	11
3.1.1 <i>Assetto di progetto nei tratti in trincea</i>	11
3.1.2 <i>Criteri specifici di progettazione degli attraversamenti nel tratto in rilevato ..</i>	12
3.1.3 <i>Criteri di progettazione dei canali in nuovo tracciato.....</i>	14
4. DEFINIZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO	16
4.1 Assetto geometrico dei collettori.....	16
5. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO.....	17
5.1 Valutazione per via idrologica	18
5.1.1 <i>Metodo Razionale.....</i>	18
5.1.2 <i>Elaborazioni dei dati pluviometrici</i>	20
5.2 Valutazione per via idraulica	21
5.2.1 <i>Moto uniforme</i>	21
5.2.2 <i>Calcolo della portata a piene rive</i>	21
6. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE.....	22
6.1 Progetto delle opere e verifiche in moto uniforme.....	22
7. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE	24

APPROVATO SDP



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 2 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	-------------------

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 3 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	-------------------

1. INTRODUZIONE

Nell'ambito del progetto esecutivo dell'interconnessione tra l'A35 Milano-Bergamo-Brescia e l'A4 Milano-Venezia sono state sviluppate le attività di progettazione per l'adeguamento degli attraversamenti idraulici esistenti al fine di garantire la continuità idraulica.

Al fine di acquisire gli elementi necessari per il dimensionamento e la verifica dei manufatti di attraversamento e dei nuovi tratti di canalizzazione, sono stati effettuati indagini e studi propedeutici sull'intero reticolo idrografico superficiale, principale e minore interferente con i tracciati delle infrastrutture in progetto.

In particolare le attività effettuate relative alla risoluzione delle interferenze idrauliche costituite del reticolo minore si sono concretizzate in:

- individuazione dei riferimenti normativi vigenti;
- sistematizzazione dei criteri di progettazione dei nuovi canali e dei manufatti idraulici, opportunamente strutturati secondo le peculiarità del reticolo idrografico interferito (reticolo quasi totalmente di gestione antropica);
- acquisizione delle informazioni di base relative alle caratteristiche del territorio interessato dal nuovo tracciato autostradale;
- esecuzione di uno studio idrologico ed idraulico in grado di:
 - consentire il dimensionamento delle opere necessarie per la sistemazione delle interferenze idrauliche minori;
 - individuare le eventuali criticità idrauliche presenti nel territorio interessato dalla realizzazione delle nuove infrastrutture;
 - consentire l'acquisizione degli elementi necessari per la produzione di relazioni di sintesi e la stesura degli elaborati grafici di progetto.

Gli elaborati e le cartografie prodotte sono realizzati a livello di progettazione definitiva così come definito dalla L. 151/2008 e s.m.i. e dal Regolamento attuativo D.P.R. 554/99.

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 4 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	-------------------

2. DEFINIZIONE DEI PRINCIPI GENERALI

1.1 Normativa di riferimento

I riferimenti normativi vigenti in merito agli attraversamenti dei corsi d'acqua e agli interventi all'interno delle fasce di rispetto relative possono essere individuati, a diverso livello, nei seguenti documenti:

- Decreto Ministero LL.PP. 4 maggio 1990 “Aggiornamento delle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo dei ponti stradali”.
- Autorità di Bacino del fiume Po. Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI). Interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001. Norme di attuazione.
- Autorità di Bacino del fiume Po. “Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B, approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell'11 maggio 1999”.
- R.D. n. 523 del 25/07/1904 “Testo unico delle disposizioni di legge intorno alle opere idrauliche delle diverse categorie”.
- R.D. n. 368 del 08/05/1904 “Regolamento per la esecuzione del T.U. della L. 22 marzo 1900, n. 195, e della L. 7 luglio 1902, n. 333, sulle bonificazioni delle paludi e dei terreni paludosi” - titolo VI “Disposizioni di polizia”.
- D. Lgs. 11 Maggio 1999 n° 152 “Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento”.
- Regione Lombardia, D.G.R. n.7/6645 del 29/19/2001: “Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della L.R. 41/97”.
- Regione Lombardia, D.G.R. n.7/7868 del 25/01/2002: “Determinazione del reticolo idrico principale. Trasferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art. 3 comma 114 della L.R. 1/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica”.
- Regione Lombardia, L.R. n. 7 del 16/06/2003: “Norme in materia di bonifica e irrigazione”.
- Regione Lombardia, D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003 “Modifica della D.G.R. n. 7/7868 25 gennaio 2002”.

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 5 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	-------------------

- Regione Lombardia, D.C.R. n. 7/1179 del 16/02/2005 “Piano generale di bonifica, di irrigazione e di tutela del territorio rurale ai sensi dell’art. 12 della L.R. 16 Giugno 2003 n°7”.
- Regione Lombardia, D.G.R. n. 7/20552 del 11/02/2005 “Approvazione del reticolo di competenza dei Consorzi di Bonifica ai sensi dell’art.10 comma 5 della L.R. 16 Giugno 2003 n°7”.

Nei paragrafi seguenti si riprendono in sintesi i passaggi che forniscono precise indicazioni in merito agli attraversamenti dei corsi d’acqua e agli interventi all’interno delle fasce di rispetto relative.

2.1.1 Autorità di Bacino del fiume Po. Piano stralcio per l’Assetto Idrogeologico (PAI). interventi sulla rete idrografica e sui versanti. Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter. Adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001. Norme di attuazione.

All’Art. 19, Opere di attraversamento, comma 1, si prescrive: “1. Le nuove opere di attraversamento stradale o ferroviario, o comunque le infrastrutture a rete interessanti il reticolo idrografico non oggetto di delimitazione delle fasce fluviali nel Piano Stralcio delle Fasce Fluviali, approvato con D.P.C.M. 24 luglio 1998 e nel presente Piano, devono essere progettate nel rispetto dei criteri e delle prescrizioni tecniche per la verifica idraulica di cui ad apposita direttiva emanata dall’Autorità di bacino”.

2.1.2 Autorità di Bacino del fiume Po. “Direttiva contenente i criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all’interno delle fasce A e B, approvata con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 2 dell’11 maggio 1999”.

All’interno della direttiva vengono fissati i criteri che devono essere rispettati dagli attraversamenti. Vengono stabiliti criteri per i corsi d’acqua interessati dalla perimetrazione delle fasce A e B e per i corsi d’acqua non interessati dalla perimetrazione.

In generale vale (pag. 15):

1. Portata di piena di progetto. Il tempo di ritorno della piena di progetto per le verifiche idrauliche del ponte deve normalmente rispettare i seguenti valori:
 - per i corsi d’acqua interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali, non inferiore a quello assunto per la delimitazione della Fascia B;
 - per i corsi d’acqua non interessati dalla delimitazione delle fasce fluviali non inferiore a 100 anni.

In casi eccezionali, quando si tratti di corsi d’acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di importanza molto modesta, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori in relazione ad esigenze specifiche adeguatamente motivate; in tali situazioni è comunque necessario verificare che le opere non comportino un aggravamento delle condizioni di rischio idraulico sul territorio circostante per la piena di 200 anni e definire il comportamento dell’opera stessa in rapporto alla stessa piena.

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 6 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	-------------------

2. Franco minimo. Il minimo franco tra la quota idrometrica relativa alla piena di progetto e la quota di intradosso del ponte deve essere non inferiore a 0.5 volte l'altezza cinetica della corrente e comunque non inferiore a un 1.00 m; il valore del franco deve essere assicurato per almeno 2/3 della luce quando l'intradosso del ponte non sia rettilineo e comunque per almeno 40 m, nel caso di luci superiori a tale valore. Nel caso di corsi d'acqua arginati, la quota di intradosso del ponte deve essere superiore a quella della sommità arginale.

A pag. 21: Contenuti dello studio di compatibilità per i ponti e i manufatti di accesso) si riporta ".....in conformità a quanto stabilito dal Decreto del Ministero LL.PP. 4 maggio 1990, l'ampiezza e l'approfondimento delle indagini e delle valutazioni vanno commisurati all'importanza del problema e al grado di elaborazione del progetto o della verifica".

2.1.3 Deliberazione Giunta Regionale 25 Gennaio 2002 n° 7/7868 "Determinazione del reticolo idrico principale. Traferimento delle funzioni relative alla polizia idraulica concernenti il reticolo idrico minore come indicato dall'art.3 comma 114 della l.r. 1/2000 – Determinazione dei canoni regionali di polizia idraulica.

La deliberazione contiene (Allegati A, D) indicazioni in merito all'individuazione delle competenze sui corsi d'acqua (competenza regionale oppure dei Consorzi di Bonifica) e fissa i criteri per l'individuazione del reticolo idrografico di competenza comunale.

La deliberazione contiene (Allegato B) precise indicazioni in merito alle norme da rispettare nella progettazione degli attraversamenti dei corsi d'acqua in relazione al reticolo di competenza comunale. Fra le indicazioni meritano menzione le seguenti disposizioni:

Dovranno comunque essere vietate le edificazioni e i movimenti di terra in una fascia non inferiore ai 4 m dal ciglio di sponda intesa quale scarpata morfologica stabile o dal piede esterno dell'argine per consentire l'accessibilità al corso d'acqua.

Gli attraversamenti (ponti, gasdotti, fognature, tubature e infrastrutture a rete in genere) con luce superiore a 6 m dovranno essere realizzati secondo la direttiva dell'Autorità di Bacino "criteri per la valutazione della compatibilità idraulica delle infrastrutture pubbliche e di interesse pubblico all'interno delle fasce A e B" (paragrafi 3 e 4).

E' facoltà del comune richiedere l'applicazione, di tutto o in parte, di tale direttiva anche per i manufatti di dimensioni inferiori. Il progetto di tali interventi dovrà comunque essere accompagnato da apposita relazione idrologico-idraulica attestante che gli stessi sono stati dimensionati con una piena con tempo di ritorno di almeno 100 anni e un franco minimo di 1m. In casi eccezionali, quando si tratta di corsi d'acqua di piccole dimensioni e di infrastrutture di modesta importanza, possono essere assunti tempi di ritorno inferiori in relazione ad esigenze tecniche specifiche adeguatamente motivate.

In ogni caso i manufatti di attraversamento comunque non dovranno:

- 1) restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso;
- 2) avere l'intradosso a quota inferiore al piano campagna;
- 3) comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo.

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 7 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	-------------------

Tali disposizioni rappresentano le linee guida per la stesura dei manuali di polizia idraulica in relazione al reticolo idrografico di competenza comunale.

La D.G.R. è stata poi aggiornata con le deliberazioni D.G.R. n. 7/13950 del 01/08/2003 “Modifica della D.G.R. n. 7/7868 25 gennaio 2002” e D.G.R. n. 7/20552 del 11/02/2005 “Approvazione del reticolo di competenza dei Consorzi di Bonifica ai sensi dell’art.10 comma 5 della L.R. 16 Giugno 2003 n°7” che non ne modificano i contenuti cardine.

1.2 Altri criteri di riferimento

In relazione ai corsi d’acqua di competenza dei Consorzi di Bonifica (così come definiti dal D.G.R. n. 7/20552 del 11/02/2005) la L.R. 16 Giugno 2003 n°7 “rimanda alla redazione di apposito Regolamento relativo al reticolo di Bonifica. Il documento in bozza del Consorzio di Bonifica della Media Pianura Bergamasca (esplicitamente trasmesso dallo stesso Consorzio ai progettisti Brebemi nel 2005) costituisce elemento di riferimento in attesa dell’approvazione da parte della Regione, del Regolamento. Nel documento non vengono riportati riferimenti in merito a norme attinenti il dimensionamento di manufatti di attraversamento.

All’interno del documento si riporta:

“Nella L.R. n. 7/2003, che si sovrappone in parte alle due Delibere relative al reticolo idrico (DGR 7/7868, DGR 7/13950), sono fornite indicazioni sul coordinamento dei rapporti Consorzio – Compagnie per le attività di gestione e manutenzione di parte della rete consortile, affidata alle Compagnie stesse. Nella L.R. viene anche affermato che la Giunta Regionale individua il reticolo idrico di competenza consortile ed approva il regolamento di polizia idraulica. Fino all’entrata in vigore di tale regolamento, vengono applicate le disposizioni di cui al R.D. n. 368/1904 – titolo VI”.

Le disposizioni citate vengono riprese per quanto riguarda la regolamentazione dell’attività all’interno delle fasce:

1. è vietata la realizzazione di qualsiasi intervento negli alvei dei corsi della rete consortile, ancorché in alcuni periodi dell’anno rimangano asciutti;
2. è vietata qualsiasi nuova edificazione all’interno delle fasce di rispetto; per gli edifici attualmente già esistenti sono vietati aumenti di volumetria, mentre sono consentiti interventi di manutenzione ordinaria e straordinaria, di risanamento conservativo e di ristrutturazione;
3. non è consentito apporre recinzioni a distanza inferiore a 1,5 m rispetto alla sommità della sponda incisa per i corsi con fascia di rispetto di 5 m, inferiore a 4 m per quelli con fascia di 10 m; sono escluse da tale restrizione le opere realizzate con funzione di sicurezza e protezione della pubblica incolumità, per le quali verranno valutate caso per caso le proposte realizzative sottoposte al Consorzio stesso;
4. non è consentito realizzare nuove piantagioni aventi finalità economico-produttive e installare siepi per uso privato a distanza inferiore a 1,5 m rispetto alla sommità della sponda incisa per i corsi con fascia di rispetto di 5 m, inferiore a 4 m per quelli con fascia di 10 m; esulano da tale vincolo interventi volti alla rinaturalizzazione ed alla tutela ambientale, per i quali il Consorzio fornirà parere esaminando le proposte di intervento caso per caso;
5. non è consentita la movimentazione di terreno per attività connesse alla bonifica dei fondi agricoli a distanza inferiore a 2 m rispetto alla sommità della sponda

Società di Progetto

Consorzio di Bonifica

	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	66078-00011-A00.doc	04RGEII100001000000200	A00	8 di 27

incisa per i corsi con fascia di rispetto di 5 m, inferiore a 4 m per quelli con fascia di 10 m;

6. è vietata l'apertura di canali e fossi nei terreni laterali ai corsi d'acqua a distanza minore della loro profondità dal piede degli argini o dal ciglio delle sponde. Tale distanza non può comunque mai essere inferiore a 2 m;
7. è vietata qualunque forma di scavo a distanza inferiore a 5 m rispetto alla sommità della sponda incisa per i corsi con fascia di rispetto di 5 m, inferiore a 10 m per quelli con fascia di 10 m;
8. è vietata l'apertura di cave, temporanee o permanenti, che possa dar luogo a ristagni d'acqua, modificando le condizioni ambientali ed alterando il regime idraulico della rete di bonifica;
9. è vietata la realizzazione di qualunque opera che possa alterare lo stato, la forma, le dimensioni degli argini e loro accessori e manufatti attinenti, od anche indirettamente degradare o danneggiare i corsi d'acqua, le strade, le piantagioni e qualsiasi altra dipendenza dei corsi d'acqua della rete di bonifica;
10. è vietata qualsiasi forma di deposito e stoccaggio di materiale all'interno delle fasce di rispetto (5 o 10 m);
11. è vietato bruciare sterpaglie a distanza tale da recare danno alle sponde, alle staccionate o alle opere di bonifica, così come sradicare o bruciare i ceppi degli alberi e delle palificate che sostengono le ripe dei corsi d'acqua;
12. è vietato il dissodamento di terreni boscati o cespugliati nelle scarpate interne dei corsi d'acqua;
13. è vietato variare o alterare i ripari di difesa delle sponde dei corsi d'acqua;
14. ai sensi del D. Lgs. 152/99, art. 41, è vietato qualsiasi nuovo intervento di tombinatura dei corsi d'acqua che non sia imposto da ragioni di tutela della pubblica incolumità.

In Tabella 2.1 si riporta la sintesi delle distanze minime da rispettare per l'esecuzione degli interventi precedentemente citati, distinguendo tra corsi d'acqua avanti fascia di rispetto pari 5 m e corsi aventi fascia di rispetto di 10 m.

Tabella 2.1 - Riepilogo delle attività consentite all'interno delle fasce di rispetto.

ATTIVITA'	DISTANZA MINIMA (m)	
	fascia di rispetto di 5 m	fascia di rispetto di 10 m
Apposizione di recinzioni	1,5	4
Piantagione di alberi	1,5	4
Installazione di siepi	1,5	4
Movimentazione di terreno connessa a bonifica dei fondi agricoli	2	4
Realizzazione di fabbricati	5	10
Apertura di canali	> 2	> 2

Società di Progetto
Brebennì SpA



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 9 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	-------------------

ATTIVITA'	DISTANZA MINIMA (m)	
	fascia di rispetto di 5 m	fascia di rispetto di 10 m
Esecuzione di scavi	> 5	> 10
Realizzazione di depositi di materiali	5	10

Inoltre si riporta:

Sono interventi che richiedono il rilascio di autorizzazione o concessione da parte del Consorzio:

- interventi di manutenzione o di integrazione del verde ripariale; modifiche di tracciato, realizzazione di sovrappassi, alterazione delle sponde;
- realizzazione di opere di difesa che non comportino restringimenti d'alveo;
- realizzazione di attraversamenti aerei, attraversamenti in subalveo, opere di viabilità superficiale e sotterranea;
- realizzazione di opere di derivazione per l'asservimento di fondi privati.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA




	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEII100001000000200	REV. A00	FOGLIO 10 di 27
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

3. CRITERI PER LA DEFINIZIONE DELL'ASSETTO DI PROGETTO

Il reticolo idrografico minore interferito si configura come caratterizzato da un elevato grado di artificializzazione, a funzione promiscua (contemporaneamente irrigua e di bonifica), con ampi comparti per i quali la funzione irrigua è predominante rispetto alla funzione di bonifica e si estrinseca in schemi funzionali ad elevato grado di complessità.

Tale premessa è fondamentale per l'interpretazione della normativa cogente e dunque per i criteri progettuali alla base delle scelte da effettuare e costituisce il terreno principale sul quale sono stati costruiti i rapporti con gli Enti competenti.

Si è proceduto nel definire l'assetto di progetto della rete idrografica nei tratti interessati dall'interferenza con il tracciato autostradale. I due ambiti principali di intervento prevedono l'analisi:

- degli attraversamenti del tracciato da parte dei canali interferenti, analizzando le caratteristiche funzionali (funzione irrigua o promiscua) e geometriche dei canali stessi e studiandone l'assetto ottimale;
- dei nuovi tracciati da prevedere per i canali sottoposti a necessaria deviazione, ottimizzando i percorsi per garantire la funzionalità dei canali stessi.

I vincoli da rispettare per la valutazione dell'assetto di progetto risiedono sostanzialmente:

1. nella garanzia del diritto irriguo dei proprietari degli appezzamenti antistanti il tracciato autostradale;
2. nel rispetto della massima funzionalità possibile per quanto riguarda i canali promiscui per i quali la funzione di bonifica risulta fondamentale per lo scolo delle acque dei comprensori attraversati.

3.1.1 Assetto di progetto nei tratti in trincea

Lungo il tratto in trincea, dalla progressiva 0+000 km alla progressiva 2+922 km non viene previsto alcun attraversamento, ma solo la modifica del tracciato di una canaletta prefabbricata posta a Nord del tratto stradale

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 11 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

3.1.2 Criteri specifici di progettazione degli attraversamenti nel tratto in rilevato

Per quanto riguarda i criteri alla base della scelta delle sezioni da assegnare ai nuovi manufatti, si seguono le indicazioni utilizzate per la progettazione degli attraversamenti esistenti e si procede quindi in base a precise scelte che tengano conto delle disposizioni normative e delle caratteristiche geometriche e funzionali dei canali. Le scelte assunte vengono ricapitolate in Tabella 3.I.

Alla luce delle linee guida per la stesura del manuale di polizia idraulica del reticolo di competenza comunale (All. B della D.G.R. 7/7868), in relazione al dimensionamento degli attraversamenti con luce minore ai 6 m con una piena con tempo di ritorno di almeno 100 anni e un franco minimo di 1m la norma si ritiene applicabile ai corsi d'acqua caratterizzati da un elevato grado di naturalità (ovvero non regolati da manovre che influenzino direttamente la portata in transito).

Per i corsi d'acqua regolati, il corretto dimensionamento delle opere di attraversamento è stato effettuato verificando che le opere siano coerenti con l'assetto idraulico del corso d'acqua e non comportino alterazioni delle attuali condizioni di rischio idraulico (principio sancito da alcuni testi del regolamento di polizia idraulica comunale reperiti e in generale recepito all'interno della normativa in materia – es. Regione del Veneto, Deliberazione della Giunta Regionale n°3637 del 13/12/2002 contenente disposizioni in materia di compatibilità idraulica).

Le valutazioni idrauliche, in moto uniforme o in moto permanente, si sono basate sullo schema geometrico dei corsi d'acqua costituito attraverso appositi rilievi topobatimetrici.

Tabella 3.II – Criteri per il dimensionamento dei nuovi attraversamenti

DIMENSIONAMENTO ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI – CRITERI
CRITERIO BASE (VALIDITA' GENERALE SALVO RETE TERMINALE PRIVATA – FONTE : DGR 7/7868 REG. LOMBARDIA)
<p>....."In ogni caso i manufatti di attraversamento comunque non dovranno:</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. restringere la sezione mediante spalle e rilevati di accesso; 2. avere l'intradosso a quota inferiore al piano campagna; 3. comportare una riduzione della pendenza del corso d'acqua mediante l'utilizzo di soglie di fondo"
ALTRE ASSUNZIONI DI BASE
<p>Per l'attraversamento del tracciato autostradale dei canali consortili sono consigliabili manufatti scatolari. Per i canali privati e i consortili di piccole dimensioni in attraversamento delle viabilità complementari sono accettabili tombini circolari. In ogni caso il diametro minimo dei tombini circolari è 100 cm (se in cls)</p> <p>Compatibilmente con la livelletta stradale, per i canali consortili, l'altezza minima dei manufatti scatolari autostradali è di 2.00m per garantire le operazioni di manutenzione al loro interno con le macchine operatrici attualmente in uso</p>

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Mehesoi SpA



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 12 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

DIMENSIONAMENTO ATTRAVERSAMENTI IDRAULICI – CRITERI		
CRITERIO BASE (VALIDITA' GENERALE SALVO RETE TERMINALE PRIVATA – FONTE : DGR 7/7868 REG. LOMBARDIA)		
<p>L'affondamento dei manufatti di attraversamento, in corrispondenza dei canali in terra, avrà valore pari a 20 cm ma non superiore a 30 cm.</p> <p>Gli attraversamenti scatolari, dei canali principali, avranno rivestimento delle sponde del canale in massi intasati (pezzatura 300kg) all'imbocco e allo sbocco</p> <p>La stessa tipologia di rivestimento sarà prevista per i canali attraversati da viadotti e ponti, compreso il tratto in ombra dell'attraversamento</p> <p>L'eventuale sovradimensionamento dei manufatti di attraversamento per altre ragioni di passaggio uomo o per ragioni di passaggio fauna integrato al passaggio idraulico, verrà stabilito caso per caso su preciso input degli altri specialisti della progettazione</p>		
CRITERIO DI DETTAGLIO LEGATO ALLE CARATTERISTICHE FUNZIONALI DEL CORPO IDRICO		
TIPO CORSO D'ACQUA	DESCRIZIONE	CRITERIO DIMENSIONAMENTO SPECIFICO
A	Canale irriguo	Calcolo portata a piene rive del canale in moto uniforme e dimensionamento dell'attraversamento in modo che esiti tale portata con grado di riempimento circa al 75% (1)
B	Canale promiscuo con marcate caratteristiche di artificialità (deflussi regolati)	Calcolo portata a piene rive del canale in moto uniforme con opportuno incremento (per surplus di portata derivante dallo scarico dei fossi di guardia e recepimento futuri ampliamenti sezione canale a monte e a valle – assunzione di un fattore moltiplicativo pari a 1.1 salvo specifiche indicazioni dell'Ente competente); dimensionamento dell'attraversamento in moto uniforme tale che esiti tale portata con grado di riempimento circa al 75% (1)
C	Corso d'acqua naturale oppure canale promiscuo con marcate caratteristiche di naturalità e con B > 6m	Dimensionamento basato sulla piena con tempo di ritorno di 100 anni e franco idraulico minimo di 1m (ottemperanza della norma più estensiva sancita dal DGR 7/7868). Verifica del manufatto di attraversamento in moto permanente con analisi idraulica conforme alle direttive della D.G.R. n.7/6645 del 29/19/2001: "Approvazione direttive per la redazione dello studio geologico ai sensi dell'art. 3 della L.R. 41/97", Allegati 3 e 4
<p>(1) Il grado di riempimento pari al 75% massimizza la portata esitabile (a parità di pendenza e diametro) per le condotte circolari e rappresenta un valore ideale anche per i tombini a sezione rettangolare, per i quali viene così garantito un franco idraulico proporzionale alla sezione di deflusso</p> <p>(2) La verifica in moto permanente viene effettuata per i canali considerabili "principali", cioè quelli per i quali le specifiche per i rilievi celerimetrici hanno previsto il rilievo di più sezioni trasversali in un tratto significativo di corso d'acqua "a cavallo" del tracciato stradale</p> <p>(3) Coefficienti di Gaukler Strickler da utilizzare nelle verifiche idrauliche: da 30 a 70 m^{1/3}/s per i tombini, da 25 a 70 m^{1/3}/s per i canali, a seconda del materiale e delle condizioni di manutenzione; per le opere integrate e le opere proposte integrate vengono adottate assunzioni omogenee a quanto adottato dai progettisti della Linea AV/AC; ulteriore dettaglio sulle ipotesi assunte viene riportato al paragrafo "Progetto delle opere e verifiche in moto uniforme".</p>		

A corollario e commento dei criteri sopra evidenziati, le scelte progettuali che portano al dimensionamento degli attraversamenti e gli indirizzi guida per la loro esecuzione si possono riassumere nei seguenti punti:

- Il tracciamento del manufatto di attraversamento viene preferibilmente posto in ortogonalità all'asse stradale per la minimizzazione della lunghezza; resta inteso che sedimenti attuali di canali posti con debole angolazione rispetto all'ortogonale non vengano alterati e il manufatto di attraversamento possa assumere lo stesso orientamento.

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEII100001000000200	REV. A00	FOGLIO 13 di 27
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

- I manufatti di attraversamento di canali di risorgiva vengono proposti con fondo libero (ponticelli o portali) onde evitare ogni tipo di impermeabilizzazione.
- Il dimensionamento dei manufatti di attraversamento ha tenuto in debito conto le necessità operative correlate alle operazioni di pulizia/manutenzione, inserendo laddove la livelletta autostradale lo consentiva manufatti con altezza minima pari a 2.00 m .
- I manufatti scatolari e circolari devono avere quota di posa del fondo scorrimento ribassata, in presenza dei soli canali in terra, per garantire futuri adeguamenti degli alvei (approfondimenti); il valore ottimale può essere considerato di 20 cm.
- Con rilevato autostradale di dimensioni ingenti, la quota del fondo scorrimento del manufatto di attraversamento deve tenere conto degli eventuali cedimenti, e dunque essere maggiore nella porzione centrale del rilevato stesso.
- In base alle caratteristiche dei canali relativi viene effettuata selezione dei manufatti di attraversamento e proposta l'associazione di passaggio uomo.

3.1.3 Criteri di progettazione dei canali in nuovo tracciato

Le scelte progettuali che portano alla definizione dei canali in nuovo tracciato e gli indirizzi guida per la loro esecuzione si possono riassumere nei seguenti punti:

- L'andamento planimetrico dei nuovi tracciati ricerca il più possibile di evitare curve ad angolo retto per minimizzare le perite di carico anche se, si vuole sottolineare, che le basse velocità che si instaurano all'interno della maggior parte dei corsi d'acqua oggetto di studio, comportano perdite di carico molto modeste non consentendo deposito di materiali e detriti.
- Le pendenze assegnate ai canali in nuovo tracciato saranno il più possibile omogenee, per evitare effetti di erosione o deposito localizzati o distribuiti. Vengono altresì evitate le pendenze superiori a 0.5%, per i corsi d'acqua in terra, onde evitare manifestazioni erosive della corrente; la necessità di superare forti pendenze viene risolta attraverso la previsione di opportuni salti di fondo con dissipazione dell'energia.
- La lunghezza dei nuovi tracciati viene contenuta al minimo indispensabile rispetto alla funzione del canale per minimizzare gli oneri di esproprio e ricerca i tracciati planimetrici ottimali ai fini del

Ziare di progetto
Bfmer del
A



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEII100001000000200	REV. A00	FOGLIO 14 di 27
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

contenimento della frammentazione delle particelle catastali attraversate.

- Il rivestimento in calcestruzzo dei nuovi canali viene proposto nei casi ove essi sostituiscono canali attualmente in calcestruzzo, assunzione in linea con l'art. 41 del D. Lgs n°152 dell'11 maggio 1999 “i nuovi alvei dovranno essere a cielo aperto ed in terra al fine di favorire la vegetazione spontanea nella fascia immediatamente adiacente i corpi idrici, con funzione di filtro per i solidi sospesi e gli inquinanti di origine diffusa, da contemperarsi con le esigenze di funzionalità dell'alveo”.
- I canali in calcestruzzo verranno proposti laddove possibile, con soluzione prefabbricata, cercando di ridurre al minimo la realizzazione di canalizzazioni in cls gettate in opera.
- I canali in calcestruzzo aventi sezione “fuori piano campagna” avranno le sponde opportunamente raccordate al piano campagna attraverso apposite colmate o arginature in terra.
- I canali in terra in nuovo tracciato avranno sezione trapezia, con scarpa 1:1 oppure 3:2.

3.1.4 Passaggi uomo

Sono stati adeguati anche i passaggi uomo associati ad alcuni attraversamenti idraulici, mantenendo il più possibile invariate le dimensioni interne.

APPROVATO SDR

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 15 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

4. DEFINIZIONE DEL QUADRO CONOSCITIVO

1.1 Assetto geometrico dei canali

La descrizione geometrica dei canali interferenti, funzionale alle valutazioni idrauliche viene effettuata tramite un supporto planimetrico a scala di dettaglio adeguata (1:1.000). Sono poi stati commissionati rilievi celerimetrici ad hoc aventi la precisa finalità di:

- rappresentare puntualmente la geometria attuale dell'alveo;
- rappresentare le singolarità dell'alveo e le variazioni delle dimensioni dello stesso lungo il tratto di indagine.

I canali principali sono stati rilevati secondo vere e proprie sezioni batimetriche trasversali, in opportuno tratto significativo "a cavallo" dell'interferenza idraulica, onde poter procedere con la verifica idraulica in moto permanente.

1.2 Attività di campagna

A prescindere dalle informazioni di base reperite, è stata svolta un'accurata indagine di campagna al fine di reperire in maniera estensiva tutte le informazioni conoscitive necessarie per poter procedere all'analisi idraulica; lo scopo è stato quello di fornire un quadro completo in relazione:

- alla geometria dei corsi d'acqua interferiti;
- alla loro caratterizzazione funzionale.

Le informazioni raccolte sono state organizzate in apposito database georeferenziato.

Si riportano in Tabella 3.V i campi del database delle interferenze idrauliche.

Tabella 4.V - Campi del database delle interferenze idrauliche

Campo	Descrizione
-------	-------------

Società di Progetto
Brebemi SpA

APPROVATO SDP



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEII100001000000200	REV. A00	FOGLIO 16 di 27
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

Campo	Descrizione
CODICE	Cxxx se canale Nxxx se nodo idraulico (*)
PROGR. BREBEMI	Progressiva BBM - km di riferimento
DENOMINAZIONE	denominazione del canale, se nota
COMPETENZA	denominazione del canale, se nota
TIPO SEZIONE	U = sezione a U T = sezione trapezoidale Q = sezione quadrata o rettangolare
BASE MAX	lunghezza della base maggiore della sezione del canale
BASE MIN	lunghezza della base minore della sezione del canale
H	profondità del canale
TIPOLOGIA CANALE	C se in calcestruzzo T se in terra 1 se finestrato 2 se non finestrato pertanto le tipologie saranno: C1, C2, T1, T2
FOTO	eventuali fotografie del luogo di misura (e contestuale annotazione grafica del cono ottico di ripresa)
PRESENZA DI ACQUA	segnalazione presenza acqua corrente o stagnante (e contestuale annotazione verso scorrimento)
QUALITA' ACQUA	cattiva = presenza di cattivi odori, colorazioni sospette, ecc. (qualità organolettiche) media = limpidezza, assenza di indizi che giustificano l'assegnazione di "cattiva" buona = acqua di risorgiva, limpida con presenza di pesci
NOTE	annotazioni di vario tipo legate al canale: rilievo dimensioni manufatti di attraversamento esistenti, presenza di elementi di pregio quali: filari alberati ai bordi del corso d'acqua manufatti di pregio (antichi ponti, ecc.)
	(*) Si intende per nodo idraulico una zona ristretta in cui un certo numero di canali convergono, si diramano, ecc.; necessità di segnalazione dei casi in sovrapposizione con l'ingombro dell'infrastruttura perché considerati punti critici per la progettazione

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 17 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

5. VALUTAZIONE DELLE PORTATE DI PROGETTO

In relazione alla rete idrografica minore vale la pena di osservare la generale difficoltà, in larga parte dei casi, nella esatta definizione dei sottobacini tributari e di conseguenza della stima delle portate di progetto a patto di non commettere errori percentualmente molto elevati. Tale operazione risulta quasi sempre inibita per due ordini di motivi:

- difficoltà di definizione delle esatte superfici tributarie scolanti in presenza di un territorio caratterizzato da pendenze ridotte;
- funzionalità dei canali: non sono mai stati identificati canali con funzione puramente di scolo; gli scoli censiti hanno infatti sempre anche funzione irrigua; la componente di regolazione antropica (manovre sulle paratoie) risulta allora determinante per la valutazione delle portate in transito all'interno dei canali stessi, soprattutto durante la stagione estiva che rappresenta il periodo di maggiore manifestazione di eventuali criticità connesse con insufficienza della capacità di deflusso (contemporaneità tra distribuzione irrigua ed eventi temporaleschi).
- presenza delle risorgive.

Per quanto asserito e considerato che le opere progettate costituiscono il prolungamento di opere già esistenti, si ritengono validi i criteri utilizzati all'interno del progetto esecutivo dell'infrastruttura autostradale BreBeMi e quindi si assume la valutazione delle portate di progetto secondo diversi approcci:

- corsi d'acqua caratterizzati da elevato grado di naturalità: vengono valutate le portate di progetto di opportuno tempo di ritorno attraverso un modello afflussi deflussi che consideri le effettive condizioni fisiografiche di sottobacino;
- corsi d'acqua regolati: la portata di progetto assunta è pari alla portata massima esitabile dal corso d'acqua (valutazione in moto uniforme), opportunamente incrementata di un fattore di sicurezza assunto in base a eventuali segnalazioni di criticità locali da parte dei Consorzi di Bonifica (Tav. 6 Rischio idraulico e Tav. 7 a Rischio inondabilità dei Programmi Provvisori di Bonifica - L.R.14 Gennaio, n°5 ed altre segnalazioni specifiche), oppure in base all'importanza dell'opera di attraversamento da realizzare;

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEII100001000000200	REV. A00	FOGLIO 18 di 27
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

1.1 Valutazione per via idrologica

5.1.1 Metodo Razionale

Il metodo cosiddetto razionale, affermatosi a partire dal secolo scorso, è tipico del calcolo delle reti di drenaggio. Gli autori ne raccomandano l'utilizzo per la determinazione della portata in bacini di modesta estensione.

La portata al colmo deriva dalla formula

$$Q=k \cdot C \cdot i \cdot A$$

in cui, A rappresenta l'area del bacino, i l'intensità della precipitazione responsabile della piena, C coefficiente adimensionale che sintetizza la funzione trasferimento afflussi-deflussi e k un fattore che tiene conto delle diverse unità di misura. Se A è espresso in km² ed i in mm/ora, si ottiene Q in m³/s applicando il coefficiente $k=1/3.6 = 0.278$.

Valgono alcune ipotesi semplificative, ma oltremodo restrittive per l'applicabilità del metodo:

- precipitazione uniforme sul bacino;
- intensità della precipitazione costante per tutta la durata dell'evento;
- trasformazione lineare dell'afflusso in deflusso, quindi assenza di fenomeni di immagazzinamento lungo la rete idrografica;
- pari tempo di ritorno per precipitazione responsabile dell'evento e portata di piena conseguente.

Il percorso che una ipotetica particella d'acqua può percorrere entro un bacino idrografico è costituito da tratti iniziali su versante, allorché la pioggia si raccoglie in rigagnoli, e da tronchi di rete idrografica in cui il deflusso viene incanalato. Lo spostamento verso la sezione di chiusura del bacino avviene con tempi dipendenti dalla natura delle superfici e dalle caratteristiche idrauliche dei tronchi d'alveo.

Con riferimento ad un bacino schematizzabile in due falde piane con superficie omogenea (la precipitazione uniforme e costante sull'area provocherà la formazione di un deflusso nella sezione di uscita del bacino, a partire dall'istante iniziale, crescente nel tempo a mano a mano che perviene alla sezione in esame il contributo di aree e via via più lontane dalla sezione. Allorché, dopo un tempo t_c , perviene alla sezione di chiusura il contributo dell'area "idraulicamente" più lontana, tutta la superficie del bacino contribuisce e pertanto la portata non



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEII100001000000200	REV. A00	FOGLIO 19 di 27
---	--------------------------------	--	-------------	--------------------

ha ragione di aumentare (restando costante l'intensità dell'afflusso). Da questo momento, proseguendo ancora a piovere, la portata si mantiene costante fino a quando l'afflusso cessa (istante t_p = durata della pioggia); da questo momento, la portata diminuisce a mano a mano che l'acqua contenuta nei tronchi più vicini alla sezione abbandona il bacino e i tronchi lontani si svuotano.

Il tempo indicato come t_c prende il nome di tempo di corrivazione e risulta definibile come il tempo necessario affinché una particella d'acqua caduta nel punto idraulicamente più lontano del bacino possa giungere alla sezione di chiusura.

Il tempo di corrivazione dell'acqua meteorica afflitta in un bacino alla sezione di chiusura dipende dalle caratteristiche della sua superficie e della rete idrografica che lo drena; ne consegue che per uno stesso bacino si possono avere tempi di corrivazione diversi in funzione dei fattori stagionali o meteorologici. Tuttavia se si ipotizza che ogni goccia si muova sulla superficie del bacino seguendo un percorso immutabile, determinato solamente dalla morfologia dello stesso, il tempo di corrivazione può essere considerato un valore costante, caratteristico della sezione di chiusura considerata.

Con questa ultima semplificazione il tempo di corrivazione può essere valutato, in mancanza di valori sperimentali, con una delle numerose formule empiriche reperibili in letteratura.

Per il calcolo del tempo di corrivazione dei bacini considerati è stata utilizzata la formulazione di Giandotti:

$$T_c = (4 A^{1/2} + 1,5 L)/(0,8 H_m^{1/2})$$

dove il tempo di corrivazione T_c è espresso in ore, L rappresenta la lunghezza dell'asta principale, H_m è l'altitudine media del bacino riferita alla quota della sezione di chiusura considerata ed A è la superficie del bacino.

Il coefficiente C rappresenta la funzione di trasferimento afflussi-deflussi, assunta come lineare nell'ambito del metodo razionale, e varia a seconda del tipo di copertura del suolo e della litologia del bacino.

Nel caso di bacini prevalentemente coltivati, in zone a debole rilievo, sono diffusi i valori proposti dalla FAO (Tabella 4.I); in bacini di tipo montano, i coefficienti proposti da C (Tabella 4.II). Lotti portano a valori assai più elevati e cautelativi in regioni con forti precipitazioni in bacini acclivi.

Tabella 4.I - Valori del coefficiente C proposti dalla FAO per il metodo razionale

Tipo di suolo	coltivi	pascoli	boschi
Suoli molto permeabili sabbiosi o ghiaiosi	0.20	0.15	0.10
Suoli mediamente permeabili.	0.40	0.35	0.30
Suoli poco permeabili. Suoli fortemente argillosi, con strati di argilla vicini alla	0.50	0.45	0.40

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 20 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

superficie. Suoli poco profondi sopra roccia impermeabile.			
--	--	--	--

Tabella 4.II - Valori del coefficiente C proposti da C. Lotti (1971).

Permeabilità	nudo	coltivato	cespugliato	boscoso
impermeabile	0.90	0.87	0.84	0.80
poco permeabile (30%)	0.80	0.77	0.74	0.70
abbastanza permeabile (60%)	0.60	0.57	0.54	0.50
assai permeabile (90%)	0.50	0.47	0.41	0.40

5.1.2 Elaborazioni dei dati pluviometrici

La previsione qualitativa delle piogge intense è effettuata attraverso la determinazione della curva di probabilità pluviometrica, cioè della relazione che lega l'altezza di precipitazione alla sua durata, per un assegnato tempo di ritorno.

La curva di probabilità pluviometrica è comunemente espressa da una legge di potenza del tipo:

$$h(t) = a t^n$$

i cui parametri a e n dipendono dallo specifico tempo di ritorno considerato.

Generalmente si utilizzano le serie storiche delle precipitazioni intense riportate negli Annali Idrologici del Servizio idrografico e Mareografico Italiano (Parte I, tabella III) relative ai massimi annuali delle precipitazioni della durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive.

L'intervallo di durata 1 ora e 24 ore rappresenta il campo entro cui sono da ricercare le durate critiche per la maggior parte dei corsi d'acqua per i quali la stima della portata di piena può essere effettuata tramite l'utilizzo delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica.

La stima delle curve di probabilità pluviometrica nella stazione di misura è stata effettuata sulla base delle serie storiche dei massimi annuali delle altezze di precipitazione per le durate considerate, definendo i parametri a ed n per la durata di 1, 3, 6, 12, 24 ore consecutive. In particolare si è presa in considerazione per i bacini presi in esame la stazione di Brescia tra gli anni 1950 e i 2001 I valori delle curve di probabilità pluviometrica sono riportati nella tabella seguente.

Tabella 4.III - Valori a, n delle curve di probabilità pluviometrica

Tr	a	n
10	57.200	0.193
20	66.840	0.184
25	69.910	0.181
50	79.340	0.175

	Doc. N.	CODIFICA DOCUMENTO	REV.	FOGLIO
	66078-00011-A00.doc	04RGEI100001000000200	A00	21 di 27

100	88.710	0.170
200	116.900	0.179
500	110.370	0.161

1.2 Valutazione per via idraulica

5.2.1 Moto uniforme

La formulazione del moto uniforme in canali a pelo libero utilizzata è la nota legge di Gauckler Strickler, ove:

$$Q = A c \sqrt{R_h^3 i_f}$$

con:

Q = portata;

Ab = area bagnata;

Rh = raggio idraulico;

c = ks (Rh)^{1/6} (ks = costante di scabrezza di Gauckler Strickler)

if = pendenza del fondo del canale.

Area bagnata, raggio idraulico e pendenza vengono ricavati dalla geometria della sezione media e dalle quote di scorrimento del canale nel tratto posto a cavallo dell'intersezione del canale stesso con il tracciato autostradale.

L'ipotesi di funzionamento del canale a piene rive (area bagnata pari all'area del trapezio della sezione media dell'alveo) conduce alla valutazione della portata.

5.2.2 Calcolo della portata a piene rive

La portata considerata per effettuare la verifica in moto uniforme degli attraversamenti stradali dei canali viene posta pari alla portata a piene rive nel caso in cui i corsi d'acqua possano essere considerati a basso grado di naturalità; tale assunzione è valida per la totalità del reticolo idrografico.

A partire dalla geometria dei canali, rilevata mediante mirati rilievi topografici, è stato possibile calcolare la portata a piene rive con la formulazione di moto uniforme. Il valore del coefficiente di scabrezza è stato assunto, in ognuno dei casi, a seconda delle peculiarità del canale, con riferimento anche a quanto riscontrato in occasione delle indagini di campagna condotte. I valori assunti per i coefficiente di scabrezza sono nel range citato in Tabella 2.II.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 22 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

6. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE

1.1 Progetto delle opere e verifiche in moto uniforme

Secondo quanto riportato in tabella 2.II, per i canali irrigui e i canali promiscui con elevato grado di artificialità, al fine di effettuare il dimensionamento degli attraversamenti stradali, è stata assunta come portata di progetto la portata a piene rive.

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

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

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

$$Q = AC \sqrt{R^3 S}$$

con Ks assunto pari a:

1. 20 - 40 m^{1/3}/s per i canali in terra;
2. valore variabile tra 50 m^{1/3}/s e 70 m^{1/3}/s per i tombini in calcestruzzo; per le opere integrate e proposte integrate è stato utilizzato il valore di 70 m^{1/3}/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^{1/3}/s.

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;

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brenelli SpA



	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 23 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

- i manufatti per i quali le assunzioni dei valori dei coefficienti di scabrezza di Strickler conducono ai valori più elevati 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 Gauckler Strickler utilizzati, sono più piccole del sovradimensionamento assegnato all'attraversamento scegliendo una delle misure standardizzate.

Anche per il dimensionamento dei sifoni, si è fatto riferimento al valore della portata a piene rive. Nel caso di canali promiscui con elevato grado di artificialità, al fine di dare la possibilità di effettuare futuri ampliamenti della sezione del canale, tale portata è stata incrementata del 10%.

Come noto il manufatto, detto botte a sifone, è costituito da:

- un imbocco raccordato al canale di monte;
- un tratto di condotta inclinata (o da un pozzetto nei casi di minore importanza) fino alla quota alla quale si vuole sottopassare la strada;
- un tratto orizzontale per tutta la larghezza della strada;
- un tratto di risalita (oppure un pozzetto) fino al raccordo col canale di valle.

La velocità entro la botte deve essere di poco superiore a quella nel canale di monte, in modo che le particelle solide che non sedimentano nel canale non possano sedimentare nella botte; raramente si supera nella botte la velocità di 2 m/s.

I raccordi di monte e di valle della botte col canale esistente vanno opportunamente sagomati per limitare al massimo le perdite di imbocco e sbocco. La lunghezza ottimale del raccordo deve essere tale che l'angolo tra l'asse del canale e il muro di raccordo sia non superiore a circa 12° - 15° .

Un raccordo ben sagomato dà luogo a perdite di carico che sono dell'ordine di 0.1÷0.3 della differenza dei carichi cinetici: il coefficiente è, a parità di disegno, più elevato per lo sbocco (corrente decelerata) che per l'imbocco (corrente accelerata).

La perdita di carico complessiva in una botte è la somma di varie perdite: continue, d'imbocco, di sbocco, per curve. L'ordine di grandezza delle perdite al quale, di regola, si fa riferimento è di 0.05÷0.15 m. In particolare, la perdita di carico è data da:



dove:

Società di Progetto
Brebemi SpA

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 24 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

- v_m è la velocità nel canale di monte;
- v è la velocità nella botte;
- v_v è la velocità nel canale di valle;
- k_i è il coefficiente di perdita all'imbocco;
- k_c è il coefficiente di perdita in curva;
- k_s è il coefficiente di perdita allo sbocco;
- K_s è il coefficiente di resistenza secondo Gauckler-Strickler;
- L è la lunghezza di una canna;
- R_H è il raggio idraulico della sezione corrente d'una canna;
- n è il numero delle curve;

Indicate con A_m e A_v le aree delle sezioni rispettivamente di monte e di valle e con A l'area della canna, posto:



l'equazione precedente diviene:

$$\frac{1}{C^2} \cdot \frac{v^2}{2g} = \Delta h$$

oppure:

$$v = C \sqrt{2g \Delta h}$$

Noti i coefficienti k , oltre a Q e Δh , A_m e A_v , si è proceduto, per tentativi, al calcolo dell'area A della canna del sifone.

APPROVATO SDP

7. RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE IDRAULICHE

Nella tabella di seguito riportata vengono elencate le caratteristiche delle opere di attraversamento in progetto.

Tabella 6.V – Opere relative alle interferenze idrauliche con il corpo autostradale

WBS Attraversamento	Consorzio di bonifica afferente	Pk Interferenza (km)	Tipo di attraversamento	Dimensioni	
				B (m)	H (m)
IDAX8	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 2+912.92	Tombino associato a passo uomo	1.50	1.50
IDAX9	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 3+093.10	Tombino	2.00	1.50
IDAY0	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 3+313.98	Tombino associato	2.00	1.50
IDAY1	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 3+402.03	Tombino	1.50	1.50
IDAY2	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 3+580.18	Tombino associato a passo uomo	1.50	1.50
IDAY3	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 3+711.81	Tombino	2.00	1.50
IDAY4	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 3+938.50	Tombino associato a passo uomo	1.50	1.50
IDAY5	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 4+292.63	Tombino	3.00	1.50
IDAY6	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 4+595.04	Tombino associato a passo uomo	4.00	2.00
IDAY7	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 4+604.27	Tombino	3.00	1.50
IDAY8	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 5+195.79	Tombino	1.50	1.50
IDAY9	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 5+202.35	Tombino (a due canne affiancate)	1.20	1.50
IDAZ0	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 0+749,80 RAMO BS-BB Pr. 1+094.58 RAMO A4-BB Pr. 0+100.42 RAMO BB-A4	Tombino (a due canne affiancate) associato a passo uomo	1.50	1.50
IDAZ1	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 0+442.24 RAMO BS-BB Pr. 0+894.95	Tombino associato a passo uomo	2.50	1.50

	Doc. N. 66078-00011-A00.doc	CODIFICA DOCUMENTO 04RGEI100001000000200	REV. A00	FOGLIO 26 di 27
---	--------------------------------	---	-------------	--------------------

WBS Attraversamento	Consorzio di bonifica affidente	Pk Interferenza (km)	Tipo di attraversamento	Dimensioni	
				B (m)	H (m)
		RAMO A4-BB			
IDAZ2	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 0+500.27 RAMO A4-BB Pr. 0+603.18 RAMO BB-A4	Tombino (Ø1000)	1.00	1.00
IDAZ2	Consorzio Sinistra Oglio	Pr. 0+221.49 RAMO A4-BB Pr. 0+867.03 RAMO BB-A4	Tombino (Ø1000)	1.00	1.00

Per le verifiche idrauliche di ciascuna opera si rimanda alle relazioni dedicate redatte.

APPROVATO SDP

Società di Progetto
Brebemi SpA

