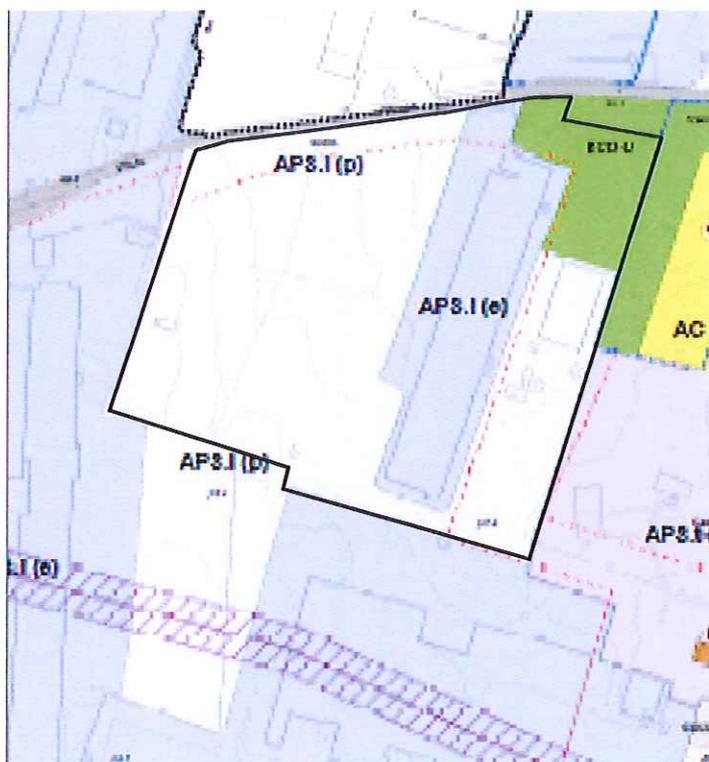


COMUNE DI FIORANO MODENESE
(PROVINCIA DI MODENA)

PIANO URBANISTICO ATTUATIVO DI INIZIATIVA PRIVATA AMBITO
"APS.i - UBERSETTO - SETTORE A"



Proprietà : CERAMICHE ATLAS CONCORDE S.p.A. C.F. 01282550365
IMMOBILIARE M.B. s.r.l. C.F. 01032630368

Tavola n. : descrizione : **RELAZIONE IDRAULICA**

Scala:

data : 15 SETTEMBRE 2015 - REV. 21 LUGLIO 2016

Elaborato redatto da:

DOTT. GEOL. VALERIANO FRANCHI

v.le Caduti in Guerra, 1

41121 Modena

059/226540



Responsabile del Progetto:

STUDIO TECNICO INGG. GUALANDRI, Viale XX Settembre 119, Sassuolo
Tel. 0536/881265 Fax 0536/984700
e-mail ing_gualandri@yahoo.it

Sommario

1	Premessa.....	2
2	Inquadramento territoriale.....	4
3	Sistema di drenaggio delle acque meteoriche.....	8
3.1	Calcolo delle piogge e loro trasformazione.....	9
3.1.1	Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica.....	10
3.1.2	Determinazione del coefficiente di deflusso medio.....	11
3.1.3	Determinazione del tempo di corrivazione.....	15
3.1.4	Trasformazione afflussi-deflussi.....	16
3.2	Dimensionamento delle reti.....	21
3.2.1	Dimensionamento dei condotti.....	21
3.2.2	Dimensionamento della vasca di laminazione.....	24
4	Sistema di drenaggio delle acque reflue.....	26
5	Conclusioni.....	28

1 Premessa

La presente relazione ha per oggetto le valutazioni di natura idraulica funzionali alla definizione della soluzione progettuale del sistema di drenaggio delle acque meteoriche e di raccolta e smaltimento delle acque reflue a servizio del PUA dell'ambito "APS.i - Ubersetto – Settore A", Variante 1, inserito nel POC – Variante 2011 del Comune di Fiorano (MO).

Parte delle aree ricomprese nel perimetro del P.U.A. in oggetto risultano alla data odierna già convenzionate in forza del P.U.T. n. 2012/419, approvato con Deliberazione di Giunta Comunale n. 104 del 22/08/2013, successiva Determinazione a contrattare di cui all'atto determinativo n. 42 del 04/10/2013 prot. n. 532 del 08/10/2013 e conseguente stipula della convenzione urbanistica.

Il comparto convenzionato viene in questa sede variato accorpendo al perimetro precedente l'ex stabilimento Colli (Fig. 1).

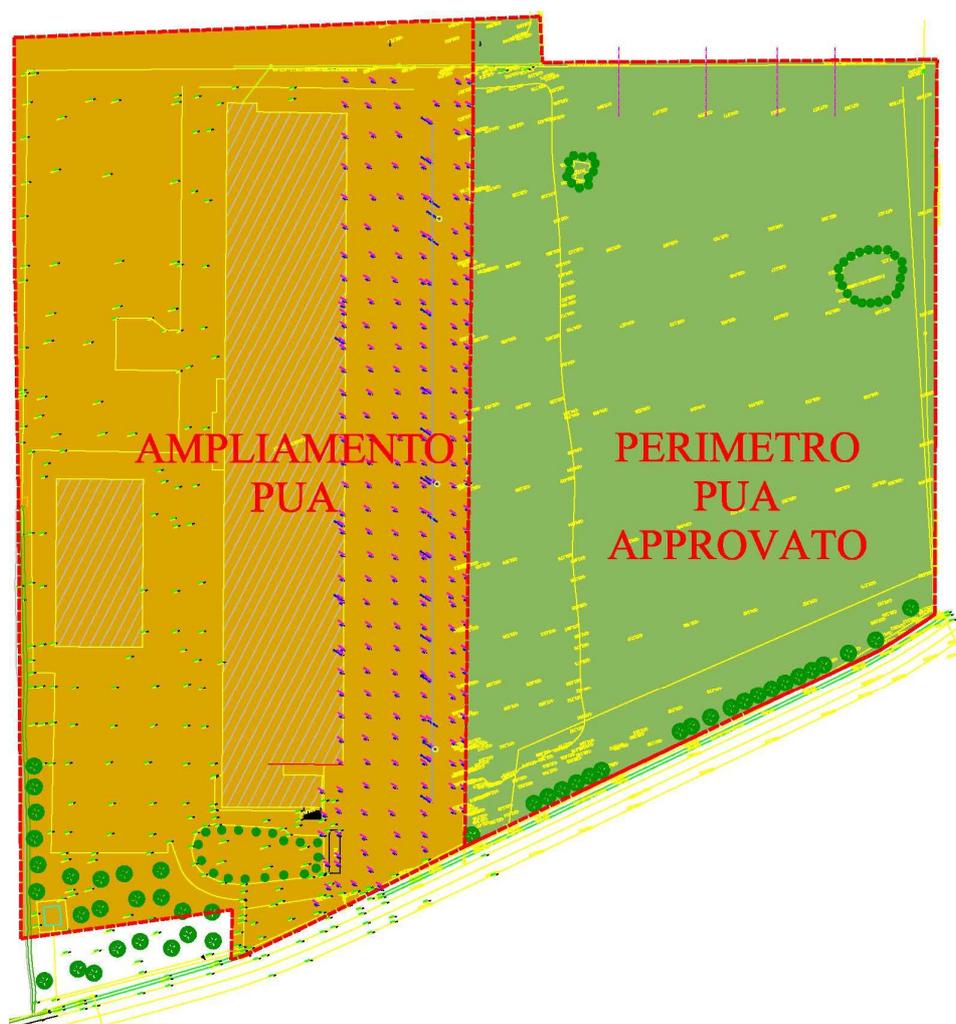


Fig. 1. Aree oggetto di PUA

Con riferimento alla nuova perimetrazione del comparto, anche e soprattutto ai fini della determinazione dei carichi idraulici ed in particolare all'incremento degli stessi, preme evidenziare che l'area di ampliamento del PUA (ex Ceramica Colli) è già allo stato di fatto quasi interamente impermeabilizzata, ad esclusione delle aiuole sul fronte di via Viazza e di un'area in corrispondenza dello spigolo sud-orientale dell'estensione di circa 6.800 m² (Figura 4).

Le soluzioni tecniche previste per le reti di drenaggio urbano dell'ambito in oggetto implicano la diversificazione dei deflussi delle acque reflue di origine antropica dalle acque di origine meteorica, così che queste ultime possano essere temporaneamente invase in uno o più bacini di laminazione atti a garantire l'invarianza idraulica della nuova edificazione.

Le valutazioni progettuali effettuate in questa sede tengono conto delle prescrizioni presenti nel PSC-RUE del Comune di Fiorano Modenese, nel PAI dell'Autorità di Bacino del Po e delle indicazioni prescrittive dal Consorzio della Bonifica Burana; potranno comunque essere ulteriormente dettagliate nelle successive fasi progettuali in funzione delle indicazioni fornite dagli Enti gestori delle reti fognarie e idrografiche superficiali interessate.

I recapiti per le reti di drenaggio a servizio dell'area individuati dal progetto risultano essere:

- acque meteoriche: collettore fognario (acque miste) esistente lungo via Viazza;
- acque nere: collettore fognario (acque miste) esistente lungo via Viazza;

2 Inquadramento territoriale

Dal punto di vista amministrativo il sito in esame è ubicato nel comune di Fiorano Modenese (MO), al margine settentrionale del capoluogo (Fig. 2). Il perimetro settentrionale dell'area di PUA coincide quasi interamente con il confine amministrativo tra il territorio comunale di Fiorano Modenese e quello di Formigine.

Geograficamente la zona in esame è ubicata al passaggio tra l'alta pianura e la collina, in una zona caratterizzata da un'inclinazione molto bassa, orientata verso NNE, con quote mediamente intorno a 109 m s.l.m., e si trova circa 3 km a NE del centro storico di Fiorano Modenese e circa 600 m a SO di località Ubersetto (Fig. 3). L'elemento idrografico principale, più prossimo all'area di studio, è rappresentato dal torrente Fossa di Spezzano, che scorre circa 700 m ad ovest, con direzione SE-NO. Gli elementi idrografici minori sono rappresentati da un fosso coincidente con il limite occidentale dell'area, intubato in corrispondenza della sede stradale della Strada Comunale Viazza, ed un fosso che delimita ad est il comparto e che colletta, tra le altre, le acque dello stabilimento Atlas Concorde verso via Viazza.

Gli assi viari principali sono la Via Pedemontana a sud e la Via del Canaletto ad est; proseguendo verso est, Via Viazza si interseca con Via Giardini Sud in corrispondenza di una rotatoria in località Ubersetto.

Dal punto di vista dell'uso del suolo, l'area si inserisce interamente all'interno di un comparto produttivo costituito da ampi capannoni industriali, confinante, a nord, con un'area agricola (Fig. 3).

Da un punto di vista cartografico l'area è compresa nella Tavola della C.T.R. alla scala 1:25.000 n. 219NE denominata "Formigine"; nella Sezione a scala 1:10.000 n. 219070 denominata "Maranello" e negli Elementi a scala 1:5.000 n. 219074 denominato "Maranello" e n. 219033 denominato "Formigine".

L'area interessata dal Piano è identificata, nel Catasto Terreni del Comune di Fiorano Modenese, come segue:

- proprietà Ceramiche Atlas Concorde S.p.A. Foglio 7 mappali 495, 590, 595, 497, 592, 589, 661, 596, 659, 660, 501, 49 e 543;
- proprietà Immobiliare MB s.r.l. Foglio 7 mappali 24, 26, 544 e 594 di cui Ceramiche Atlas Concorde S.p.A. è Locataria;

La superficie territoriale complessiva è pari a circa 82.000 m².

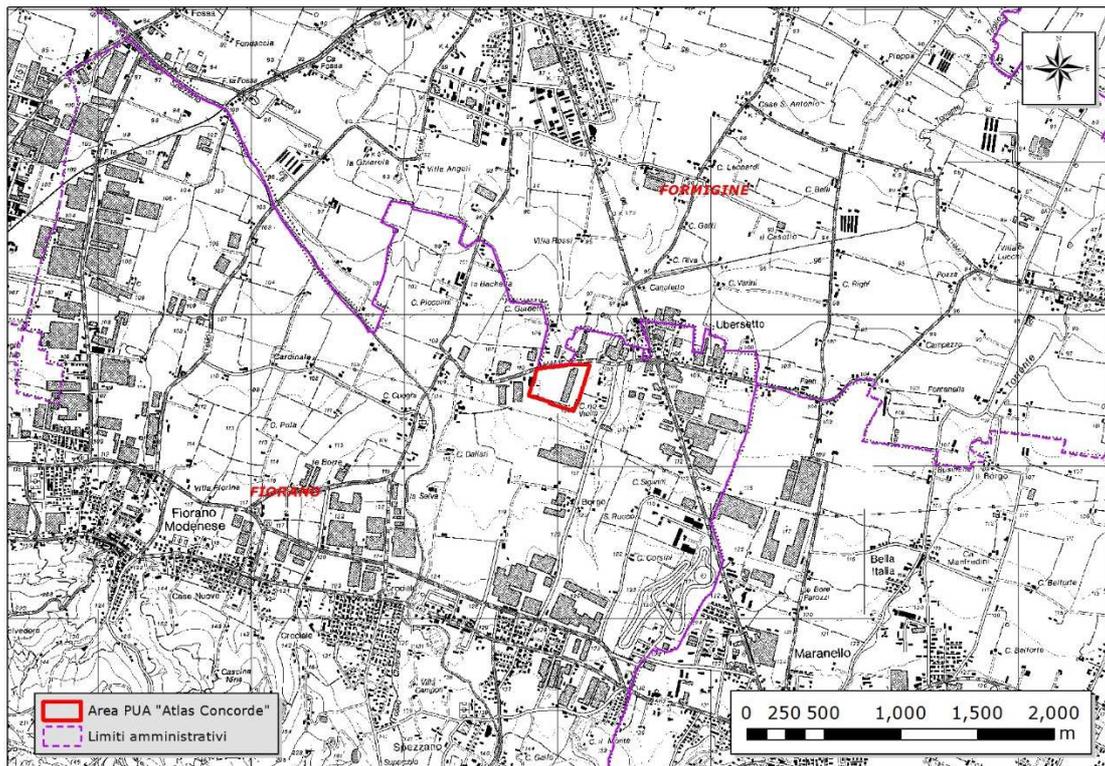


Fig. 2. Inquadramento PUA su base topografica a scala 1:25.000 (fuori scala)

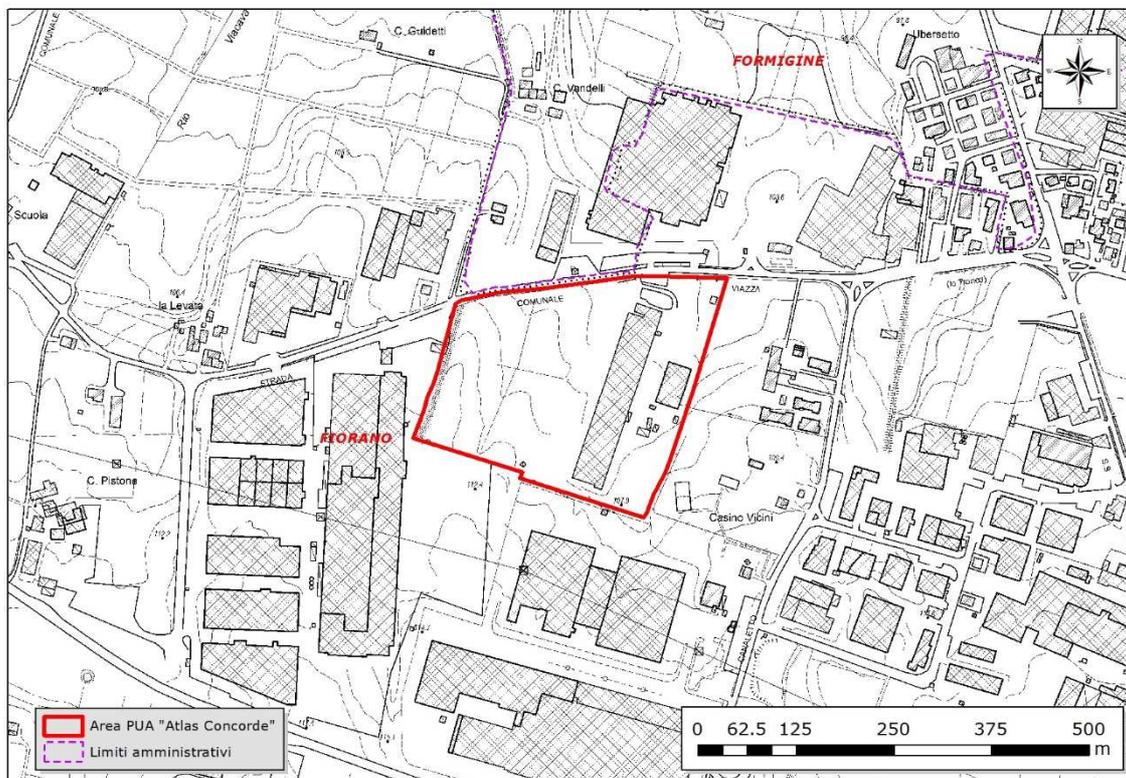


Fig. 3. Inquadramento PUA su base topografica a scala 1:5.000 (fuori scala)



Fig. 4. Inquadramento PUA su aerofotogrammetria Agea 2011.

Il progetto interessa l'ambito "APS.i – Ubersetto – Settore A" – via Viazza – via Canaletto", inserito nel POC – Variante 2011, e prevede la costruzione di un capannone da utilizzarsi come deposito del prodotto finito in cui sarà presente anche un "blocco" ad uso spogliatoio e servizi del personale. L'attuale capannone della ex Ceramica Colli sarà completamente demolito al fine di permettere la realizzazione del nuovo deposito e di una nuova palazzina uffici nella parte settentrionale dell'area, nei pressi dell'ingresso; sarà invece mantenuto il piccolo capannone di recente costruzione posto sul limite orientale del comparto.

L'area non occupata da edifici verrà impiegata per depositi a cielo aperto, parcheggi, viabilità interna e di cessione nonché verde principalmente sul fronte di via Viazza.

La superficie in progetto è pari a circa 82.000 mq. La viabilità interna consentirà anche un collegamento logistico in direzione sud con l'attuale stabilimento Atlas Concorde S.p.A.; la stessa viabilità permetterà lo sbocco e l'ingresso, per quanto riguarda il traffico veicolare di servizio alla ceramica, su Via Viazza, in sostituzione a quello già esistente su Via Canaletto (Fig. 4). In

Di seguito sono riportate le quantità territoriali che caratterizzano il PUA:

VERIFICA DEI PARAMETRI URBANISTICI / EDILIZI P.U.A AMBITO APS.i(p) - UBERSETTO			
LEGENDA DI PROGETTO	INDICI / PARAMETRI	STANDARD DEL P.U.A	IN PROGETTO
	ST (superficie territoriale)	81.987,00 MQ. - 18.660,00 MQ. (APS.i e) = 63.327,00 MQ.	63.327,00 MQ.
 	AREE DI CESSIONE P1=5% di ST V=10% di ST	P1=5% x 63.327,00=3.166,35 MQ. V=10% x 63.327,00=6.332,70 MQ.	P1= 3.900,00 MQ. V= 5.295,00 + 1.049,00 (foglio 7 mappale 543 extra ambito) = 6.344,00 MQ.
	SF (superficie fondiaria)		SF= 63.327,00 - 3.900,00 - (6.344,00 - 1.049,00) = 54.132,00 MQ.
	SC (superficie complessiva) SC=SF x 0,60 MQ./MQ.		SC DA SF = 54.132,00 x 0,60 = 32.479,20 MQ. SC DA ZONA APS.i(c) = 18.660,00 MQ. x 0,60 = 11.196,00 MQ. SC MAX EDIFICABILE DEL PUA = 43.675,20 MQ. SC EDIFICI ESISTENTI E IN PROGETTO = 24.517,19 MQ.
	Q (rapporto di copertura) Q ≤ 50% di SF		Q max= 81.987,00 - 3.900 (P1) - 5.295,00 (V all'interno del perimetro del PUA) 72.792,00 x 0,50 = 36.396,00 MQ. Sq edifici esistenti e in progetto = 24.800,08 MQ.
	H (altezza) H max (altezza massima)	15,00 MT. 30,00 MT. (magazzini automatizzati, volumi tecnici, impianti)	12,30 MT. (magazzino in c.a.p.) 30,00 MT. (magazzino intensivo)
 	Sp (superficie permeabile) Sp=20% di ST	Sp=63.327,00 x 0,20=12.665,40 MQ.	Sp= 13.282,00 MQ.
	P PERTINENZIALI (Pr / Pc) 1 P.A./150 MQ. SC 1 P.A./300 MQ. SF	24.517,19 / 150 = 163,45 P.A. = 163 P.A. 72.792,00 / 300 = 242,64 P.A. = 243 P.A.	277 P.A. IN PROGETTO

Fig. 6. Quantità territoriali che caratterizzano il PUA.

Mentre l'area di PUA vigente interessava una superficie priva di edificazione, ovvero completamente a verde, l'area oggetto di ampliamento, come detto in premessa, è invece quasi interamente urbanizzata con presenza di capannoni e piazzali asfaltati impermeabili; solo le aiuole sul fronte di via Viazza ed una piccola porzione d'area in corrispondenza dello spigolo sud-orientale dell'estensione di circa 6.800 m² è ora occupato da verde che verrà urbanizzato con l'attuazione del progetto oggetto del presente studio.

3 Sistema di drenaggio delle acque meteoriche

Si descrivono di seguito i passaggi metodologici che hanno permesso il dimensionamento della rete di drenaggio delle acque meteoriche, che intercetterà sia le acque di dilavamento dei piazzali e dei parcheggi, sia quelle delle coperture. La Scelta di utilizzare un'unica rete per le acque di dilavamento

delle superfici è determinata dall'obbligo di destinare tali acque al tratto di rete mista presente lungo via Viazza. Qualora, in futuro, al tratto di rete mista venisse affiancato un tratto di rete bianca, si potrà provvedere ad implementare la rete interna al presente PUA con una seconda rete dedicata alle sole acque di copertura e con una vasca per intercettare le acque di prima pioggia derivanti dal dilavamento delle strade e dei parcheggi.

A questa rete si aggiunga quella dedicata alle acque nere.

3.1 Calcolo delle piogge e loro trasformazione

Come detto, l'area oggetto di studio viene interamente fatta coincidere con un unico bacino drenante, con pendenza indicativamente verso NNE pari allo 0,3% e lunghezza massima dell'asse di deflusso pari a circa 500 m.

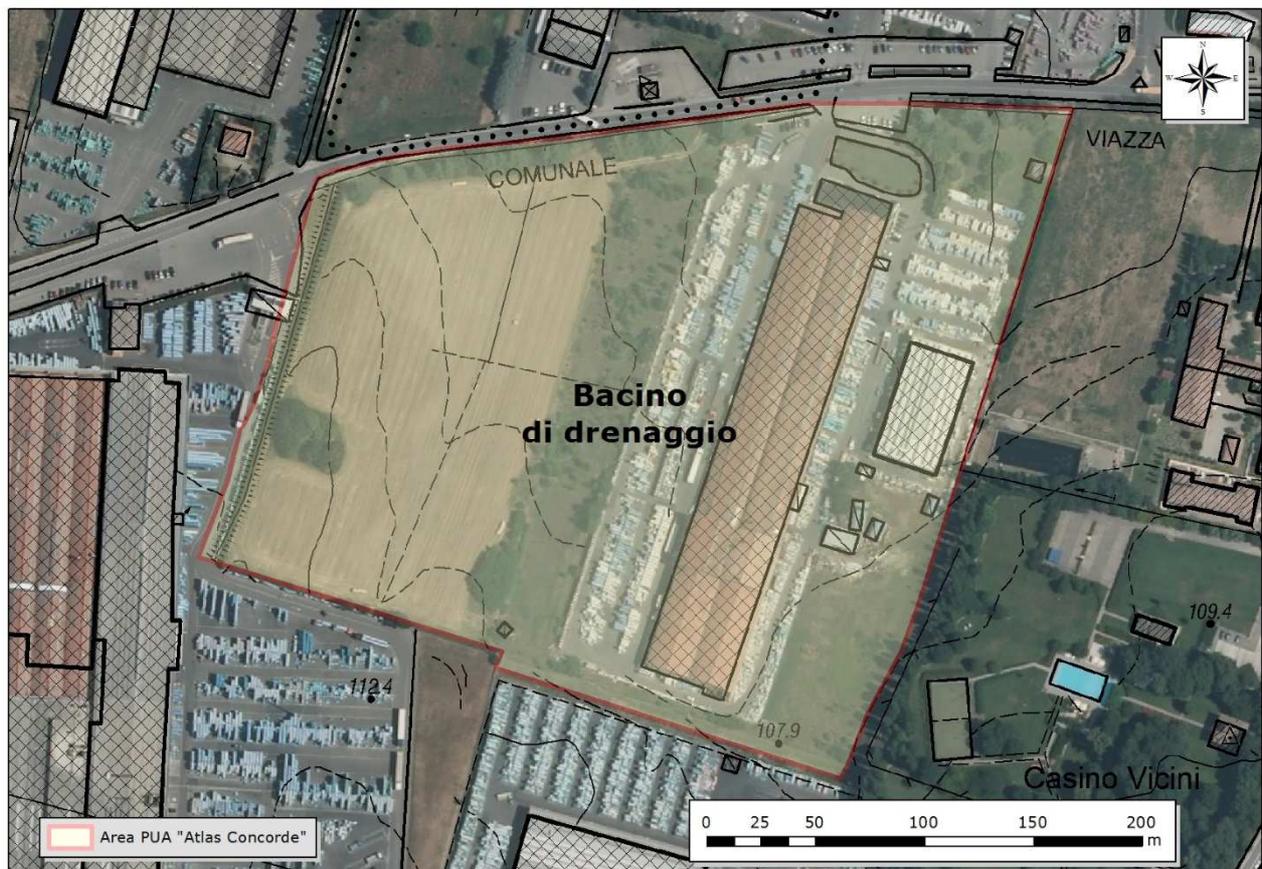


Fig. 7. Individuazione del bacino di drenaggio.

3.1.1 Determinazione delle curve di possibilità pluviometrica

La determinazione delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica è un passaggio di fondamentale importanza per caratterizzare la quantità ed intensità della precipitazione che può gravare sulla zona di progetto; a tal fine i metodi di analisi idrologica dei bacini permettono di individuare i parametri a ed n che individuano le curve di possibilità pluviometrica specifiche della zona considerata, in funzione di differenti tempi di ritorno, curve che solitamente sono esprimibili nella forma monomia:

$$h_d(T) = a(T) \cdot d^n \text{ (mm)}$$

dove:

h_d = altezza di pioggia

d = durata della pioggia

T = tempo di ritorno

I valori dei coefficienti a ed n della curva di possibilità pluviometrica media rappresentativa del bacino in esame e utilizzati nel presente lavoro (Tabella 1 -), sono stati ricavati dall'analisi statistica delle precipitazioni di forte intensità e breve durata adottata da AIPO nel "Piano Stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) – Interventi sulla rete idrografica e sui versanti – Allegato 3: Distribuzione spaziale delle precipitazioni intense. Parametri delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per tempi di ritorno di 20, 100, 200 e 500 anni". In particolare, l'area d'indagine ricade all'interno della cella FR133 dell'Allegato 3.

Tempo di ritorno	a	n
[anni]		
20	40,7	0,322
100	52,19	0,32
200	57,08	0,319
500	63,56	0,318

Tabella 1 - Parametri della curva di possibilità pluviometrica per la cella FR133 dell'Allegato 3 del PAI – AIPO.

3.1.2 Determinazione del coefficiente di deflusso medio

Lo studio è mirato alla determinazione delle portate al colmo di piena al fine di stabilire l'entità delle altezze idrometriche e di conseguenza il miglior proporzionamento delle opere idrauliche obiettivo del presente progetto.

Tenendo conto, quindi, che le piene sono rappresentate da rapidi innalzamenti della superficie libera della corrente conseguenti ad un incremento di portata, che nella maggior parte dei casi sono provocati da precipitazioni di forte intensità e che tali fenomeni dipendono dalla dimensione spaziale del bacino (estensione, configurazione planimetrica e geomorfologica, modalità di deflusso) e dalla dimensione temporale (durata dell'evento di pioggia, sua intensità a parità di durata), la stima delle portate di massima piena può essere condotta attraverso due tipi d'indagine: la prima, in modo diretto, elaborando statisticamente dati di portata misurati in corrispondenza di una sezione o più sezioni; la seconda, con sistemi indiretti, che fanno ricorso a metodi empirici o a modelli matematici di trasformazione *afflussi - deflussi*.

Per le elaborazioni statistiche dei dati di portata non è stato possibile reperire registrazioni dirette effettuate sulle sezioni di chiusura del bacino in esame.

Per quanto riguarda invece i metodi indiretti, la generazione dell'idrogramma di piena di assegnato tempo di ritorno presuppone la ricostruzione sintetica di uno ietogramma di progetto avente lo stesso tempo di ritorno dell'onda che si vuol generare.

L'idrogramma di piena scaturisce da una convoluzione dello ietogramma con l'idrogramma unitario di piena relativo al bacino da simulare.

Per **ietogramma di progetto** si intende un evento pluviometrico generato sinteticamente, con l'obiettivo di pervenire ad un corretto dimensionamento del reticolo superficiale di drenaggio.

Allo ietogramma di progetto viene associato un tempo di ritorno in quanto le sue caratteristiche (ad esempio l'intensità di picco, il volume totale etc.) possono, in tal modo, trovare corrispondenza in calcoli probabilistici.

In particolare è stato applicato il metodo dello **ietogramma costante**, di assegnato tempo di ritorno, che viene dedotto dalle curve di possibilità pluviometrica con l'ipotesi che l'andamento temporale dell'intensità di pioggia sia costante per tutta la durata dell'evento.

Non tutto il volume affluito durante una precipitazione giunge alla rete idrica superficiale, vi sono infatti fenomeni idrologici legati all'infiltrazione ed all'immagazzinamento di acque nelle depressioni superficiali che incidono sul volume d'acqua piovuta.

Un metodo per ottenere la pioggia netta è quello del CN (**Curve Number**) del Soil Conservation Service statunitense.

L'indice CN (Curve Number), compreso tra 0 e 100, è diffusamente tabulato nella letteratura statunitense.

Una tabella abbastanza esauriente è quella riportata di seguito (si tenga presente che i tipi di suolo A,B,C,D si riferiscono alla classificazione del Soil Conservation Service riportata subito in coda).

aree extra urbane

Tipo di suolo

Tipo di copertura (uso del suolo)	A	B	C	D
Terreno coltivato				
senza trattamenti di conservazione	72	81	88	91
con interventi di conservazione	62	71	78	81
Terreno da pascolo cattive condizioni	68	79	86	89
buone condizioni	39	61	74	80
Praterie				
Buone condizioni	30	58	71	78
Terreni boscosi o forestati terreno sottile, sottobosco povero				
senza foglie	45	66	77	83
sottobosco e copertura buoni	25	55	70	77
Spazi aperti, prati rasati, buone condizioni con almeno il 75% dell'area con copertura erbosa	39	61	74	80
condizioni normali, con copertura erbosa intorno al 50%	49	69	79	84

aree urbane

Tipo di suolo

Tipo di copertura (uso del suolo)	A	B	C	D
Aree commerciali (impermeabile 85%)	89	92	94	95
Distretti industriali (impermeabile 72%)	81	88	91	93
Aree residenziali impermeabilità media %				
65	77	85	90	92
38	61	75	83	87
30	57	72	81	86
25	54	70	80	85
20	51	68	79	84

RELAZIONE IDRAULICA

Parcheggi impermeabili, tetti	98	98	98	98
Strade				
pavimentate, con cordoli e fognature	98	98	98	98
inghiaiate o selciate e con buche	76	85	89	91
in terra battuta (non asfaltate)	72	82	87	89

Tabella 2 - Indice CN per tipologia di suolo

I valori riportati in questa tabella si riferiscono alla condizione di umidità precedente all'inizio dell'evento di tipo standard (Antecedent moisture condition (AMC) tipo 2 in letteratura); per condizioni antecedenti all'evento molto umide (AMC tipo 3) o molto asciutte (AMC tipo 1) viene consigliata dallo stesso SCS la seguente tabella di conversione:

Classe AMC			Classe AMC		
I	II	III	I	II	III
100	100	100	40	60	78
87	95	98	35	55	74
78	90	96	31	50	70
70	85	94	22	40	60
63	80	91	15	30	50
57	75	88	9	20	37
51	70	85	4	10	22
45	65	82	0	0	0

Tabella 3 - Tabella di conversione

Gruppo	Descrizione
A	Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili.
B	Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione.
C	Potenzialità di deflusso moderatamente alta . Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione.
D	Potenzialità di deflusso molto alta.

Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza dalla superficie .

Tabella 4 - caratteristiche di permeabilità del suolo secondo la suddivisione del Soil Conservation Service.

Nello studio sono stati considerati terreni prevalentemente di tipo limo - argilloso, che possono essere considerati nella tabella precedente tra C e D. Le destinazioni d'uso hanno quindi permesso di attribuire un valore del parametro CN, dedotto in condizioni medie di umidità del terreno, in relazione al rapporto di copertura delle superfici. In particolare, per il nuovo insediamento si sono considerati circa 8,2 ettari totali, di cui 6,9 ettari effettivamente edificati o coperti, e circa 1,3 ettari occupati da verde o da superfici permeabili. Sulla base della tabella 2, per i primi è stato assegnato CN 94.5, mentre per i secondi CN 74, da cui si evince un valore mediato pari a circa CN 90 globale su tutto il nuovo comparto edificato che porta ad un **coeff. di afflusso in rete** di circa **0,58**, per eventi meteorici con tempo di ritorno ventennale, e pari a **0,6** per eventi meteorici con tempo di ritorno secolare.

Nei calcolo degli afflussi e nella quantificazione delle portate generate, la superficie del comparto verrà, in via estremamente cautelativa, considerata per intero ovvero 8,2 Ha, in quanto le superfici permeabili a verde sono molto frammentate e di piccole dimensioni.

Vengono inoltre considerate le perdite che avvengono nel bacino per effetto dell'immagazzinamento nelle depressioni superficiali del terreno. Nel caso di terreni impermeabili, i volumi invasati nelle depressioni superficiali sono sottratti alla precipitazione depurata della quota parte infiltratesi, nel caso di terreni impermeabili si farà riferimento alla pioggia lorda.

La tabella seguente (Pecher,1969-1970) si riferisce al volume massimo di acqua ritenibile nelle depressioni superficiali, una volta riempite.

TIPO DI SUPERFICIE	VOLUME SOTTRATTO (mm)
Perdite dovute al velo d'acqua	
Aree impermeabili (tetti, strade asfaltate, marciapiedi)	0.2 - 0.5
Aree permeabili (giardini, parchi, terreno arabile)	0.2 - 5.0
Perdite dovute al riempimento di depressioni	
Aree permeabili molto lisce	0.2 - 0.4
Aree impermeabili lisce	0.5 - 0.7

Aree coperte con scarsa vegetazione, prati, pascoli	0.6 - 2.5
Aree coperte con densa vegetazione	2.5 - 4.0

Tabella 5 - Volume ritenibile sulle superfici (Pecher,1969-1970)

Per quanto attiene il valore del parametro I_a (Initial abstraction o depurazione iniziale) il Soil Conservation Service consiglia di assumere $I_a = 0.2 S'$ che conduce, a detta di parecchi Autori, a valori eccessivamente alti di I_a e quindi a sottostime dei volumi di piena.

Nell'uso pratico e per scopi progettuali si adottano per I_a valori non superiori a 2-4 mm come risulta dalla tabella sopra riportata e che può essere convenientemente utilizzata nel caso dei bacini modenesi.

Nel nostro caso si è scelto di considerare **$I_a = 2 \text{ mm}$**

3.1.3 Determinazione del tempo di corrivazione

Come ricordato più sopra, la formazione dell'onda di piena è influenzata oltre che dalle caratteristiche fisiche del bacino descritte sinteticamente dal coefficiente di deflusso (individuato al paragrafo precedente), anche dal tempo di corrivazione, rappresentabile mediante l'espressione:

$$t_c = t_a + t_r$$

ove t_a è il tempo di accesso alla rete relativo al sottobacino drenato dal condotto fognario posto all'estremità di monte del percorso idraulico più lungo e t_r è il tempo di rete.

Per la stima del tempo di corrivazione, calcolabile come somma dei tempi di percorrenza della canalizzazione seguendo il percorso più lungo della rete, si utilizza solitamente la formula del metodo cinematico indicata più sotto.

Nel caso specifico tale percorso (L) è stato stimato in 500 m, mentre per la velocità di percorrenza richiesta dal metodo cinematico è stato adottato un valore medio in condizioni di piena pari a 0.6 m/s, ottenendo i risultati seguenti:

$$T_{c,l} = \frac{L}{v} = \frac{500}{0.6} \cong 14 \text{ minuti}$$

Ai quali aggiungendo i tempi di ingresso alla fognatura stimati in circa 10 minuti, si ottiene un tempo di corrivazione di **circa 30 minuti**.

3.1.4 Trasformazione afflussi-deflussi

Per la determinazione dei valori di deflusso immessi nella rete fognaria è stato utilizzato il modello di calcolo URBIS che consente, a partire da una precipitazione nota o da una curva di possibilità pluviometrica di assegnato tempo di ritorno, di ricavare l'intera onda di piena e relativa portata al colmo alla sezione di chiusura attraverso la "convoluzione" con l'idrogramma unitario istantaneo del bacino.

Per il calcolo degli idrogrammi in ingresso è stato utilizzato il metodo del serbatoio lineare che schematizza il bacino come un serbatoio caratterizzato da legge lineare tra il volume di invaso e la portata uscente. In tale modello l'idrogramma unitario istantaneo IHU assume la forma:

$$h(t) = \frac{1}{k} e^{-\frac{t}{k}}$$

dove k , denominata costante d'invaso lineare, ha le dimensioni di un tempo e rappresenta il suddetto legame di proporzionalità tra il volume W invasato nel bacino e la portata uscente Q . La costante di invaso lineare k non ha alcun significato fisico, ma è solo un valore concettuale e risulta pertanto un parametro di taratura del modello.

Nella pratica progettuale tale legame viene assunto essere lineare ed espresso dalla relazione:

$$k = \frac{W(t)}{Q(t)}$$

Noto l'afflusso netto $I(t)$ ed il valore della costante k , è possibile ricostruire l'idrogramma di piena integrando, rispetto al tempo, l'equazione del serbatoio lineare sopra riportata e quella di continuità seguente:

$$I(t)dt = dW(t) + Q(t)dt$$

con:

I = afflusso netto sul bacino [m^3/s]

W = volume immagazzinato a monte [m^3]

Q = portata in uscita dalla sezione di chiusura [m^3/s]

Al fine di calcolare l'idrogramma di piena sono necessari i dati calcolati nei paragrafi precedenti, in particolare:

- i valori delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica a due parametri, ricavati per la zona omogenea di interesse. Nel presente lavoro si sono utilizzate le piogge (e di conseguenza i parametri a ed n) derivanti sia dalla curva di possibilità pluviometrica media avente tempo di ritorno di 20 anni, che da quella avente tempo di ritorno 100 anni, con tempo di pioggia pari a 30 minuti (tabella 1)
- le caratteristiche del bacino (superficie e coefficienti medi di afflusso in rete);
- il tempo di corrivazione;
- il tempo di pioggia
- la costante di invaso k

La figura seguente (Fig. 8) riporta, usando il Modello di Nash, l'idrogramma di piena ricavato per piogge aventi tempo di ritorno di 20 anni incidenti nell'area di intervento ed utilizzando un $CN = 90$ come prima definito, funzionale al dimensionamento della rete:

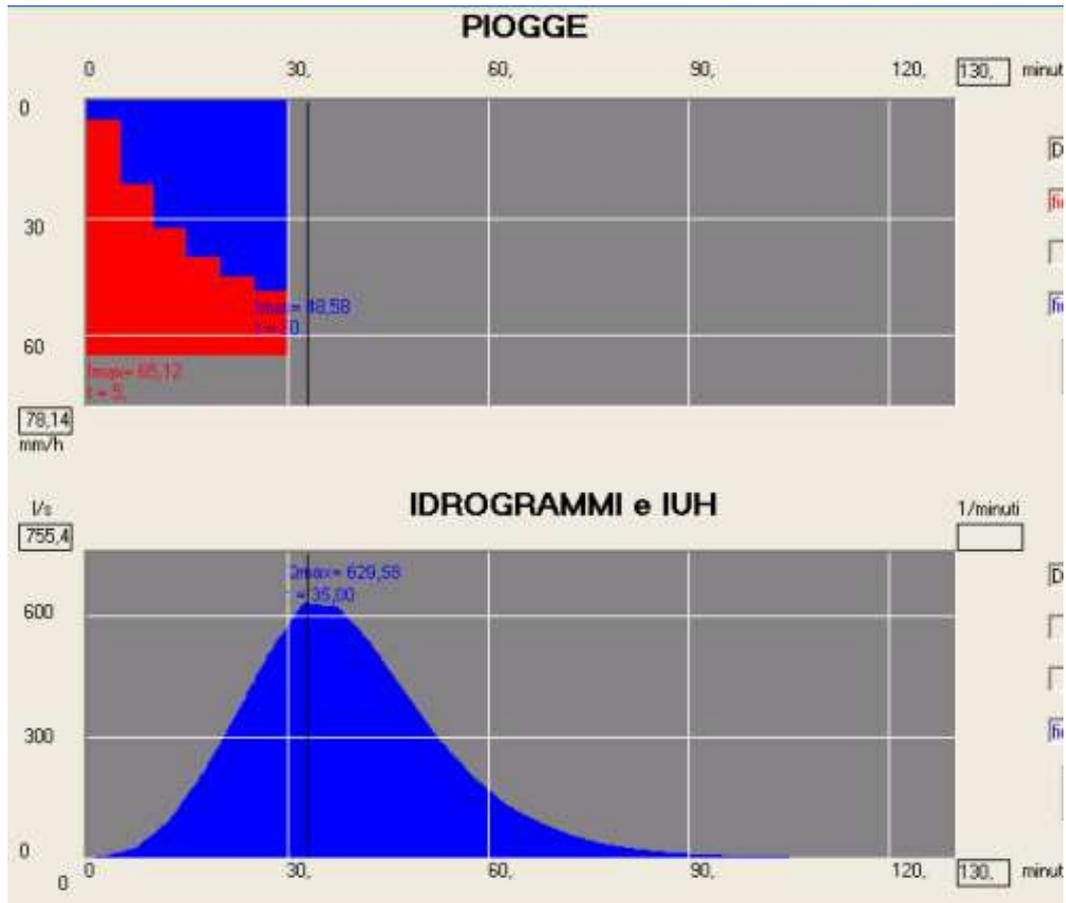


Fig. 8. Intensità della pioggia (in alto) e idrogramma di piena (in basso) per i volumi di pioggia del bacino (tempo di ritorno 20 anni). Nel riquadro in basso, la curva di colore rosso indica l'idrogramma di piena, mentre la curva di colore blu indica l'idrogramma di piena laminata.

La figura seguente (Fig. 9) riporta l'idrogramma di piena ricavato per piogge aventi tempo di ritorno di 100 anni incidenti nell'area di intervento, in questo caso utilizzando un CN = 92, funzionale al dimensionamento della vasca di laminazione:

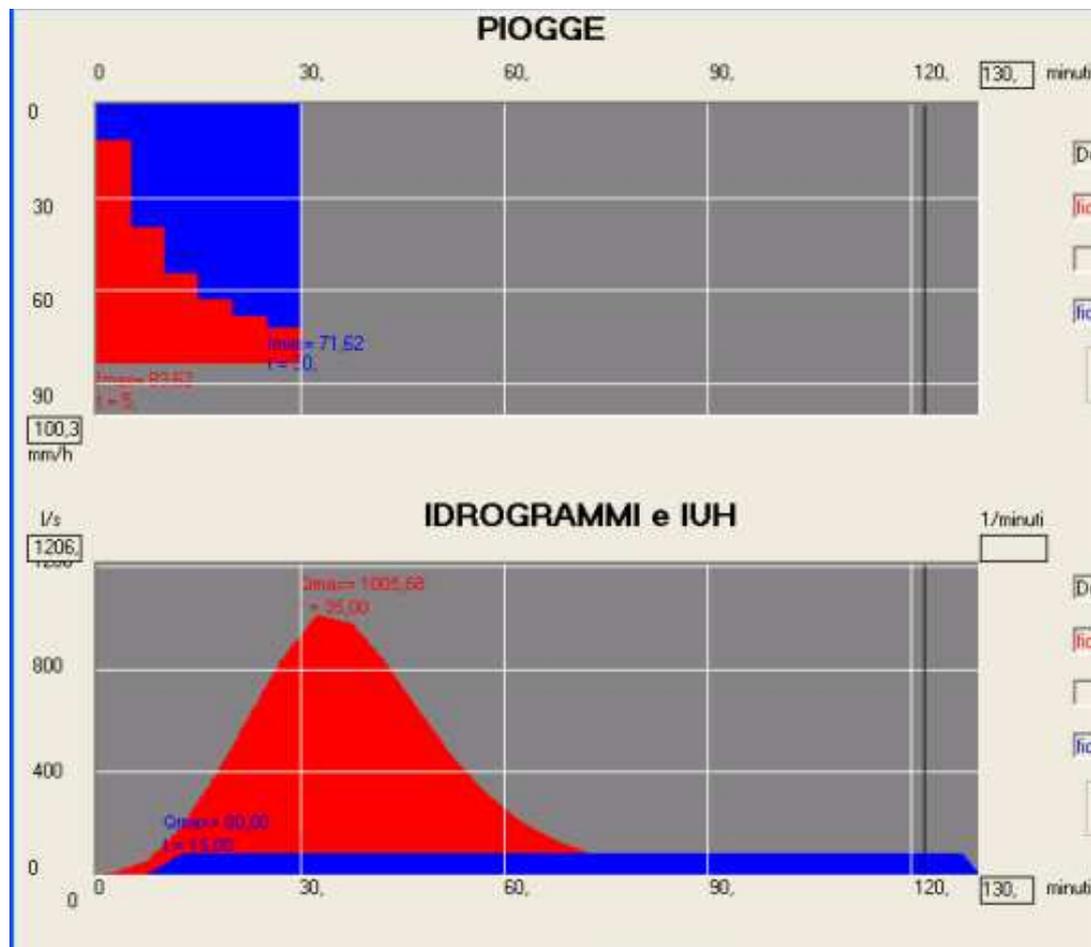


Fig. 9. Intensità della pioggia (in alto) e idrogramma di piena (in basso) per i volumi di pioggia del bacino (tempo di ritorno 100 anni). Nel riquadro in basso, la curva di colore rosso indica l'idrogramma di piena, mentre la curva di colore blu indica l'idrogramma di piena laminata.

La curva di colore blu nel riquadro in basso della Fig. 9 rappresenta l'idrogramma di piena laminata ipotizzando uno scarico di 80 l/sec corrispondente a 10 lt/sec/ha.

La figura seguente (Fig. 10) riporta il confronto tra gli idrogrammi di piena ricavati per piogge aventi tempo di ritorno di 20 (curva blu) e 100 anni (curva verde) incidenti nell'area di intervento:

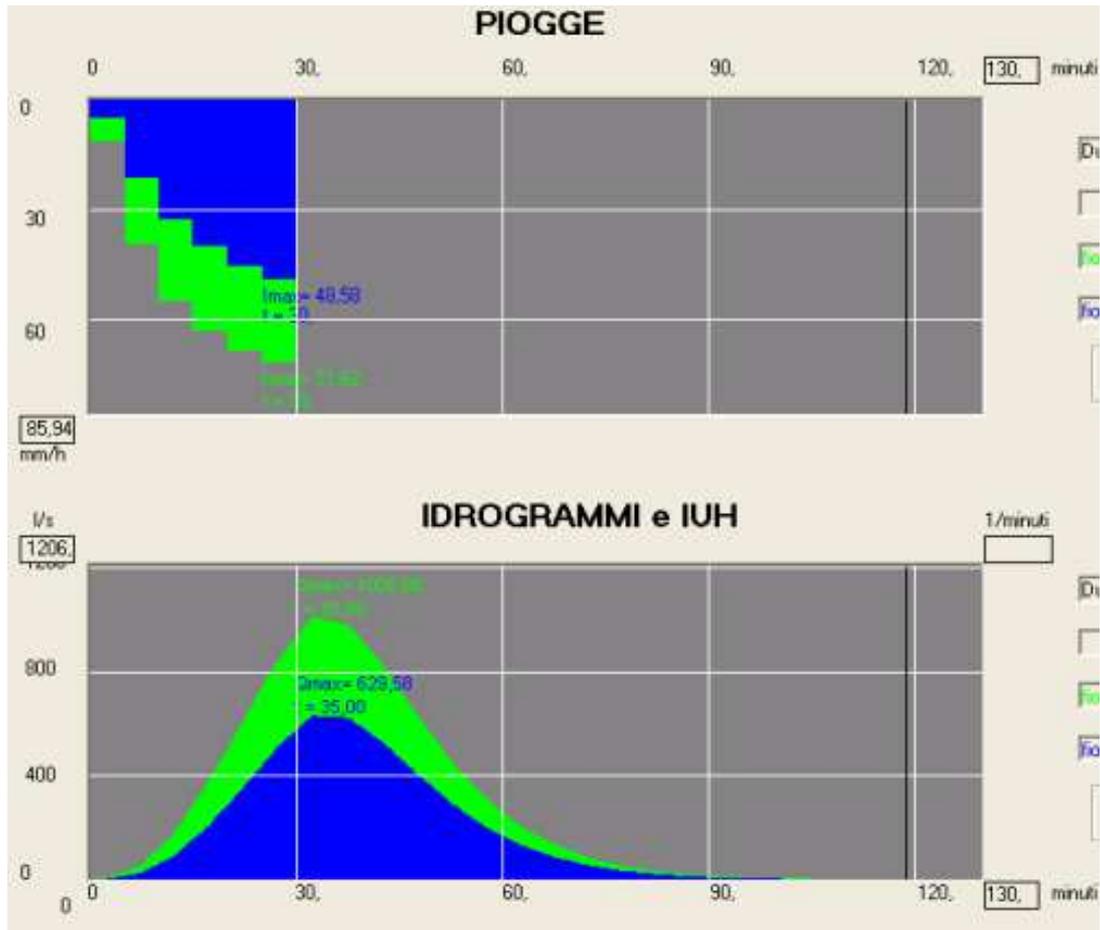


Fig. 10. Idrogrammi di piena per i volumi di pioggia del bacino (confronto tra idrogramma con tempo di ritorno 20 anni – in blu – e idrogramma con tempo di ritorno 100 anni – in verde).

3.2 Dimensionamento delle reti

3.2.1 Dimensionamento dei condotti

Il dimensionamento della rete di drenaggio è stato effettuato sulla base della portata di picco di **630 l/s** relativa all'idrogramma di piena per piogge con tempo di ritorno di **20 anni**, ricavato al paragrafo precedente.

In realtà il drenaggio dell'area è stato strutturato realizzando due assi drenanti principali: uno a servizio della porzione occidentale ed un altro a servizio di quella orientale. La prima è suddivisa a sua volta in due rami secondari in cui le reti sono strutturate in modo tale da mantenere separate le acque insistenti sulle coperture da quelle raccolte sui piazzali e sulle strade.

Le 4 condotte (due per le coperture e due per i piazzali e strade) convergono in un pozzetto da cui si sviluppa la condotta unica di collettamento delle acque della porzione occidentale verso la vasca di laminazione.

Sulla porzione orientale date l'esigua presenza di coperture la condotto principale è unica e colletta anch'essa le acque drenate alla vasca di chiarificazione.

Le aree sottese dalle due dorsali principali hanno dimensioni simili, per cui verranno dimensionate avendo a riferimento una portata di picco pari a 315 lt/sec (630 lt/sec / 2).

	Rete	Superficie (mq)	Portata (l/sec)	DN finale	Materiale	Riempimento (cm)
bacino	Parcheggi e coperture	82.000	615	600	CLS	40

Tabella 6 - Risultati del dimensionamento della rete di drenaggio a servizio di strade/parcheggi e coperture per i due rami principali.

RELAZIONE IDRAULICA

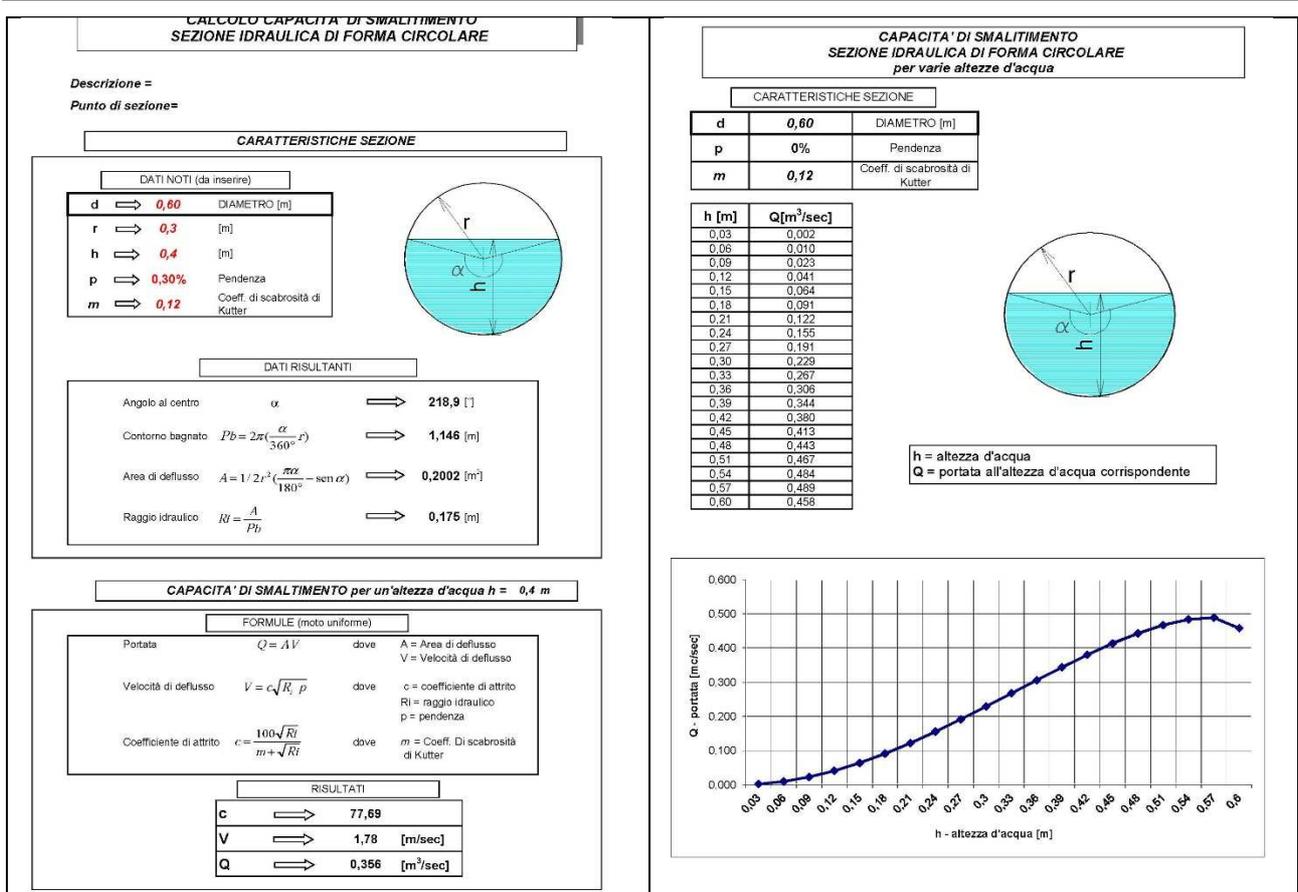


Fig. 11. Verifica delle condotte DN 600

Il dimensionamento di cui sopra, adottato per i due rami principali della rete, è cautelativo rispetto alla capacità di smaltimento dei deflussi calcolati, poiché permette di smaltire oltre 700 l/s con pendenze molto cautelative dell'ordine di 0,3 %.

Come la buona regola progettuale suggerisce, il riempimento dei condotti è inferiore all'80%.

Per i rami secondari potranno essere utilizzati condotte aventi diametri DN 400 o DN 500 che potranno smaltire portate rispettivamente di oltre 140 lt/sec e quasi 200 lt/sec.

	Rete	Pendenza (%)	Portata (l/sec)	DN finale	Materiale	Riempimento (cm)	
	bacino	secondario	0,3	143	400	CLS	30
			0,3	190	500	CLS	30

Tabella 7 - Risultati del dimensionamento della rete di drenaggio secondaria

RELAZIONE IDRAULICA

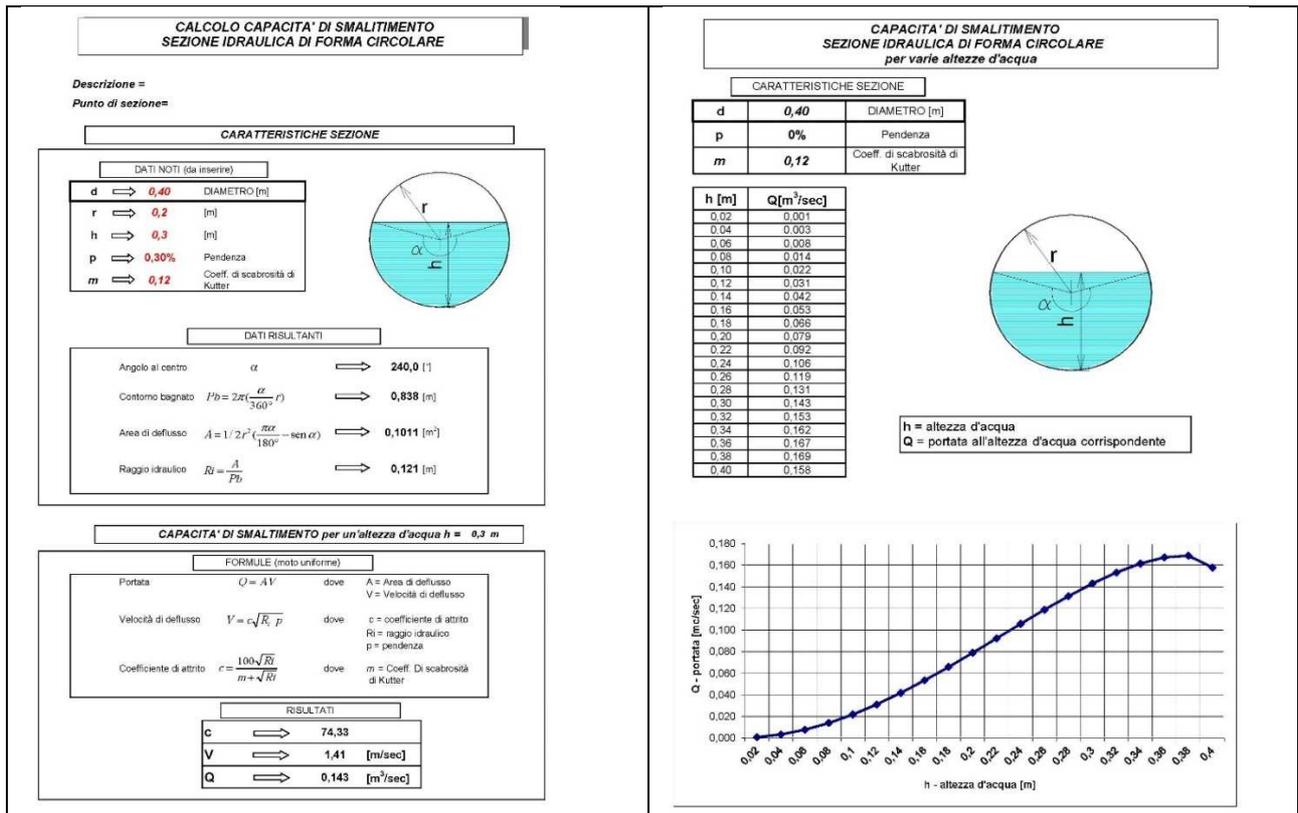


Fig. 12. Verifica delle condotte DN 400

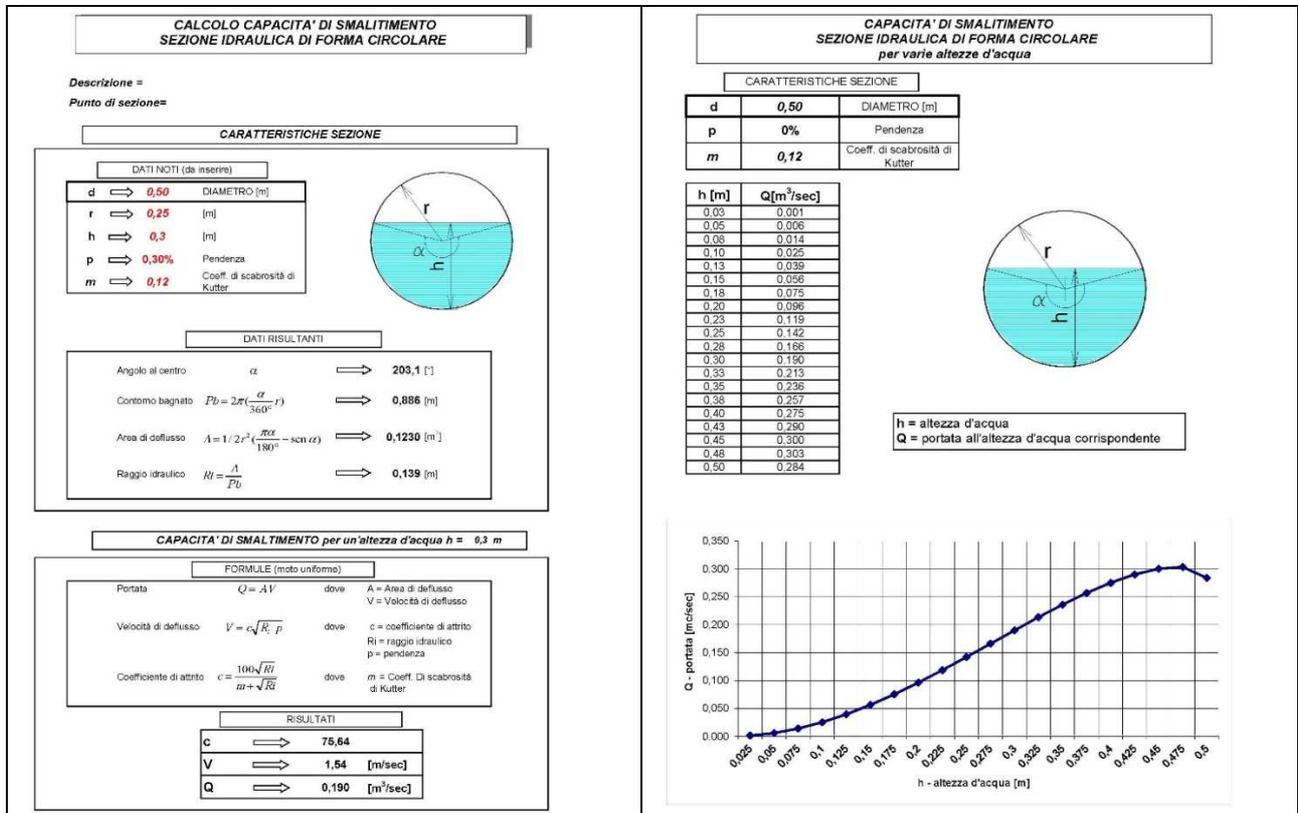


Fig. 13. Verifica delle condotte DN 500

3.2.2 Dimensionamento della vasca di laminazione

L'art. 11, comma 9 del PTCP, relativo alla gestione del rischio idraulico, individua, in fase di prima applicazione, come parametro di riferimento per l'invarianza idraulica a cui i Comuni possono attenersi, il valore di 300-500 mc/ha di volume di laminazione per ogni ettaro impermeabilizzato.

Il Rapporto preliminare ai fini del procedimento integrato di VALSAT – VAS della Variante 2011 al POC comunale stabilisce, per quanto riguarda l'applicazione del principio di invarianza idraulica, che in fase attuativa debba essere prescritta la realizzazione di un opportuno sistema di laminazione sulle reti, per cui deve essere previsto necessario nulla osta dell'Autorità idraulica.

Sarebbe quindi necessario intercettare le acque meteoriche di pertinenza delle coperture degli edifici e dei parcheggi/viabilità mediante una vasca di accumulo della capacità massima di 500 mc per ogni ettaro di superficie.

Il volume restituito dall'idrogramma generato da piogge con tempo di ritorno 100 anni (considerato un tempo di ritorno maggiormente cautelativo ed in grado di comprendere anche gli eventi meteorici estremi) è pari a 1.950 mc per l'intera superficie impermeabilizzata del comparto, pari a circa 8,2 ha, comprendente, come detto in via cautelativa, anche le superfici permeabili che ammontano a circa 1,3 ha

	Rete	Superficie (mq)	Volume vasca di laminazione (500 mc/ha)	Volume idrogramma calcolato (mc)
bacino	Parcheggi e coperture	69.000	3.450	1.950

Tabella 8 - Risultati del dimensionamento della vasca di laminazione

Dal confronto dei due volumi in tabella è possibile notare la considerevole differenza tra il volume massimo di invaso indicato dalla normativa provinciale e comunale e quello effettivamente generato dalle piogge attese con tempo di ritorno centennale.

Volendo essere più precisi, è possibile simulare la laminazione necessaria per restituire istantaneamente al recettore finale le portate che la stessa area avrebbe generato nelle condizioni attuali ovvero priva di urbanizzazione.

Il risultato della simulazione è riportato nella precedente Fig. 9, ove viene mostrato l'idrogramma della rete (in blu nella figura), ipotizzando una laminazione che generi in uscita dal bacino una portata costante di 80 l/s (circa 10 lt/sec/ha).

Nella tabella seguente sono sinteticamente raccolti i risultati delle simulazioni eseguite.

	Rete	Superficie (mq)	Volume vasca di laminazione 500 mc/ha (mc)	Volume ideogramma calcolato (mc)	Portata in uscita consentita (lt/sec)	Volume di laminazione necessario (mc)
bacino	Parcheggi e coperture	69.000	3.450	1.950	69	1.700

Tabella 9 - Risultati del dimensionamento della vasca di laminazione utilizzando l'idrogramma derivante dalla pioggia con tempo di ritorno centennale.

Viste le quote topografiche dell'area e dell'alveo del canale ricettore, nonché la profondità della vasca ed il suo sviluppo planimetrico per ottenere i volumi di laminazione necessari, la stessa vasca potrà essere svuotata per gravità dotando il tubo di scarico di una valvola di non ritorno.

Date le quote di scorrimento della condotta fognaria su via Viazza e le quote di posa della condotta del gas SNAM misurate in via preliminare e da verificare in fase esecutiva, lo scarico della vasca avverrà posando una condotta di DN 315 che, senza necessità di sifone, potrà essere posata sottopassando la condotta del gas sino a giungere alla condotta principale su via Viazza.

La condotta di scarico con DN 315 potrà smaltire solamente la componente in invarianza idraulica, ovvero 80 lt/sec, come dimostrato nella verifica riportata nella figura 14 seguente.

RELAZIONE IDRAULICA

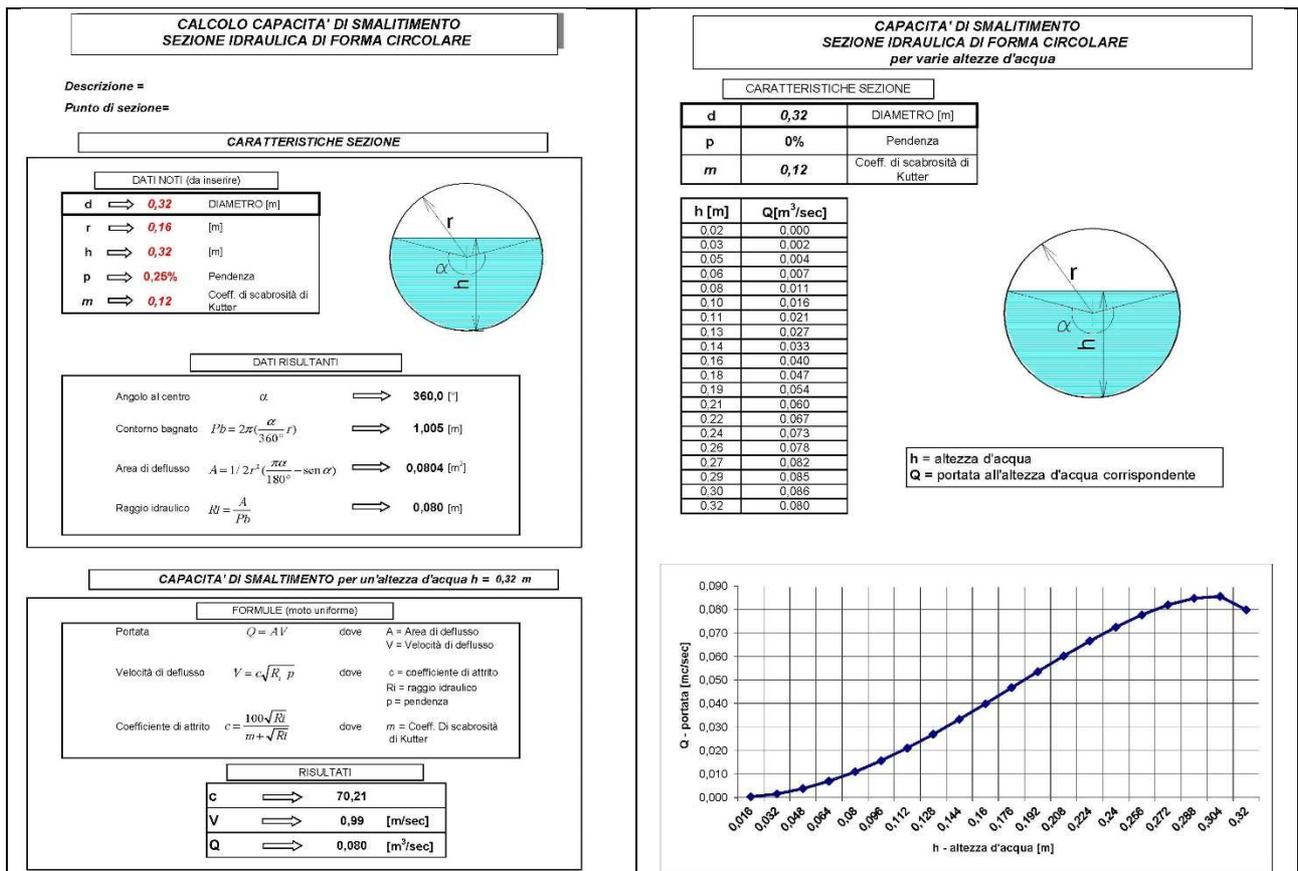


Fig. 14. Verifica delle condotte DN 315

4 Sistema di drenaggio delle acque reflue

L'intervento genererà reflui in relazione alle maestranze impiegate, che in questa fase si possono stimare per eccesso in un numero di 40 addetti.

Considerando una dotazione idrica giornaliera in zona produttiva, stimata per eccesso, pari a:

$$d_r = 200 \frac{l}{AE \cdot g}$$

e uno scarico pari a 24 h/g (scarico continuo), le portate giornaliere e di punta possono essere stimate mediante le seguenti relazioni:

$$Q_{N24} = \frac{N \cdot d_r \cdot \alpha}{24 \cdot 3600} \quad (\text{portata nera giornaliera espressa in l/s})$$

con:

N = numero di A.E.

d_r = dotazione idrica giornaliera per abitante equivalente

$\alpha = 0.8$

$Q_{N_{punta}} = K \cdot Q_{N_{24}}$ (portata nera residenziale di punta espressa in l/s: definisce il valore della portata scaricabile nell'ora di massimo consumo del giorno di massimo consumo)

dove con K si indica il coefficiente di punta per gli scarichi, calcolato secondo l'espressione suggerita da Rich (1980) e riportata in *Luigi Masotti – "Depurazione delle acque" ed. Calderini, 2002*:

$$K = 15.85 \cdot N^{-0.167}$$

nel calcolo del quale si assume per N la somma del numero di AE relativi a tutte le aree afferenti a monte del punto di immissione.

Le portate nere medie giornaliere e di punta del comparto risultano quindi:

$$Q_{N_{24}} = 0,1 \text{ l/s}$$

$$Q_{N_{punta}} = 0,8 \text{ l/s}$$

Si assume di utilizzare una condotta in PVC da \varnothing esterno pari a 110 mm ampiamente sovrastimata rispetto al valore di portata di punta sopra calcolato, potendo questa smaltire una portata in uscita pari a circa 10-13 l/s.

Lo scarico nella fognatura pubblica avverrà utilizzando la condotta esistente a servizio della ex ceramica Colli, senza necessità di attivare nuovi allacci.

5 Conclusioni

L'area oggetto di intervento verrà servita da un sistema fognario suddiviso internamente in tre reti: rete di raccolta delle acque delle coperture, rete di raccolta delle acque delle strade, dei parcheggi e dei piazzali, rete delle acque nere.

Le prime due reti vengono raccolte nella vasca di laminazione che è stata dimensionata per un volume di 1.700 m³, in grado di garantire la laminazione per tempi di ritorno secolari con uno scarico limite avente portata di 80 lt/sec.

A valle della laminazioni le condotte rimangono distinte in bianche e nere con recapito entrambe per gravità nel collettore fognario misto posto lungo via Viazza.

Per il raggiungimento del collettore fognario su via Viazza, mentre per le acque bianche verrà posata una condotta del DN 315 in grado di smaltire solamente la portata in invarianza idraulica, ovvero 80 lt/sec, sottopassando la condotta gas della SNAM e giungere alla fognatura pubblica a quote superiori a quelle di scorrimento della stessa, per le acque nere verrà utilizzata la condotta esistente a servizio della ex ceramica Colli.

Modena, 15/09/2015

Dott. Geol. Valeriano Franchi

