

COMMITTENTI:

Sig. **PRETTO MARINO**
via Gazzo, 17
35035 - Mestrino (PD)

PROVINCIA DI PADOVA
COMUNE DI MESTRINO
via Don Bosco

PROGETTO URBANISTICO

PROGETTO:

P.U.A "La Corte"

- Accordo P.P. Pretto Marino
- Accordo P.P. Parrocchia di San Giovanni Battista

ASSOCIAZIONE TEMPORANEA DI PROFESSIONISTI

Arch. Renzo Paccagnella
via Dalla Zuanna, 7; 35035 - Mestrino (PD)
Tel./Fax: 049.9001499; E-mail: archrp@tin.it
P.I. 01121790289

OGGETTO:

- RELAZIONE IDRAULICA

Gallo Associati
architettura _ ingegneria

via Ponterotto, 84; 35010 - Villafranca Padovana (PD)
Tel./Fax: 049.9075699; E-mail: tecnico@galloassociati.it
P.I./C.F. 04268220284

scala	-
data	Dic. 2014
pratica	1208
agg.	Marzo 2015
operatore	T

ALLEGATO
H

Sommario

1 – PREMESSE E SCOPO.....	2
1.1 - Premesse.....	2
1.2 - Normativa regionale di riferimento in materia di compatibilità idraulica delle nuove urbanizzazioni.....	2
1.3 – Contenuti dello Studio.....	3
2 – DESCRIZIONE DEL CONTESTO ESISTENTE	3
2.1 - Individuazione e descrizione degli interventi urbanistici.....	3
2.2 – Descrizione delle caratteristiche dei luoghi;	4
2.3 – Caratteristiche idrografiche e idrologiche.....	5
2.4 - Descrizione della rete idraulica ricettrice e criticità idrauliche.....	5
2.5 - Caratteristiche geomorfologiche, geotecniche e geologiche	7
2.6 – Caratteristiche delle reti fognarie esistenti.....	7
3 – ANALISI DELLA TRASFORMAZIONE URBANISTICA IN TERMINI D’IMPERMABILIZZAZIONE – MITIGAZIONE IDRUALICA - RELAZIONE IDRAULICA.....	8
3.1 –Mitigazione idraulica - misure compensative e/o di mitigazione del rischio - Introduzione teorica.....	8
3.1.1 - Inquadramento normativo per la mitigazione idraulica nelle nuove urbanizzazioni.....	8
3.1.2 – Analisi idrologica.....	8
3.1.3 – Caratteristiche degli interventi di mitigazione e metodi di calcolo idraulico.....	11
3.2 – Valutazioni sulle caratteristiche delle aree e loro trasformazione urbanistica.....	14
3.2.1.– Analisi delle trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione e calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderato	14
3.2.2 – Determinazione del coefficiente di deflusso medio ponderato.....	15
3.2.3 – Analisi delle criticità idrauliche e analisi dei rischi legati alle criticità	17
3.2.4 Criteri generali di progettazione.....	17
3.2.5 - Criteri e soluzioni particolari di Progetto	17
3.3 – Relazione idraulica	18
3.3.1 – Calcolo delle portate e progetto dei volumi di laminazione	18
3.3.2 - Metodi di calcolo a confronto	19
3.3.3 - Calcolo della portata di scarico	19
3.3.4 – Progetto della sezione di scarico	21
3.3.5 - Manufatto di controllo dello scarico.....	22
4– VALUTAZIONE ED DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI COMPENSATIVI E DI MITIGAZIONE IDRAULICA – ASPETTI ECOLOGICI ED ESTETICI – ASPETTI MANUTENTIVI	23
4.1 – Valutazione e descrizione degli interventi compensativi e di mitigazione idraulica.....	23
4.2 - Modalità di posa della condotta	24
4.3 - Aspetti estetici ed ecologici.....	24
4.4 - Aspetti manutentivi.....	24

1 – PREMESSE E SCOPO

1.1 - Premesse

La presente relazione costituisce lo studio di compatibilità idraulica, così come previsto dalla Delibera della Giunta Regionale del Veneto (DGRV) n. 2948 del 6 Ottobre 2009, relativo all'ambito di espansione residenziale indicato nel P.I. del Comune Mestrino come Z.T.O. C2-PER e precisamente la n. 22/ter del repertorio urbanistico, compresa tra la Comunale Via Gazzo ad est, contesto residenziale a Nord ed ambito agricolo a sud ed est.

Fanno parte integrante della presente relazione di compatibilità idraulica, e ad essi si fa riferimento, i seguenti elaborati grafici:

- Tav. VCI_01: Planimetrie di inquadramento urbanistico e territoriale;
- Tav. VCI_02: Rilievo topografico dello stato di fatto: rilievo planimetrico; rilievo altimetrico;
- Tav. VCI_03: Planivolumetrico – Rappresentazione permeabilità aree;
- Tav. VCI_04: Schema reti acque bianche - interventi di mitigazione idraulica;
- Tav. VCI_05: Reti di fognatura acque bianche - Profili longitudinali ed interventi di mitigazione idraulica;
- Tav. VCI_06: Interventi di mitigazione idraulica: - sezioni bacino di detenzione acque meteoriche;
- Tav. VCI_07: Interventi di mitigazione idraulica: - particolari descrittivi del manufatto di controllo delle portate e di scarico

1.2 - Normativa regionale di riferimento in materia di compatibilità idraulica delle nuove urbanizzazioni

Con deliberazione n. 3637 del 13.12.2002, la Giunta Regionale forniva gli indirizzi operativi e le linee guida per la Verifica della Compatibilità Idraulica delle previsioni urbanistiche con la realtà idrografica e le caratteristiche idrologiche ed ambientali del territorio. Tale provvedimento prevedeva che l'approvazione di un nuovo strumento urbanistico, ovvero di varianti a quello vigente, fosse subordinata al parere della competente autorità idraulica su un apposito studio di compatibilità idraulica

Con l'entrata in vigore della L.R. 23.04.2004 n. 11 e della successiva DgrV n. 1841/07, nuova disciplina Regionale per il governo del Territorio, si è modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica, tanto da evidenziare la necessità di adeguare la "Valutazione di Compatibilità Idraulica" alle nuove procedure.

In tale prospettiva, con delibera n. 1322 del 10 maggio 2006 e s.m.i, la Giunta Regionale del Veneto, forniva le nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. L'Allegato A della su indicata Delibera, fornisce "Modalità operative e indicazioni tecniche" delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

Nell'agosto 2009 il "Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della Regione Veneto" pubblica "le Linee Guida per la Valutazione di compatibilità idraulica le quali costituiscono il principale riferimento tecnico progettuale in materia" sebbene il Comune di Mestrino non rientri direttamente nell'area di competenza del Commissario.

In data 6 Ottobre 2009 veniva approvata la DGRV n. 2948 il cui allegato A riportava le modalità per la redazione della Valutazione di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici di carattere generale (PAT –PATI) riferendosi pure agli strumenti attuativi (PUA)

1.3 – Contenuti dello Studio

La suddetta DGRV n. 2948 del 6 Ottobre 2009 prevede che “la valutazione di compatibilità idraulica sia di primaria importanza e che i contenuti dell’elaborato di valutazione pervengano a dimostrare che, per effetto delle nuove previsioni urbanistiche, non viene aggravato l’esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale livello”.

Va evidenziato che l’impermeabilizzazione delle superfici, la loro regolarizzazione, l’interramento di canali e scoli anche di secondaria importanza e la stessa progressiva antropizzazione del territorio contribuisce in modo determinante all’incremento del coefficiente di deflusso ed al conseguente aumento del coefficiente udometrico delle aree trasformate

Pertanto per ogni progetto di trasformazione dell’uso del suolo che provochi una variazione di permeabilità superficiale in primo luogo devono essere verificate le possibili interferenze tra gli dissesti idraulici presenti e le destinazioni o trasformazioni d’uso del suolo collegate all’attuazione dello strumento urbanistico attuativi (P.U.A.) e prevedere misure compensative volte a mantenere costante il coefficiente udometrico secondo il principio dell’ **“invarianza idraulica”**.

Lo studio è articolato in:

- individuazione e descrizione degli interventi urbanistici;
- caratteristiche idrografiche ed idrologiche;
- descrizione delle caratteristiche dei luoghi;
- descrizione della rete idraulica ricettrice
- caratteristiche delle reti fognarie esistenti;
- caratteristiche geomorfologiche, geotecniche e geologiche con individuazione della permeabilità dei terreni;
- valutazione delle caratteristiche sopra descritte in riferimento ai contenuti della variante;
- analisi delle trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione;
- valutazione della criticità idraulica del territorio, del rischio idraulico;
- misure compensative e/o di mitigazione del rischio;
- valutazione ed indicazione degli interventi compensativi;

Lo studio idraulico quindi si propone di valutare la compatibilità idraulica dell’intervento con la situazione esistente, progettando soluzioni corrette dal punto di vista dell’assetto idraulico del territorio e dimostrando che, per effetto delle nuove previsioni di trasformazione urbanistica del territorio, non viene aggravato l’esistente livello di rischio idraulico né viene pregiudicata la possibilità di riduzione di tale rischio.

2 – DESCRIZIONE DEL CONTESTO ESISTENTE

2.1 - Individuazione e descrizione degli interventi urbanistici

Con la seconda variante parziale al P.I. approvata con delibera di Consiglio Comunale n. 10 del 11 aprile 2013 è stata individuata sull’area di proprietà della ditta Pretto Marino una Z.T.O. C2PER e precisamente la 22/ter della superficie complessiva di m² 18.000 con un volume edificabile di m³ 12.600, per effetto dell’applicazione dell’indice di edificabilità assegnato nel repertorio normativo di 0,70 m³/m², la cui attuazione viene subordinata ad un accordo pubblico privato.

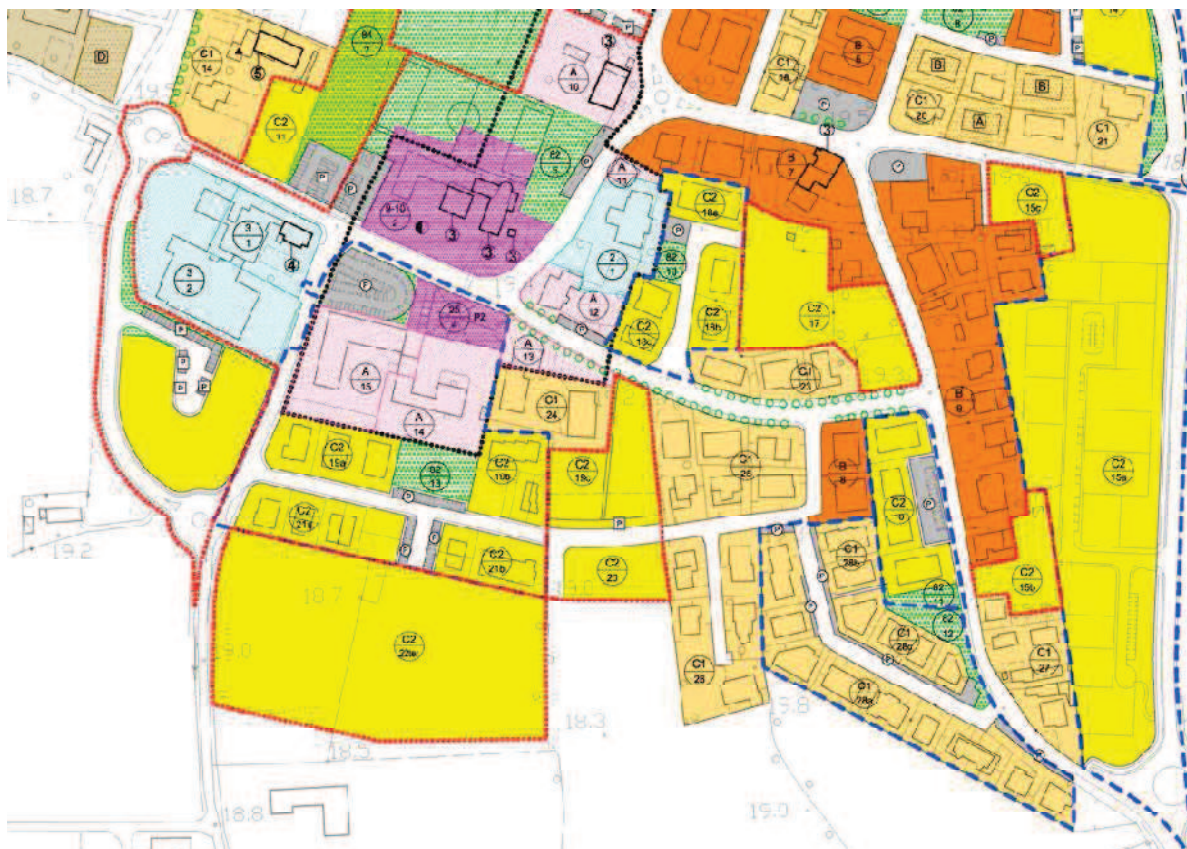


Fig. 1 –Estratto del Piano degli Interventi - Inquadramento urbanistico della Z.T.O. C2PER_22Ter

L'area interessata dalla trasformazione urbanistica è così censita catastalmente:

PIANO GUIDA:

N.C.T. – Comune di Mestrino:

- Foglio 10, mappale n. 415 (per l'intero) di reali mq 4.523.
- Foglio 11, mappale 341 (porzione)per mq 13809

per complessivi mq 18.332 .

Data la consistenza dell'area di prevista espansione urbanistica e la concomitante stasi attuale del mercato edilizio si prevede l'attuazione attraverso l'individuazione di un primo ambito di minor superficie pari a mq 8023 **che viene denominato "P.U.A. La Corte"** prefigurando un Piano Guida i contenuti complessivi dell'intera Z.T.O. C2Per/22Ter così come consentito dall'art. 11 delle N.T.O. del P.I. e coerentemente con gli accordi pubblico privato approvati dalla Giunta Comunale.

La presente relazione di compatibilità idraulica si occupa comunque dell'intero ambito d'urbanizzazione descritto dal Piano Guida.

2.2 – Descrizione delle caratteristiche dei luoghi;

Come detto l'area di espansione si colloca all'interno del Comune di Mestrino a Lissaro lungo la comunale Via Gazzo e a sud della recente urbanizzazione di Via Arciprete Straiotto.

La nuova zona d'espansione residenziale C2per -22 ter, prevista nella predetta variante parziale al Piano degli Interventi, oggetto di trasformazione urbanistica, è attualmente ad uso agricolo, è ubicata nella frazione di Lissaro a lato di Via Gazzo, a sud-ovest del centro abitato ed questa occupa una superficie complessiva di 18.332 mq per un volume edificatorio complessivo di 15182 mc.

In base alla DGRV.1841 del 19.06.2007 l'intervento è classificato come **“significativa impermeabilizzazione potenziale”** per la quale è prevista la realizzazione di uno studio che permetta di dimensionare i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico di fondo in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti all'impermeabilizzazione (rispetto del principio di invarianza idraulica).

	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con Imp <0,3
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha e con Imp>0,3

Tab. 1_ *Classificazione degli interventi in dipendenza estensione – DGRV 1841 19.06.2007*

2.3 – Caratteristiche idrografiche e idrologiche

Dal punto di vista idrogeologico, più generale, il sito di interesse s'inserisce all'interno di un'area caratterizzata da particolare struttura idrogeologica. La progressiva differenziazione stratigrafica del sottosuolo, nell'area della media pianura, da origine ad un sistema idrogeologico multi-falda costituito da una falda freatica e da una serie di acquiferi confinati sovrapposti. Le fasce che definiscono l'alta, la media e la bassa pianura, hanno caratteristiche abbastanza omogenee e si susseguono da Nord a Sud dalle Prealpi al Mare Adriatico e si sviluppano in direzione subparallela rispetto al limite dei rilievi montuosi e all'attuale linea di costa e perpendicolarmente ai principali corsi d'acqua.

Gli aspetti riguardanti la fragilità del territorio, le criticità delle reti principali e delle reti minori anche consortili e quindi la pericolosità idraulica del territorio sono stati oggetto di studio e di programmazione in sede prima di redazione del Piano di Tutela delle Acque della Regione Veneto, quindi del P.A.I. del bacino scolante, del Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio (P.G.B.T.T.), del P.A.T. del Comune di Mestrino e in ultima fase nella Valutazione di Compatibilità idraulica facente parte integrante della variante parziale al P.I. approvata con delibera di Consiglio Comunale n. 10 del 11 aprile 2013

A tale documento e ai suoi contenuti di preliminari riguardanti il presente PUA si fa preciso riferimento.

Il Comune di Mestrino è situato all'interno del bacino idrografico del Brenta-Bacchiglione; il primo dei due corsi d'acqua principali scorre a nord-est rispetto al Comune mentre il Bacchiglione è ubicato a sud ed in particolare la Frazione di Lissaro e l'ambito di trasformazione urbanistica in oggetto fa parte del bacino del Fiume Bacchiglione.

2.4 - Descrizione della rete idraulica ricettrice e criticità idrauliche

Allo stato attuale il deflusso delle acque avviene verso due capifosso a sud dell'area in oggetto, questi convogliano le portate verso sud allo Scolo Rigoni di competenza consortile. Come precedentemente descritto

nel tratto in oggetto lo Scolo Rigoni può far defluire le acque alternativamente verso est, in condizioni normali, oppure verso ovest al nuovo impianto idrovoro Lissaro in condizioni di deflusso critiche; pertanto il recapito finale delle acque sarà nel primo caso il canale Brentella e nel secondo il Ceresone Piccolo.

In base alla classificazione del P.A.I. la zona si trova in un'area a "moderato rischio idraulico" (livello P1) legata all'esondazione dei corsi d'acqua maggiori.

Come precedentemente illustrato questa è causata dalla difficoltà di ricezione del fiume Bacchiglione in caso di piena che determina condizioni di deflusso critiche negli affluenti, tra cui il Ceresone Piccolo, che dunque hanno possibilità di esondare in corrispondenza delle zone più depresse.

Per quanto riguarda invece il rischio idraulico legato alla rete minore non si ha evidenza di particolari problematiche nell'area in oggetto.

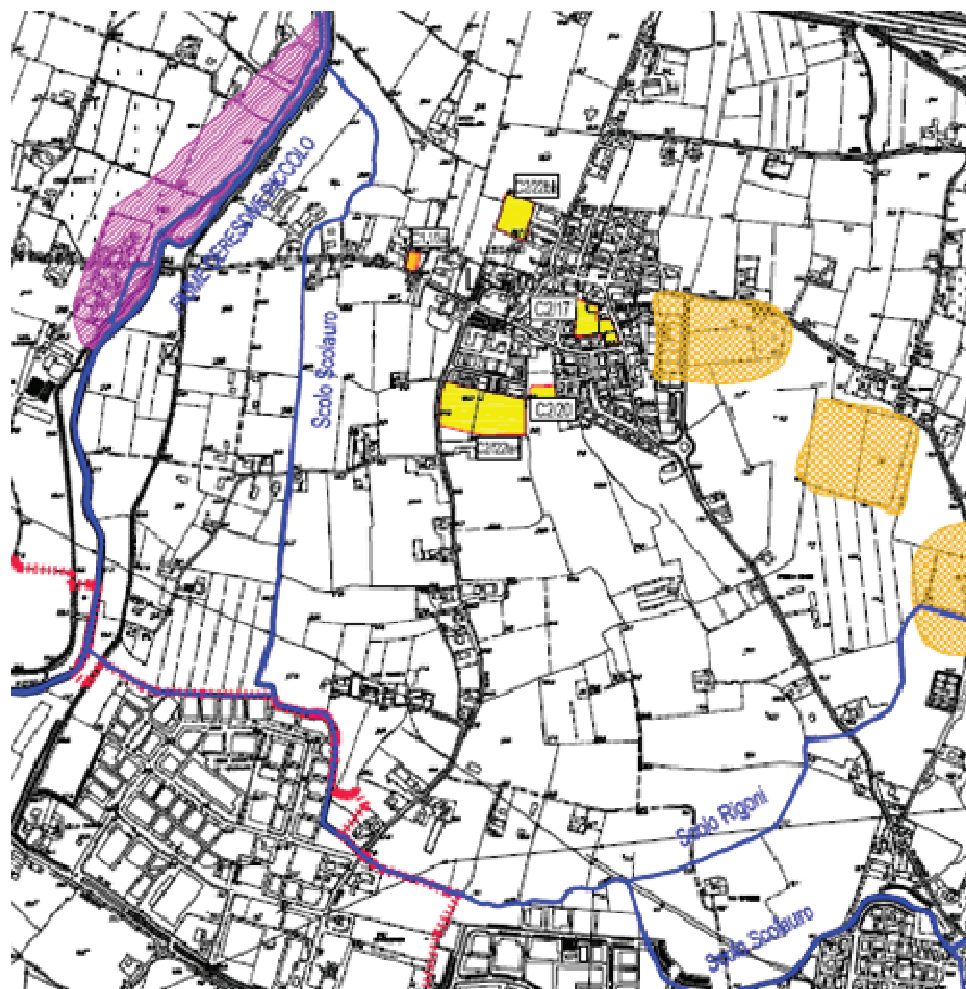


Fig. 2 – Estratto della Carta del rischio Idraulico (rif. P.I._VCI)

LEGENDA	
	PERIMETRAZIONE TERRITORIO COMUNALE
	CORSO D'ACQUA PRINCIPALE
	SCOLO CONSORTILE
	CRITICITA' SEGNALATE DA UNIONE VENETA BONIFICHE
	CRITICITA' SEGNALATE DAL CONSORZIO BRENTA
	CRITICITA' SEGNALATE DAL COMUNE DI MESTRINO
INTERVENTI DI PIANO OGGETTO DI V.C.I.	
	ZONE DI ESPANSIONE RESIDENZIALE
	ZONE PRODUTTIVE E COMMERCIALI
	VIABILITA' COMPLEMENTARE
	NUCLEI IN ZONA DIFFUSA

2.5 - Caratteristiche geomorfologiche, geotecniche e geologiche

Il Comune di Mestrino è situato nella fascia della Pianura Padana-Veneta caratterizzata da pendenze inferiori al 0,5% tipiche della pianura intermedia e non si evidenziano nella zona di interesse forme morfologiche particolari salvo tracce di corso fluviale estinto nel territorio a nord ovest.

Dalla Carta della Permeabilità dei Suoli della Provincia di Padova (aprile 2002), si evince che l'area in oggetto è caratterizzata da suoli naturali a media permeabilità, con tessitura e a matrice prevalentemente sabbiosa.

Le risultanze di prove penetrometriche effettuate in sito confermano a quello di interesse tra Via S.G. Battista e Via Gazzo mostrano come le zone nei primi 5-8 metri di profondità sia caratterizzata da alternanza di limi sabbiosi, limo argilloso-sabbioso, sabbie limose e sabbie debolmente limose mediamente addensate.

Il livello medio della falda freatica è a circa 1,5m di profondità dal piano campagna con valori di permeabilità medio-bassi, compresi tra 10^{-8} e 10^{-6} m/s, tipici della pianura alluvionale.

Dal punto di vista altimetrico l'ambito di trasformazione lotto si presenta allo stesso livello delle aree agricole limitrofe, a quote comprese tra 18,5 e 19,0 m.s.m., è tuttavia posto in un'area più bassa rispetto alla restante parte del centro abitato di Lissaro ubicato a quote 19,5 – 20,0 m.s.m.; si deduce pertanto che in caso di esondazioni dei corsi d'acqua maggiori la zona non è al sicuro da possibili fenomeni di allagamento.

Considerato l'utilizzo agricolo dell'area rifacendosi alla trattazione della VCI del Piano degli Interventi si può ipotizzare allo stato di fatto un coefficiente di deflusso pari a **0,1** per l'intera superficie.

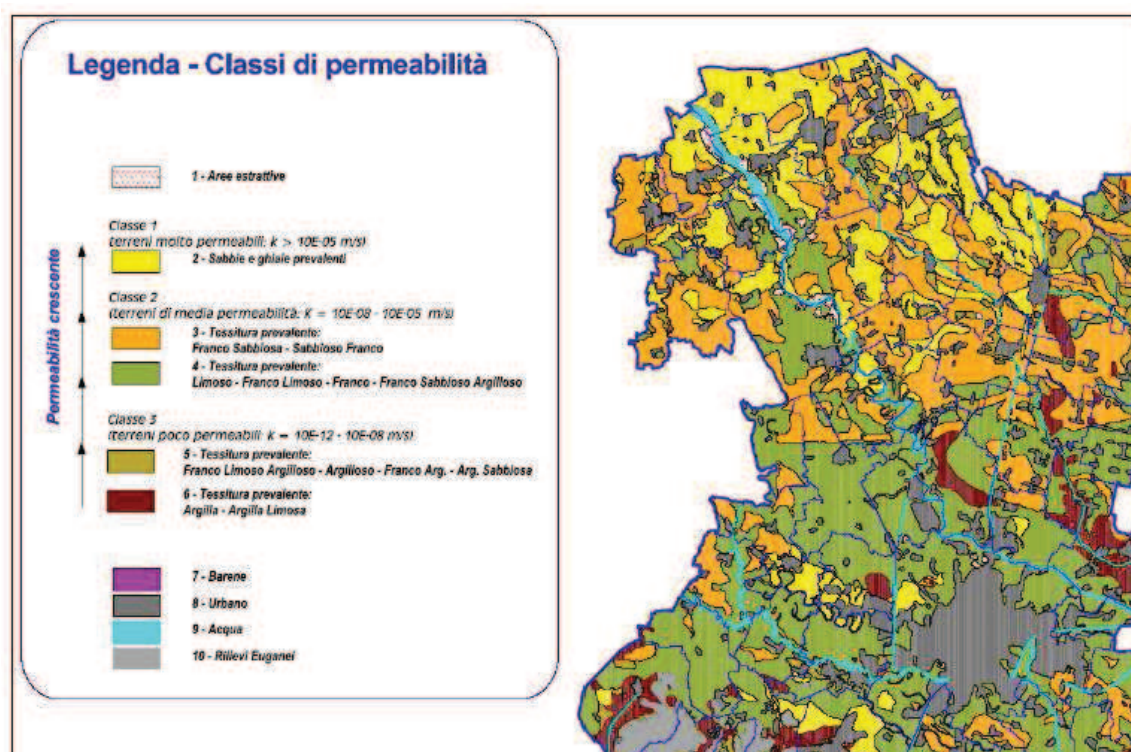


Fig. 3 – Estratto della carta delle permeabilità dei suoli della Provincia di Padova

2.6 – Caratteristiche delle reti fognarie esistenti

Nell'area da urbanizzare sono ora presenti tratti di scoline "a cielo aperto" nelle aree agricole contermini all'area in oggetto con rete di fognatura di acque bianche nella zona residenziale consolidata a nord dell'ambito di espansione. In particolare lungo via Gazzo, lungo il margine est della Via è presente una condotta in cls del

diametro allo sbocco di cm 80 recapitante sulla scolina stradale a valle le acque meteoriche delle aree urbanizzate a nord.

3 – ANALISI DELLA TRASFORMAZIONE URBANISTICA IN TERMINI D’IMPERMABILIZZAZIONE – MITIGAZIONE IDRUALICA - RELAZIONE IDRAULICA

3.1 –Mitigazione idraulica - misure compensative e/o di mitigazione del rischio - Introduzione teorica

3.1.1 - Inquadramento normativo per la mitigazione idraulica nelle nuove urbanizzazioni

Come illustrato nel capitolo relativo alla normativa di riferimento in ambito regionale si sono succedute, negli ultimi anni, regolamentazioni e linee guida specifiche per la valutazione e mitigazione dell’impatto idraulico sul territorio dei nuovi interventi di urbanizzazione.

Alla luce delle criticità idrauliche esistenti sulla rete minore ed in considerazione dell’estremizzazione degli eventi pluviometrici si hanno più spesso piogge di durata limitata ma caratterizzate da intensità elevate che mettono in crisi proprio la rete secondaria; questa tendenza è confermata anche dai più recenti studi pluviometrici condotti in ambito regionale (Bixio 2009)

Di particolare rilevanza è stato l’evento del 26 settembre 2007, a seguito del quale è stato nominato un apposito Commissario con l’obiettivo di predisporre un piano di messa in sicurezza idraulica delle zone colpite.

Sebbene il Comune di Mestrino non ricada direttamente all’interno del territorio di competenza del Commissario si ritiene corretto fare riferimento alle prescrizioni tecniche da questo emanate nel corso degli ultimi anni.

Nella redazione delle linee guida in seguito esposte si è fatto dunque riferimento ai seguenti documenti:

- D.G.R.V. n.1322 del 10/09/2006 integrata con D.G.R.V. n. 1841 del 19/06/2007;
- Valutazioni di compatibilità idraulica – Linee Guida (agosto 2009) del Commissario Delegato;
- Valutazione di compatibilità Idraulica del P.A.T. del Comune di Mestrino (luglio 2010).
- Valutazione di compatibilità idraulica in sede di Variante parziale al Piano degli Interventi.

Un concetto più volte espresso nelle normative e linee guida menzionate è quello dell’invarianza idraulica per il quale, in sostanza, qualsiasi intervento di urbanizzazione che comporti una trasformazione del suolo deve essere accompagnato da adeguate opere di mitigazione atte a non modificare la risposta idraulica del territorio, ovvero a non aumentare la portata massima affluente alla rete esistente rispetto alla situazione ante trasformazione.

3.1.2 – Analisi idrologica

Per quanto riguarda l’analisi idrologica nell’area in oggetto si fa riferimento alla “Analisi regionalizzata delle precipitazioni per l’individuazione di curve segnalatrici di possibilità pluviometrica” (2009 – Nordest Ingegneria S.r.l.) studio commissionato dal “Commissario delegato per l’Emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici del 26 settembre 2007 che hanno colpito parte del territorio della regione Veneto” e i cui risultati sono riportati anche nelle “Linee Guida per la Valutazione di Compatibilità Idraulica” (2009).

Lo studio idrologico è stato condotto relativamente ad una porzione del territorio regionale, ossia quella di competenza del Commissario più alcune aree limitrofe in base ai dati disponibili dalle stazioni CMT esistenti (27 stazioni con almeno 10 anni di registrazioni) considerando precipitazioni di durata inferiore o uguale all’ora (5 – 10 – 15 -30 – 45 - 60 minuti) o superiori (3 – 6 – 12 -24 ore).

Per ottimizzare i risultati ottenuti sono state infine individuate delle macroregioni caratterizzate da differenti risposte idrologiche:

- Zona sud occidentale;
- Zona costiera e lagunare;
- Zona nord orientale;
- Zona Nord occidentale.

Si riporta nella seguente figura la suddivisione del territorio operata; come si può osservare il Comune di Mestrino non ricade direttamente all'interno dell'area di studio, tuttavia si trova geograficamente compreso tra i confini della macroregione sud-occidentale; pertanto, come riportato anche nel P.A.T. e del Piano degli Interventi si ritiene corretto fare riferimento allo studio del Commissario per l'adozione dei parametri idrologici caratteristici.

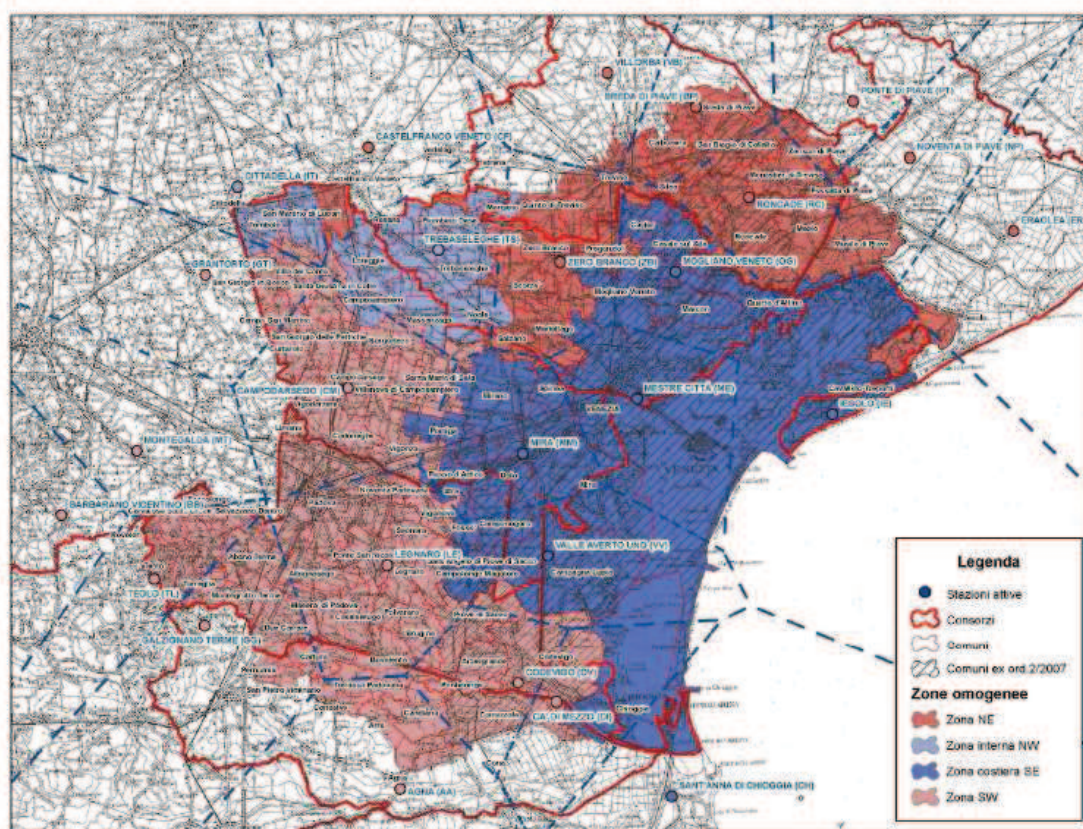


Fig 4_ Suddivisione del territorio in aree omogenee

Il calcolo delle curve di possibilità pluviometrica è stato svolto sia considerando la classica equazione a **due parametri** che quella a tre parametri. ; i tempi di ritorno considerati sono di 2 - 5 -10 - 20 - 30 - 50 - 100 - 200 anni.

Curve di possibilità pluviometrica a 2 parametri

In questo caso l'equazione assume la nota forma:

$$h = a \cdot t^n$$

essendo h l'altezza di pioggia in mm e t la durata dell'evento (in minuti o ore).

Come noto tale tipologia di curva di possibilità pluviometrica, per metodologia di analisi probabilistica, è caratterizzata a rigore da parametri **a** ed **n** diversi in funzione dell'intervallo di durata delle piogge considerato; tradizionalmente per ciascun tempo di ritorno si tendeva a calcolare 2 diverse curve di cui una per eventi di durata inferiore all'ora ed una per eventi di durata superiore. Tuttavia al fine di conseguire una maggiore

precisione ed affidabilità dei risultati lo studio menzionato ha provveduto a calcolare una serie di curve ognuna delle quali caratterizzata da un tempo centrale di riferimento; i risultati sono riportati in tabella seguente (validi per t in minuti) dove il valore in terza colonna rappresenta l'errore medio relativo all'approssimazione.

Zona sud-occidentale

T	tp≈15 minuti			tp≈30 minuti			tp≈45 minuti			tp≈1 ora			tp≈3 ore			tp≈6 ore		
	da 5 min a 45 min			da 10 min a 1 ora			da 15 min a 3 ore			da 30 min a 6 ore			da 45 min a 12 ore			da 1 ora a 24 ore		
anni	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ	a	n	Δ
2	4.5	0.533	6.3%	6.6	0.413	3.2%	10.2	0.285	5.1%	13.5	0.222	1.3%	14.1	0.214	0.6%	14.0	0.216	0.6%
5	5.4	0.556	6.1%	7.9	0.437	3.3%	12.5	0.305	5.4%	16.9	0.235	1.4%	18.1	0.222	0.2%	18.2	0.222	0.3%
10	6.0	0.570	6.0%	8.6	0.454	3.3%	13.7	0.320	5.5%	18.8	0.247	1.5%	20.4	0.230	0.5%	20.7	0.228	0.3%
20	6.5	0.582	5.7%	9.2	0.470	3.3%	14.6	0.335	5.6%	20.3	0.260	1.6%	22.4	0.240	0.8%	23.0	0.236	0.5%
30	6.7	0.589	5.6%	9.4	0.480	3.3%	15.1	0.345	5.6%	21.0	0.268	1.6%	23.5	0.246	1.0%	24.2	0.241	0.7%
50	7.0	0.598	5.4%	9.8	0.492	3.3%	15.6	0.356	5.7%	21.9	0.278	1.7%	24.7	0.254	1.2%	25.6	0.247	0.9%
100	7.4	0.610	5.1%	10.1	0.508	3.3%	16.2	0.372	5.7%	22.8	0.293	1.7%	26.1	0.265	1.5%	27.4	0.257	1.2%
200	7.7	0.621	4.9%	10.4	0.524	3.3%	16.6	0.388	5.7%	23.5	0.308	1.8%	27.3	0.276	1.7%	28.9	0.266	1.5%

Tab 2- Zona sud-occidentale- Tabella parametri e curve segnalatrici a due parametri

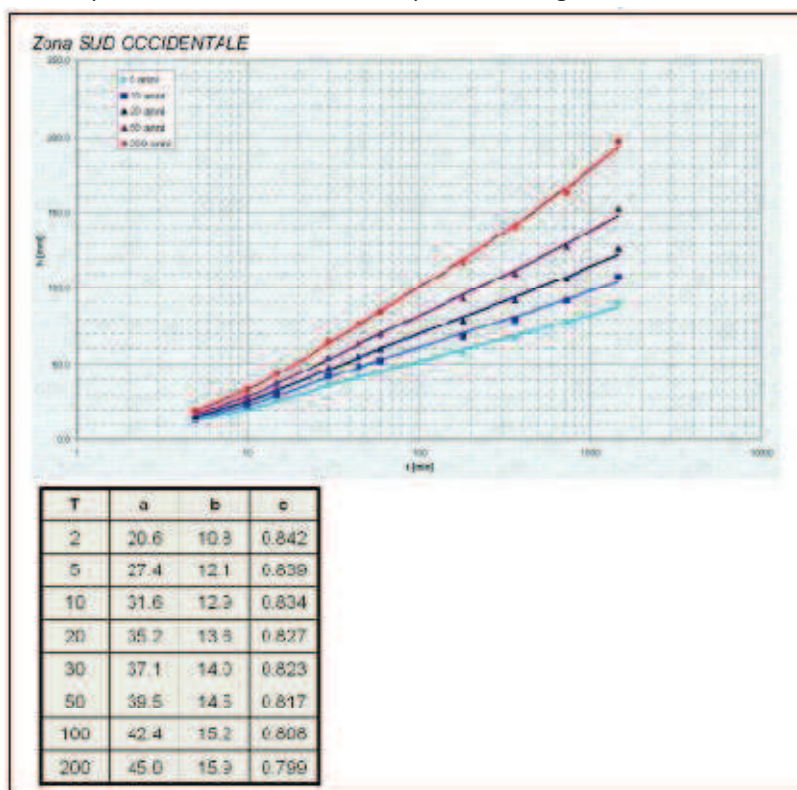
Curve di possibilità pluviometrica a 3 parametri

L'equazione assume la forma:

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

essendo sempre h l'altezza di pioggia in mm e t la durata dell'evento (in minuti o ore).

In questo caso è possibile interpolare correttamente con un'unica curva i dati rilevati per piogge sia della durata di alcuni minuti che di diverse ore, pertanto i coefficienti caratteristici assumono valori univoci per ciascun tempo di ritorno considerato; si riportano in seguito i risultati ottenuti (t in minuti).



Curve di possibilità pluviometrica a 3 parametri

Tab 3- Zona sud-occidentale- Tabella a tre parametri

3.1.3 – Caratteristiche degli interventi di mitigazione e metodi di calcolo idraulico

Come è noto l'impermeabilizzazione del suolo e la riduzione degli invasi conseguenti all'urbanizzazione alterano profondamente l'assetto idraulico di un'area. Il coefficiente udometrico (contributo specifico alla formazione della portata di piena) di un'area urbanizzata è ben superiore a quello di un'area agricola e per moderare gli effetti dell'urbanizzazione l'indirizzo di progetto è di compensare gli effetti di maggiore carico idraulico individuando volumi di invaso compensativi in misura variabile.

I volumi di invaso possono essere ottenuti sovradimensionando le condotte per le acque meteoriche, realizzando nuove fossature e zone a temporanea sommersione nelle aree a verde o soluzioni equivalenti.

L'allegato A della Delibera n. 1322 del 10 maggio 2006 e s.m.i, fornisce "Modalità operative e indicazioni tecniche" delle nuove Valutazioni di compatibilità idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici.

In particolare l'allegato introduce la seguente classificazione dimensionale degli interventi urbanistici in base alla quale scegliere il tipo di indagine idraulica da svolgere e le tipologie dei dispositivi da adottare (la superficie di riferimento è quella per la quale è prevista la modificazione di uso del suolo).

Classe di intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0,1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha e con $Imp > 0,3$

Per la classe di nostro interesse, di significativa impermeabilizzazione, vanno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione;

Nelle Linee Guida del Commissario viene ulteriormente affinata la suddivisione in classi di intervento: per ciascuna di esse viene suggerito un criterio di dimensionamento da adottare per l'individuazione del volume d'invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata ai ricettori finali (fognature bianche o miste, corpi idrici superficiali);

Si riporta la suddivisione nella seguente tabella.

Classe 1 - Trascurabile impermeabilizzazione potenziale

È sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili, quali le superfici dei parcheggi, tetti verdi ecc.

Classe 2 - Modesta impermeabilizzazione

È opportuno sovradimensionare la rete rispetto alle sole esigenze di trasporto della portata di picco realizzando volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene, in questi casi è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm.

Classe 3 - Modesta impermeabilizzazione potenziale

Oltre al dimensionamento dei volumi compensativi cui affidare funzioni di laminazione delle piene è opportuno che le luci di scarico non eccedano le dimensioni di un diametro di 200 mm e che i tiranti idrici ammessi nell'invaso non eccedano il metro.

Classe 4 - Significativa impermeabilizzazione potenziale

Riferimento	Classificazione intervento	Soglie dimensionali	Criteri da adottare
Ordinanze	Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	$S^* < 200 \text{ mq}$	0
	Modesta impermeabilizzazione	$200 \text{ mq} < S^* < 1.000 \text{ mq}$	1
D.G.R. 1322/06	Modesta impermeabilizzazione potenziale	$1.000 \text{ mq} < S < 10.000 \text{ mq}$	1
	Significativa impermeabilizzazione potenziale	$10.000 \text{ mq} < S < 100.000 \text{ mq}$	2
	Marcata impermeabilizzazione potenziale	$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi < 0,3$	2
		$S > 100.000 \text{ mq}$ e $\Phi > 0,3$	3

Andranno dimensionati i tiranti idrici ammessi nell'invaso e le luci di scarico in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione.

Classe 5 - Marcata impermeabilizzazione potenziale

È richiesta la presentazione di uno studio di dettaglio molto approfondito.

A seguito delle ordinanze commissariali, per i comuni interessati le Linee Guida del Commissario hanno individuato una nuova classificazione degli interventi indicata nella DGRV 1322/08 e s.m.i..

Per ogni classe d'intervento viene previsto un criterio di dimensionamento da adottare per l'individuazione del volume d'invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata ai ricettori finali sia che siano fognature bianche o miste sia corpi idrici superficiali.

Nel caso oggetto del presente studio si fa quindi riferimento al Criterio di dimensionamento n.2-

Criterio di dimensionamento n.2

Il volume di invaso critico viene calcolato come differenza tra la pioggia efficace ricadente sul bacino ed volume d'acqua uscito dal bacino per un evento piovoso di durata tale da massimizzare il volume di invaso stesso.

Il metodo di calcolo si basa sulla curva di possibilità pluviometrica, sulle caratteristiche di permeabilità della superficie drenante e sulla portata massima, supposta costante, imposta in uscita dal sistema.

La risposta idrologica del sistema risulta dunque semplificata trascurando tutti i processi di trasformazione afflussi-deflussi: permane unicamente la determinazione della precipitazione efficace (separazione dei deflussi) ottenuta con il metodo del coefficiente di afflusso.

Tale ipotesi implica che le portate in ingresso nel sistema di invaso siano sovrastimate e di conseguenza, nel caso si riesca a garantire la costanza della portata massima allo scarico, anche i volumi di laminazione risulteranno sovrastimati e cautelativi.

Il massimo volume di invaso V_{inv} per una durata t viene calcolato come differenza tra il volume entrato nella vasca V_{in} ed il volume uscito V_{out} dalla stessa nel periodo della durata della precipitazione.

$$V_{inv} = V_{in} - V_{out}$$

Il volume entrante per effetto di una precipitazione di durata t è dato dalla:

$$V_{in} = S * \bar{\varphi} * h(t)$$

Essendo:

$\bar{\varphi}$ il coefficiente di afflusso in rete (supposto costante)

S la superficie scolante

$h(t)$ l'altezza di pioggia in funzione della durata della precipitazione e del tempo di ritorno considerato.

Il volume che nello stesso tempo esce dalla vasca è così calcolato:

$$V_{out} = Q_{out} \cdot t$$

Per calcolare il volume critico si deve imporre nulla la derivata prima del volume invasato, il calcolo è svolto dunque in modo diverso a seconda che si utilizzino le curve di possibilità pluviometrica a 2 o 3 parametri.

CPP a due parametri

$$h = a \cdot t^n$$

Nel caso delle curve a due parametri la funzione da derivare assume la forma:

$$\frac{dV_{inv}}{dt} = \frac{d(S \cdot \varphi \cdot a \cdot t^n - Q_{out} \cdot t)}{dt} = 0$$

Da cui si ottiene:

$$t_{cr} = \left(\frac{Q_{out}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$V_{inv,cr} = S \cdot \varphi \cdot a \cdot t_{cr}^n - Q_{out} \cdot t_{cr}$$

Considerando che i parametri **a** ed **n** assumono valori diversi in funzione della durata della pioggia di riferimento (15-30-45-60-180-360 minuti) il calcolo del volume di invaso deve essere svolto per tentativi, adottando infine il tempo di riferimento che più si avvicina al tempo critico calcolato.

Per l'area in esame si fa riferimento ai seguenti parametri idrologici

Coefficienti dell'equazione di possibilità pluviometrica a due parametri						
Zona sud occidentale - Tempo di ritorno 50 anni						
tempo centrale (min)	15	30	45	60	180	360
a (mm min ⁻ⁿ)	7.0	9.8	15.5	21.9	24.8	26.1
n	0.598	0.491	0.358	0.278	0.252	0.243

CPP a tre parametri

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

Nel caso delle curve a tre parametri si deve risolvere la seguente derivata:

$$\frac{dV_{inv}}{dt} = \frac{d(S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b+t)^c} - Q_{out} \cdot t)}{dt}$$

Da cui si ottiene:

$$\frac{S \cdot \varphi \cdot a \cdot [(b+t)^c - t \cdot c \cdot (b+t)^{c-1}]}{(b+t)^{2c}} - Q_{out} = 0$$

Attraverso un procedimento iterativo si calcola il tempo di pioggia **t** che risolve l'equazione, questo può dunque essere utilizzato per calcolare il volume di invaso:

$$V = S \cdot \varphi \cdot \frac{a \cdot t}{(b+t)^c} - Q_{out} \cdot t$$

I coefficienti della CPP a tre parametri sono quelli riportati precedentemente per un tempo di ritorno di 50 anni.

3.1.4 - Calcolo della portata di scarico

In sede di progettazione è necessario peraltro verificare la capacità di smaltimento della rete di progetto nell'eventualità che si verifichi un evento piovoso importante e che il volume d'invaso non sia disponibile a causa dello stato di riempimento dello stesso. Ciò potrebbe accadere se il bocchetto tarato sul manufatto regolatore risultasse ostruito oppure nel caso di eventi particolarmente ravvicinati nel tempo.

Per la verifica di adeguatezza dei collettori e loro portate massime di scarico si ritiene cautelativamente effettuare i dimensionamenti e verifiche idrauliche per un tempi di ritorno di 50 anni.

3.2 – Valutazioni sulle caratteristiche delle aree e loro trasformazione urbanistica

3.2.1.– Analisi delle trasformazioni delle superfici delle aree interessate in termini di impermeabilizzazione e calcolo del coefficiente di deflusso medio ponderato

Nelle figure che seguono si evidenzia l'ambito di urbanizzazione prima degli interventi di trasformazione (Fig. 5) e dopo la trasformazione urbanistica (Fig 6) rappresentando così anche l'area che il progetto di urbanizzazione destina a bacini di detenzione delle acque meteoriche.





LEGENDA:

- Perimetro Piano Guida Z.T.O. C2PER-22TER
- P.U.A. "LA CORTE"
- Strade e marciapiedi
- Parcheggio pubblico ed aiuole di arredo
- Fabbricati e superfici impermeabili lotti
- Verde pubblico
- Area agricola destinata a bacino di invaso

Fig. 6 Zonizzazione idraulica ambito di progetto post-trasformazione.

3.2.2 – Determinazione del coefficiente di deflusso medio ponderato

Determinata l'entità delle precipitazioni di progetto tramite la curva di possibilità climatica, si rende necessario stimare la frazione di afflusso meteorico efficace ai fini del deflusso attraverso la rete di collettori. Questa può essere determinata attraverso il coefficiente di deflusso $\bar{\varphi}$ (rapporto tra volume defluito attraverso un'assegnata sezione in un definito intervallo di tempo ed il volume di pioggia precipitato nell'intervallo stesso).

Il bacino oggetto dello studio ricopre una superficie di mq 18.332 quale area da urbanizzare e mq 2187 circa quale area da destinare a bacino di detenzione delle acque meteoeriche che viene ricompresa nelle calcolazioni che seguono.

Causa l'eterogeneità di utilizzo del suolo una volta urbanizzato, si rende necessaria la determinazione del coefficiente di deflusso medio ponderato secondo la formula seguente:

$$\bar{\varphi} = \frac{\sum_i \varphi_i S_i}{\sum_i S_i}$$

Adottando quali coefficienti tipici di deflusso i seguenti valori

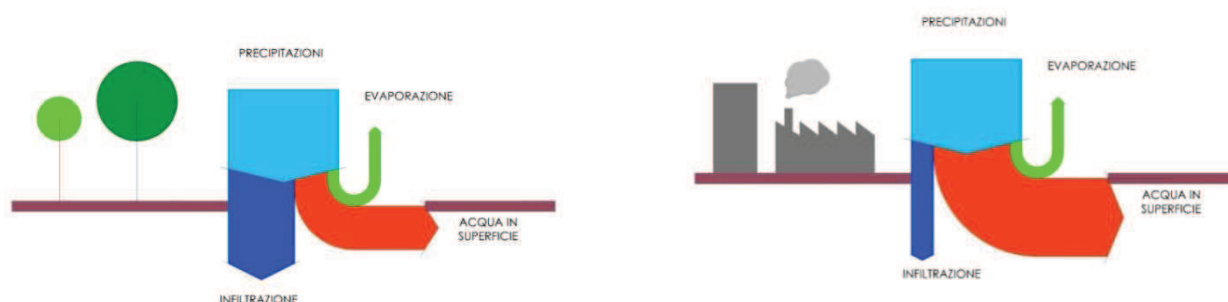
- Area agricola pre-urbanizzazione : $\bar{\varphi} = 0.10$
- Superfici impermeabili (stradali, marciapiedi, tetti ecc) : $\bar{\varphi} = 0.90$
- Superfici semi-impermeabili (parcheggi e percorsi pedonali in materiali drenanti): $\bar{\varphi} = 0.60$
- Superfici permeabili (aree a verde, aiule e quota permeabile di lotti edificabili): $\bar{\varphi} = 0.20$

Sulla scorta di tali valori caratteristici si è proceduto alla determinazione del valore del coefficiente di deflusso medio caratteristico dei lotti edificabili previsti in progetto considerando le superfici massime coperte edificabili e marciapiedi ($\bar{\varphi} = 0.90$), la superficie minima permeabile del 30% prevista dalle N.T.O del P.I. ($\bar{\varphi} = 0.20$) e la rimanente superficie assimilabile ragionevolmente alle aree semimpermeabili ($\bar{\varphi} = 0.60$) ottenendo un valore medio di ponderato per i lotti edificabili pari a $\bar{\varphi} = 0.62$

	(1) Area [m ²]	(2) Coefficiente di deflusso	(1) x (2)
STRADE	2634	0.90	2371
MARCIAPIEDI	1444	0,90	1300
PARCHEGGI E VERDE DI ARREDO	878	0,90	538
LOTTI EDIFICABILI	12558	0,62	7771
VERDE PUBBLICO	799	0.20	160
Totale Piano Guida	18.332	$\bar{\varphi} = 0.66$	12.141
A sommare			
BACINO DI DETENZIONE DELLE ACQUE	2187	0.10	219
TOTALE COMPLESSIVO	20.519	$\bar{\varphi} = 0.60$	12.358

Tabella 4 : Determinazione del coefficiente di deflusso medio ponderato

Le tabelle precedenti evidenziano la modifica qualitativa del rapporto di afflusso/deflusso a causa della minore permeabilità media e da qui la necessità di attuare interventi e soluzioni tecniche per la minimizzazione della impermeabilizzazione delle aree in oggetto.



Prima

Dopo

3.2.3 – Analisi delle criticità idrauliche e analisi dei rischi legati alle criticità

Come precedentemente esposto le criticità idrauliche rilevate nell'ambito di urbanizzazione e nel suo più vicino contesto sono per lo più riconducibili a situazioni morfologiche localizzate per quanto riguarda lo stato di scarsa manutenzione della scolina interpodereale posta tra l'ambito di trasformazione e la contermina area agricola ad est o in termini più estesi in relazione alle criticità generate da situazioni di piena del Fiume Bacchiglione e quindi di deflusso del Ceresone Piccolo comportante potenzialmente fenomeni di allagamento nelle zone più depresse.

Tali criticità associate all'aumento del coefficiente di deflusso medio dovuto alla realizzazione delle opere di urbanizzazione potrebbero aumentare il rischio idraulico sovraesponendo il territorio al rischio allagamenti.

3.2.4 Criteri generali di progettazione

Nell'individuare le soluzioni progettuali più idonee per il rispetto del criterio di invarianza idraulica la DGR 1322/06 e le ordinanze commissariali non si riferiscono esclusivamente portata scaricata ma anche ad altri aspetti che concorrono a garantirla tra i quali:

- impermeabilizzazione delle superfici: dovranno essere limitate al minimo necessario le superfici impermeabili, lasciando ampia espansione alle zone a verde; le pavimentazioni destinate a parcheggio dovranno essere di tipo drenante, o comunque permeabile, realizzate su opportuno sottofondo che ne garantisca l'efficienza;
- invarianza del punto di recapito: oltre a mantenere invariata la portata generata dal lotto oggetto di trasformazione è infatti opportuno convogliare le acque nel medesimo ricettore dello stato di fatto, ciò consente di non aggravare altre reti.
- quote altimetriche: Il posizionamento altimetrico delle nuove lottizzazioni deve essere attentamente valutato; in generale è consigliabile innalzare il piano di imposta dei fabbricati;
- realizzazione di piani interrati: In generale si sconsiglia la realizzazione di locali posti al di sotto della quota del piano campagna o in ogni caso alla quota della falda;
- capacità di scolo delle aree limitrofe: altro importante aspetto da valutare è la capacità di deflusso delle aree limitrofe all'area di intervento prevedendo al confine delle aree di intervento dei fossi o delle condotte di "gronda" che mantengono idraulicamente isolata la nuova lottizzazione dal resto del territorio.

3.2.5 - Criteri e soluzioni particolari di Progetto

La problematica che viene affrontata è sostanzialmente quella di compensare la riduzione dei volumi di invaso conseguenti all'urbanizzazione sia mediante la previsione di volumi di invaso che adottando soluzioni tecniche coerenti con i criteri progettuali sopra indicati.

Nell'individuazione delle soluzioni tecniche coerenti con i criteri generali sopra elencati ci si riferisce pure alle prescrizioni ed indicazioni progettuali contenute nella VCI del Piano di interventi ed in particolare:

- il volume di invaso viene individuato in area agricola posta lungo il limite sud dell'ambito di urbanizzazione associando a tale bacino di detenzione delle acque una rete di condotte fognarie sovradimensionate rispetto alle necessità di scarico.
- nella sezione terminale della rete di acque bianche a valle del bacino di detenzione e prima dello scarico viene previsto un manufatto di controllo delle portate dotato di bocchetto tarato in grado di scaricare, ordinariamente, una portata massima non superiore alla portata afferente all'originario bacino "agricolo".
- la rete di scarico e l'invaso sono organizzate in modo tale in modo tale da recapitare le acque verso la scolina stradale di via Gazzo posta a margine del lato ovest dell'ambito di PUA.

- nel progetto esclude lo scarico sul fosso esistente lungo il limite est della Lottizzazione prevedendone comunque la manutenzione e ove possibile il ri-sezionamento.
- la scolina stradale a cui verranno recapitate le acque dello scarico della Lottizzazione è stata oggetto di recente ricalibratura fino allo Scolo Rigoni ed il rilievo topografico effettuato ne ha mostrato l' idoneità a ricevere lo scarico in termini altimetrici. Il tratto di scolina stradale posta lungo il limite ovest dell' Ambito di PUA verrà tombinata al fine di poter realizzare un piano pedonale con aiuola alberata adottando manufatti aventi dimensioni tali da garantire la sezione liquida massima dello scolo secondo il principio dell' invarianza idraulica.
- i parcheggi ad uso pubblico di progetto vengono previsti con piani del tipo drenante e lo sgrondo delle acque superficiali dei marciapiedi avviene per lo più su aiuole o superfici semimpermeabili;
- si prevede che il piano medio dell' urbanizzazione sia coerente con le quote altimetriche del piano medio del terreno agricolo e del vicino ambito urbanizzato e comunque circa 60 cm rispetto alla quota media della sede stradale di Via Gazzo riducendo così parzialmente il rischio associato all' eventuale esondazione del Ceresone Piccolo. Tali previsioni altimetriche di progetto non sono tali da pregiudicare la sicurezza idraulica delle aree abitate limitrofe;
- le norme tecniche operative del P.I. prevedono che permeabilità "fondiaria " dei lotti sia non inferiore al 30% potendo così condizionare positivamente il valore del coefficiente di deflusso anche in sede di progettazione edilizia.
- le norme proprie del P.U.A. vietano la realizzazione di piani interrati o comunque seminterrati;

3.3 – Relazione idraulica

3.3.1 – Calcolo delle portate e progetto dei volumi di laminazione

Il calcolo dei volumi di invaso per la detenzione delle acque meteoriche detenzione viene effettuato con le modalità sopra esposte secondo il metodo cosiddetto delle piogge (dimensionamento 2) sia secondo la curva a due parametri che a tre parametri utilizzando utili fogli di calcolo disponibili.

Il coefficiente di deflusso medio ponderato calcolato rispetto alla sola superficie dell' ambito del PUA viene corretto e ponderato potendo tener conto anche dell' area individuata per la realizzazione del bacino di detenzione.

- Superficie ambito di trasformazione (Piano Guida):	$m_q = 18.332$	$\bar{\varphi} = 0.66$
- Area a agricola destinata ad invaso:	$m_q = 2.187$	$\bar{\varphi} = 0.10$
Totale : $m_q = 20.519$		$\bar{\varphi} = 0.60$ (Medio ponderato)

Considerata la non sussistenza di criticità idrauliche locali si ritiene di poter adottare un coefficiente udometrico all' uscita pari a 10 l/s ha, valore abitualmente utilizzato nelle aree in oggetto ed indicato pure dalla VCI del Piano degli Interventi.

Metodo a Due parametri

Dati di progetto urbanizzazione (con bacino)

Superficie intervento $S = 20.519$ mq

Coefficiente di deflusso medio ponderato $\bar{\varphi} = 0.60$

$a = 24.8$ $n = 0.252$

Coefficiente udometrico imposto all' uscita $u = 10$ l/s ha

Portata in uscita $Q_{out} = 20.52$ l/s

Durata critica $T_c = 252$ min

Volume d' invaso $V_{inv} = 920$ mc Volume specifico = 448mc/ha

Con le ipotesi assunte il volume minimo di invaso utile da garantire è dunque di 920 mc

Metodo a Tre parametri

Dati di progetto urbanizzazione (con bacino)

Superficie intervento	$S = 20.519 \text{ mq}$	
Coefficiente di deflusso medio ponderato	$\bar{\varphi} = 0.60$	
Coefficiente udometrico imposto all'uscita	$u = 10 \text{ l/s ha}$	
$a = 39.5$ $b = 14.5$ $c = 0.817$		
Portata in uscita	$Q_{\text{out}} = 20.52 \text{ l/s}$	
Durata critica	$T_c = 235 \text{ min}$	
Volume d'invaso	$V_{\text{inv}} = 968.3 \text{ mc}$	Volume specifico = 472 mc/ha

Con le ipotesi assunte il volume minimo di invaso utile da garantire è dunque di 969 mc

3.3.2 - Metodi di calcolo a confronto

Dalle valutazioni fin qui espresse si evincono i seguenti risultati:

Volume richiesto dal metodo a due parametri: 920 m³ (458 m³/ha)

Volume richiesto dal **metodo a tre parametri: 969 m³ (472 m³/ha)**

Da quanto su esposto come già argomentato risulta come il risultato ottenuto con il metodo a tre parametri e parametri sia da ritenersi cautelativo pertanto si decide di utilizzare tale dato per il dimensionamento del sistema di laminazione.

3.3.3 - Calcolo della portata di scarico

Come già introdotto in sede di progettazione è necessario peraltro verificare la capacità di smaltimento della rete di progetto nella eventualità che si verifichi un evento piovoso importante ed il volume di invaso non sia disponibile a causa dello stato di riempimento dello stesso: ciò potrebbe accadere se il bocchetto tarato sul manufatto regolatore risultasse ostruito oppure nel caso di eventi particolarmente ravvicinati nel tempo.

Per la verifica di adeguatezza dei collettori e loro portate massime di scarico si ritiene cautelativamente effettuare i dimensionamenti e verifiche idrauliche per un tempo di ritorno di 50 anni.

Per la determinazione della portata massima in corrispondenza del nodo finale della rete al quale vengono recapitate tutte le acque della lottizzazione si fa riferimento al metodo "razionale" o cinematico, adatto alla modesta dimensione dell'area scolante nell'ipotesi che l'intensità di pioggia sia da ritenersi costante.

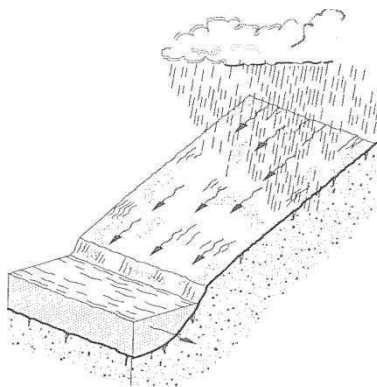


Fig. 7 - Metodo "Razionale" – Trasformazione Afflussi\Deflussi, schematizzazione del bacino scolante

Secondo tale metodo, le portate critiche si registrano in corrispondenza del tempo di corrivazione, determinabile come segue, secondo la formulazione proposta da Ventura :

$$T_c = T_e + L/v$$

Dove:

T_c = tempo di corrivazione [ore]

T_e = tempo di ingresso nel reticolo di condotte

L = Lunghezza dell'asta maggiore (m)

v la velocità di deflusso della corrente (m/sec)

Il tempo di corrivazione rappresenta quindi il tempo necessario alla pioggia caduta nel punto idraulicamente più sfavorito della rete scolante per arrivare alla sezione di sbocco.

Nel caso in esame considerando l'asta maggiore di complessivi ml 202, il tempo d'ingresso nel reticolo si assume pari a 5 min e la velocità di deflusso pari a 0.2 m/sec otteniamo un valore di :

$$T_c = 21,80 \text{ min} = 0.36 \text{ ore}$$

Per un dato bacino e una data curva di possibilità climatica, la portata massima di deflusso in una sezione generica della rete si ottiene per una pioggia caratterizzata da un tempo critico pari al tempo massimo di corrivazione del bacino.

La risposta idrologica di un terreno viene bene descritta dal parametro definito *coefficiente udometrico*, in termini di trasformazione da afflussi (piogge) in deflussi (portate alle sezioni di controllo), generalmente espresso in [l/s ha].

Per la sua determinazione si utilizza il metodo cinematico.

Assunto che la portata critica si presenti in corrispondenza della durata di pioggia pari al tempo di corrivazione, si procede prima alla determinazione della portata di progetto, o portata critica, al coefficiente udometrico e secondo le seguenti formule:

$$h = a \times t^n$$

h = altezza della precipitazione in mm

t = durata di pioggia in ore

a, n = parametri adimensionali caratteristi della curva di possibilità climatica a due parametri

che nel caso in esame assumono i valori già espressi : $a = 24.8$ $n = 0.252$

Tali valori vengono corretti in ragione delle dimensioni del bacino e dei sottobacini secondo le formule suggerite da Puppini moltiplicando n' per 4/3 in quanto si considera nei calcoli un coefficiente di deflusso costante.

$$a' = a \times \left[1 - 0,052 \times \frac{S}{100} + 0,002 \times \left(\frac{S}{100} \right)^2 \right]$$

$$n' = n + 0,0175 \times \frac{S}{100}$$

Dove S = Superficie del bacino in (Kmq)

e conseguentemente:

$$a' = 24.80 \quad n' \cdot 4/3 = 0.336$$

Da cui si ottiene

$$h_{[mm]} = 24.80 \times t^{0.336}$$

$$Q_d = u * S \quad \text{dove} \quad u = \frac{\bar{\varphi} \cdot h}{T_c}$$

S = estensione del bacino tributario valutato nella sezione di scarico [ha]

$\bar{\varphi}$ = coefficiente di deflusso medio ponderato dell'area sottesa dalla sezione in esame

h = altezza della precipitazione in mm

T_c = tempo di corrivazione in ore

U = coefficiente udometrico [l/sec*ha]

Q_d = portata di piena [l/s]

Operando le necessarie correzioni ai valori al fine di esprimere il coefficiente udometrico in l/sec*ha il calcolo delle portate critiche assume i seguenti valori:

$$u = \bar{\varphi} \times \frac{h}{T_c} = 116,45 \text{ l/sec*ha} \quad Q_d = 238,00 \text{ l/sec}$$

3.3.4 – Progetto della sezione di scarico

Il progetto della sezione di scarico avviene nelle ipotesi di moto uniforme a pelo libero utilizzando la nota Formula di Gauckler-Strickler tenendo conto delle condizioni di scarico, di posa e di ricoprimento specifici del progetto;

$$Q_s = \Omega \times v = \Omega \times K_s \times R_H^{\frac{2}{3}} \times \sqrt{i}$$

dove:

Q_s = portata di progetto (m^3/sec)

Ω = area della sezione liquida (m^2)

v = velocità (m/sec)

K_s = coefficiente di scabrezza o di resistenza [$m^{1/3} \times s^{-1}$]

R_H = Raggio idraulico (m)

i = pendenza del tratto di monte

Assunto quindi :

Q_s = portata di progetto min (m^3/sec) = 0.238 mc/sec = 238 l/sec

K_s = coefficiente di scabrezza o di resistenza [$m^{1/3} \times s^{-1}$] = 65

i = pendenza del tratto di monte = 0.2 %

si prevede di posare una condotta del **diametro di cm 60** che garantisce con **un grado di riempimento dell'85% una portata di scarico di 249 l/sec**

3.3.5 - Manufatto di controllo dello scarico

Nella sezione terminale del sistema di acque bianche, prima dello scarico, sarà realizzato un manufatto in calcestruzzo (vedi elaborati grafici allegati) dotato di griglia e di bocchetto di fondo tarato e uno stramazzo in parete sottile. Per maggiore comprensione si rimanda alla visione degli elaborati grafici.

Lo sfioratore avrà una quota tale da sfruttare al massimo la capacità di invaso delle condotte mentre il bocchetto di fondo sarà dimensionata in modo da smaltire la portata massima di 10 l/s*ha di area servita (in ogni caso avrà dimensioni minime di 0,01 mq).

Il calcolo delle portate uscenti dal manufatto regolatore avviene secondo le seguenti formule:

- per la portata della luce di fondo:

$$Q_f = Cc \times A \sqrt{2g \times H_f}$$

per la portata dello stramazzo:

$$Q_{st} = Cq \times L \times H_{st} \sqrt{2g \times H_{st}}$$

dove:

Q_f = portata in uscita dalla luce di fondo [m³/s]

Q_{st} = portata in uscita dallo stramazzo [m³/s]

Cc = Coefficiente di contrazione della sezione liquida

Cq = Coefficiente di contrazione della portata

A = Area della luce di fondo [m²]

L = Larghezza del tombino [m]

g = accelerazione di gravità [m/s²]

H_f = Carico sulla luce di fondo [m]

H_{st} = Carico sullo stramazzo [m]

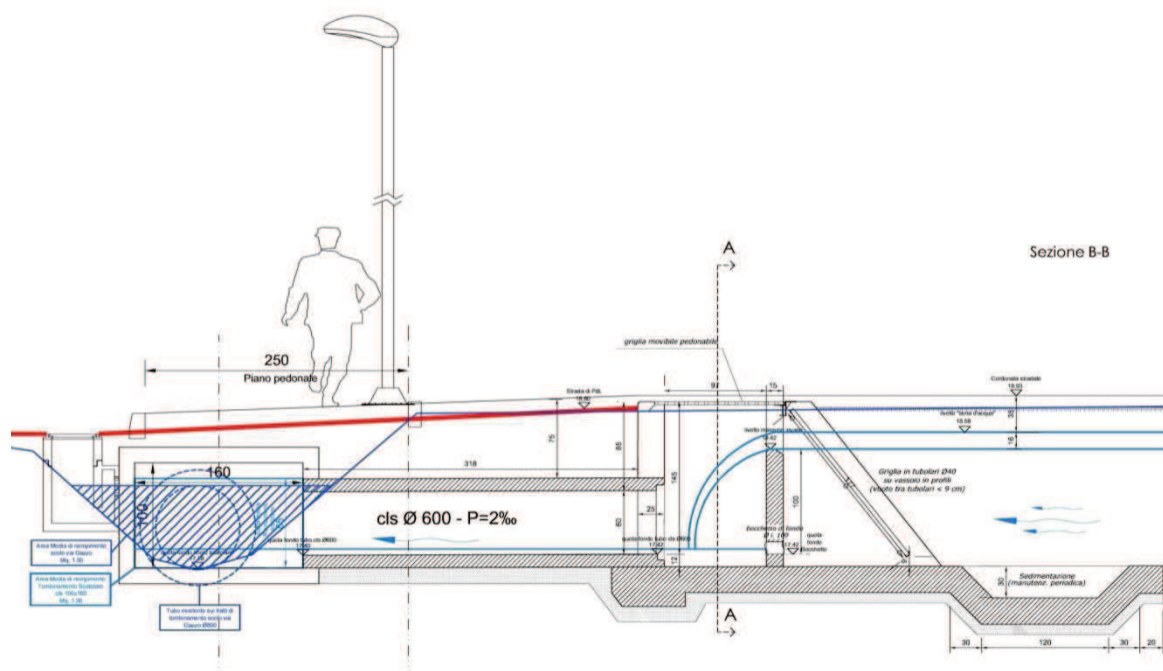


Fig. 8 – Particolare descrittivo del manufatto di controllo delle portate e scarico in scolo stradale.

PUA verrà tombinata con condotte in cls a sezione rettangolare chiusa (scatolare) dim cm 160*100 che con un grado di riempimento del 85% garantisce la sezione bagnata di mq 1.36, superiore alla sezione liquida dello scolo a cielo aperto misurata in massimi mq 1.30, garantendo così il rispetto del principio dell'invarianza idraulica. Sopra a tale condotta si prevede la realizzazione un piano pedonale manufatti aventi dimensioni tali da garantire la sezione liquida massima dello scolo

- i parcheggi ad uso pubblico di progetto vengono previsti con piani del tipo drenante e lo sgrondo delle acque superficiali dei marciapiedi avviene per lo più su aiuole o superfici semimpermeabili;
- si prevede che il piano medio dell'urbanizzazione sia coerente con le quote altimetriche del piano medio del terreno agricolo e del vicino ambito urbanizzato e comunque circa 60 cm rispetto alla quota media della sede stradale di Via Gazzo riducendo così parzialmente il rischio associato all'eventuale esondazione del Ceresone Piccolo. Tali previsioni altimetriche di progetto non sono tali da pregiudicare la sicurezza idraulica delle aree abitate limitrofe.
- le norme tecniche operative del P.I. prevedono che permeabilità "fondiaria" dei lotti sia non inferiore al 30% potendo così condizionare positivamente il valore del coefficiente di deflusso anche in sede di progettazione edilizia.
- le norme proprie del P.U.A. vietano la realizzazione di piani interrati o comunque seminterrati;
Le soluzioni di progetto ipotizzate rispondono quindi adeguatamente ai criteri di norma sia consortili sia regionali, demandando alle fasi di costruzione, manutenzione e gestione i compiti di funzionalità del progetto

4.2 - Modalità di posa della condotta

La posa delle condotte dovrà essere effettuata nel rispetto delle norme contenute nel capitolato speciale d'appalto, nelle specifiche prescrizioni della Etra S.p.a. e dei contenuti del progetto sentito l'UTC Comunale.

Particolare attenzione dovrà essere posta alle intersezioni con altri sotto-servizi, alla tenuta idraulica e alla resistenza ai carichi statici e dinamici.

In tal senso le modalità di posa, condotte e manufatti, giunzioni e raccordi dovranno essere coordinati in maniera tale da garantire i requisiti richiesti già dalle fasi iniziali di scavo e di primo re-interro adottando le soluzioni tecniche di posa e ricoprimento più conformi alle situazioni specifiche e ai carichi in atto.

4.3 - Aspetti estetici ed ecologici

Per quanto riguarda l'aspetto ecologico ed estetico le soluzioni progettate sono da ritenersi coerenti con il contesto circostante.

Le dimensioni dell'intervento non sono tali da farlo rientrare tra quelli per i quali è previsto il trattamento delle acque di dilavamento delle superfici a cui si fa riferimento all'art. 39 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano di Tutela delle Acque (D.G.R.V. n.107 del 05/11/2009).

4.4 - Aspetti manutentivi

L'efficacia nel tempo dell'intero sistema idraulico di laminazione delle piene, prodotte da eventi meteorici significativi, potrebbe essere compromesso nel caso in cui non venisse fatta una adeguata sorveglianza e manutenzione della rete. Gli eventi meteorici (in particolare quelli di elevata intensità e durata limitata, tipicamente i temporali estivi) trascinano nella rete una non trascurabile frazione di sedimenti di medio-piccolo diametro (sabbie fini, limi e argille), che sedimentando ed essiccandosi, formano uno strato compatto che riduce la sezione libera di deflusso. Questa riduzione di sezione abbassa i margini di sicurezza per le portate che transitano nelle condotte, aumentando le probabilità che il sistema drenante nella sua globalità risulti insufficiente, riducendo i volumi d'invaso efficaci. Inoltre, la probabile generazione di un velo liquido sulle

strade e sui parcheggi può provocare l'intasamento delle bocche di lupo e delle caditoie ad opera dei sedimenti grossolani, delle foglie, della carta, etc. Per un corretto funzionamento della rete è necessario pertanto procedere alla pulizia periodica delle tubazioni (canaljet) in particolar modo prima dell'inizio delle piogge autunnali, quando cioè i sedimenti che si sono accumulati nella stagione estiva sono facilmente asportabili, non essendosi ancora compattati. A cavallo tra la stagione autunnale e quella invernale è opportuno, inoltre, procedere alla pulizia sistematica delle caditoie e delle bocche di lupo. Particolare attenzione va poi dedicata al pozzetto limitatore di portata, essendo questa tipologia di manufatto facilmente soggetta ad intasamento per presenza di fogliame od oggetti che ne possano provocare l'ostruzione, specie nella parte antistante il foro. La verifica ed eventuale pulizia devono essere effettuate dopo ogni intervento significativo.

Villafranca Padovana, Novembre 2014

Il progettista

Ing. Diego Gallo