



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO

DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE
DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



Divisione Progettazione e Gestione del Patrimonio Immobiliare
Via S. Antonio, n° 12 - 20122 Milano, Italy Tel +39 02 50313420/21 - Fax +39 02 50313402

Opera	
	Polo dell'Università in Lodi destinato ai Corsi di Laurea della Facoltà di Medicina Veterinaria: Realizzazione edifici per attività didattico-dipartimentali. (codice opera 030 04NC)
Progetto Preliminare	Relazione Idrologica - Idraulica
	
	Il Responsabile del Procedimento Capo Divisione Progettazione e Gestione del Patrimonio Immobiliare Arch. Peppino D'Andrea



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE
DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



RELAZIONE IDROLOGICA - IDRAULICA

1	PREMESSA	3
2	INQUADRAMENTO IDRAULICO DELL'AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE	4
3	ANALISI IDROLOGICA.....	8
4	LA NORMATIVA ED I REGOLAMENTI DA APPLICARE NELLA DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO.....	11
4.1	RISPETTO DELLE LINEE GUIDA ALLA PROGETTAZIONE	13
5	DESCRIZIONE DELLA RETE DI PROGETTO	14
5.1	LIVELLI IDRICI ROGGIA BERTONICA.....	15
6	DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE	17



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE
DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



1 PREMESSA

La presente relazione idrologica - idraulica preliminare afferisce alla realizzazione del nuovo polo dell'Università e della Ricerca di Lodi. Dopo aver definito i parametri idrologici di interesse e l'inquadramento normativo si riporta l'esposizione dei criteri con i quali si è proceduto alla progettazione preliminare della rete di smaltimento delle acque meteoriche.

Per la progettazione si è proceduto a considerare sia quanto previsto dapprima a livello di normativa regionale, deliberazioni di Giunta e Piano Regionale di Risanamento delle Acque, fino anche allo specifico regolamento di polizia idraulica della rete idrografica minore comunale.



2 INQUADRAMENTO IDRAULICO DELL'AREA DI INTERVENTO E DESCRIZIONE DEL RETICOLO IDRICO MINORE

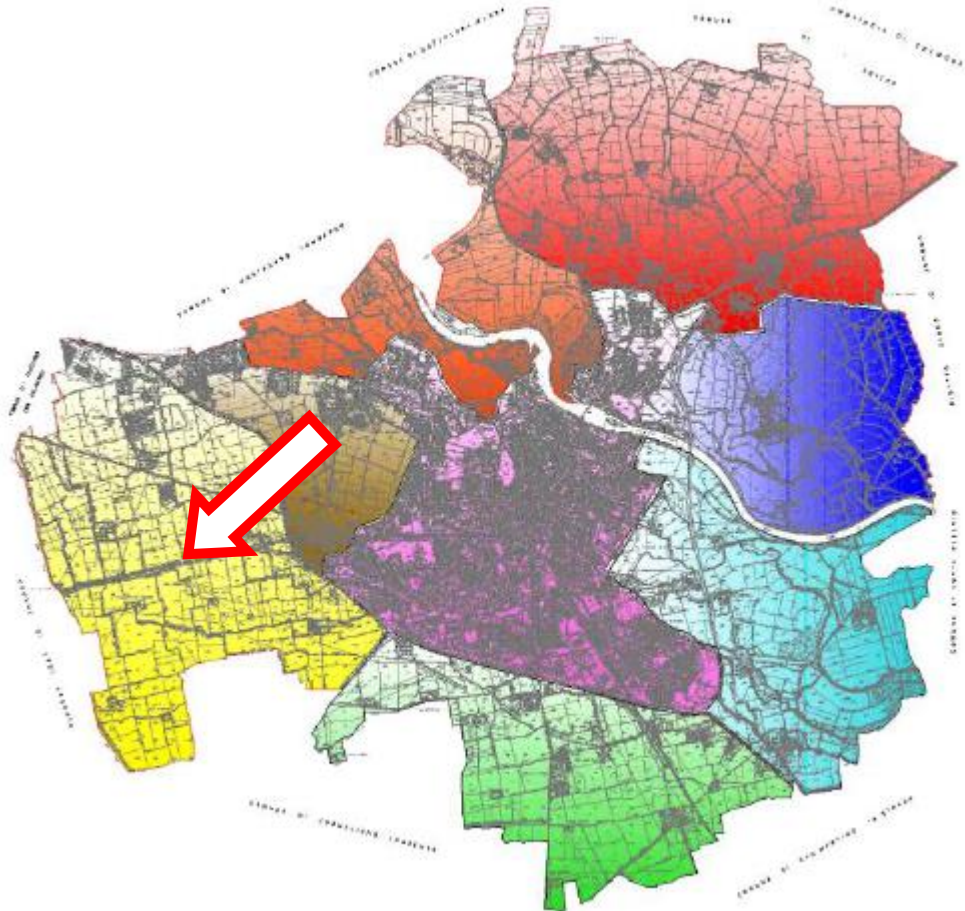
L'area di intervento sorge nell'area immediatamente a nord del Polo Universitario esistente, essa si trova in via dell'Università immediatamente oltre il limite urbanizzato di Lodi, nella zona di campagna appena oltre la Tangenziale Sud.



Immagine aerea tratta da maps.google.it con indicazione dell'area di intervento.

La Valutazione Ambientale Strategica allegata al Piano di Governo del Territorio prevede la suddivisione del territorio comunale di Lodi in otto macroaree: pianura laudense nord orientale (blu), pianura laudense orientale (azzurro), pianura sud orientale (verde), pianura sud occidentale (giallo), zona del Pulignano (marrone), pianura nord-occidentale (arancio) e pianura settentrionale (rosso).

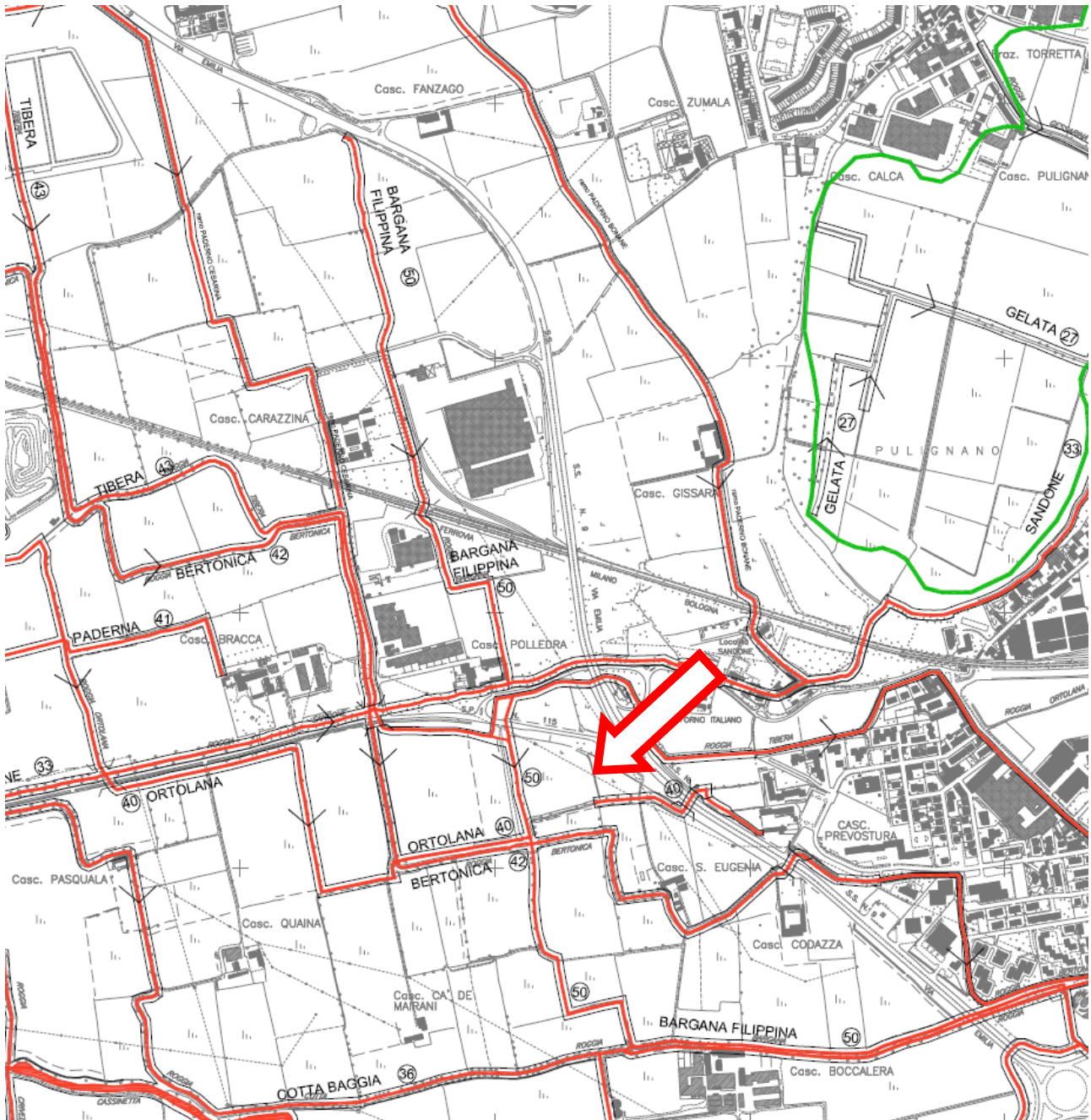
L'area di intervento ricade all'interno della macroarea pianura sud occidentale. Essa risulta interessata da un particolare reticolo di rogge che attraversano o delimitano l'area.



Suddivisione in macroaree del territorio del Comune di Lodi, estratto dalla VAS al PGT.

La roggia Bertonica e la roggia Ortolana arrivano dalla direzione ovest e attraversano l'area di intervento poco al di sotto della metà della metà del lato lungo. La roggia Bertonica è la principale e scorre a cielo aperto con un larghezza di quasi 13 metri e profondità compresa tra i 2,5 e i 3m, la roggia Ortolana, molto meno profonda, prosegue parallela alla precedente ad una distanza di circa 4 m e risulta essere nel tratto all'interno dell'area di intervento tombinata con una canaletta di larghezza interna di circa 2 m.

La roggia Bertonica presenta una lunghezza di circa 36 km. Essa nasce in derivazione del canale Muzza a Paullo, s'immette poi nello stesso canale Muzza a Bertonico; attraversa i territori di: Paullo, Zelo B. Persico, Cervignano d'Adda, Montanaso, Mulazzano, Lodi, S.Martino in strada, Cavenago d'Adda Turano, Mairago, Bertonico.



Rete idrica del territorio comunale e limite di esondazione PAI per Tr 200 anni (verde)

Lungo il lato ovest scorre la roggia Bargana Filippina, tombinata per l'attraversamento stradale accanto all'area di intervento, ed infine l'area è solcata da ovest ad est, in attraversamento del lotto, da uno scolo che risulta oggi abbandonato, corrispondente alla vecchia roggia Dentina, e quindi privo di funzionalità idraulica.

Più nel dettaglio la roggia Bertonica deriva da Muzza a monte del canale Belgiardino, sottopassa via Emilia arriva fino a cascina Paderno sottopassa la FS MI-BO. Arrivata in prossimità di stabile Scania riceve le acque della roggia Tibera, sottopassa la S.P n 115. Oltrepassata la cascina



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE
DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



Eugenia, sottopassa la via Emilia, entra in città dove è tombinata in via Buozi. Ritorna a cielo aperto circa al distributore di benzina lungo la SS. N. 9 e, sottopassata la via Emilia, irriga i campi a sud di Lodi fino a Olmo a valle ove si immette in roggia Turana.

La roggia Ortolana deriva da roggia S. Simone, in località Bottedo. Sovrapassa la roggia Sandone e sottopassa S.P.N.115, poco più a ovest di cascina Bracca. E' tombinata a monte di cascina Eugenia. Ritorna a cielo aperto prima di SS.N.9, che sottopassa e, in corrispondenza dell'abitato, si perde in fognatura.

La roggia Bargana Polledra/Filippina nasce da coli in prossimità di cascina Carazzina, raccoglie gli scarichi di alcune ditte e, arrivata a cascina Polledra, sottopassa la Sandona. E' tombinata in corrispondenza di SP n115, raccoglie le acque di un ramo della roggia Tibera e si immette in roggia Bertonica.

La roggia Paderno Dentina entra dal comune di Tavazzano V., corre parallelamente alla Tibera lungo la via Emilia, in prossimità di cascina Calvenzano si immette in roggia Bertonica a mezzo di sifone. Da questo punto l'alveo della roggia, che arriva a cascina Gissara, sottopassando prima la via Emilia, è privo d'acqua.



3 ANALISI IDROLOGICA

Poco lontano dall'area di intervento, sul ponte della SP235 dell'Adda a Lodi, è presente una stazione pluviometrica da cui si sono desunti i dati di pioggia significativi per lo studio. La distanza tra la stazione meteo di Lodi ponte Adda SP235 e l'area di intervento è di circa 3,1 Km. La Stazione è ubicata a quota +64 s.l.m., è dotata di pluviometro e termometro ed è operativa dal 18/02/2003.

La pluviometria è definita dalla stima delle linee segnalatrici di probabilità pluviometrica LSPP, che lega i massimi annuali di pluviometria (h) alle varie durate di pioggia (D) attraverso parametri dipendenti dal tempo di ritorno. I dati e le elaborazioni necessarie sono stati messi recentemente a disposizione da ARPA Lombardia e sono liberamente consultabili dal GIS presente all'indirizzo:

http://ita.arpalombardia.it/ITA/servizi/richiesta_dati/idro_pluvio_termo.asp

Le relazioni e i criteri utilizzati da ARPA per individuare i parametri pluviometrici sono riferiti nella pubblicazione "il regime delle precipitazioni intense sul territorio della Lombardia" a cura di Carlo De Michele, Renzo Rosso e Maria Cristina Rulli DIAR-CIMI, Politecnico di Milano, 2005, direttamente scaricabile dalla "guida utente" del GIS sopra indicato.

Per l'area oggetto di studio sono forniti i parametri indicati nella seguente tabella, relativi a piogge intense nell'intervallo da 1 a 24 ore con tempi di ritorno T di 2, 5, 10, 20, 50, 100 e 200 anni.

Valori della LSPP stazione di Lodi - Ponte Adda SP235 (LO) per i diversi tempi di ritorno TR

LSPP -> 1-24 ore	LSPP=h=awD^n		
TR (anni)	a ₁	n	w
2	27,36	0,2862	0,92274
5	27,36	0,2862	1,26230
10	27,36	0,2862	1,50076
20	27,36	0,2862	1,74030
50	27,36	0,2862	2,06684
100	27,36	0,2862	2,32435
200	27,36	0,2862	2,59238

Applicando tali parametri locali alla relazione definita nello studio citato in cui $a = a_1 \cdot w_T$:
 $h_T(D) = a \cdot D^n$ dove

$$w_T = \varepsilon + \frac{\alpha}{k} \left\{ 1 - \left[\ln \left(\frac{T}{T-1} \right) \right]^k \right\}$$

è fornito dalle tabelle, si ottengono le seguenti rappresentazioni tabellari e grafiche dell'intensità della pioggia in funzione della loro durata e del tempo di ritorno T.



SISTEMA DI GESTIONE
QUALITÀ CERTIFICATO
CERTIFICATO
N. 6701/af

Valori di “a” per la stazione di Lodi - Ponte Adda SP235 (LO) per i diversi tempi di ritorno TR

LSPD ->	LSPD=h=awD^n (1-24 ore)
TR	a (mm/ora)
2	25,2462
5	34,5365
10	41,0608
20	47,6146
50	56,5487
100	63,5942
200	70,9275

Valori dell’altezza di precipitazione (mm) per diverse durate di pioggia e per i diversi tempi di ritorno TR (anni). Durate comprese da 1-24 ore

durata (ore)	Tr (anni)						
	2	5	10	20	50	100	200
1	25,2	34,5	41,1	47,6	56,5	63,6	70,9
2	30,8	42,1	50,1	58,1	69,0	77,5	86,5
3	34,6	47,3	56,2	65,2	77,4	87,1	97,1
4	37,5	51,4	61,1	70,8	84,1	94,6	105,5
5	40,0	54,7	65,1	75,5	89,6	100,8	112,4
6	42,2	57,7	68,6	79,5	94,4	106,2	118,4
7	44,1	60,3	71,7	83,1	98,7	111,0	123,8
8	45,8	62,6	74,5	86,3	102,5	115,3	128,6
9	47,3	64,8	77,0	89,3	106,1	119,3	133,0
10	48,8	66,8	79,4	92,0	109,3	122,9	137,1
11	50,1	68,6	81,6	94,6	112,3	126,3	140,9
12	51,4	70,3	83,6	97,0	115,2	129,5	144,4
13	52,6	72,0	85,6	99,2	117,8	132,5	147,8
14	53,7	73,5	87,4	101,3	120,3	135,3	151,0
15	54,8	75,0	89,1	103,4	122,7	138,0	154,0
16	55,8	76,4	90,8	105,3	125,0	140,6	156,8
17	56,8	77,7	92,4	107,1	127,2	143,1	159,6
18	57,7	79,0	93,9	108,9	129,3	145,4	162,2
19	58,6	80,2	95,4	110,6	131,3	147,7	164,7
20	59,5	81,4	96,8	112,2	133,3	149,9	167,2
21	60,3	82,5	98,1	113,8	135,2	152,0	169,5
22	61,1	83,7	99,5	115,3	137,0	154,0	171,8
23	61,9	84,7	100,7	116,8	138,7	156,0	174,0
24	62,7	85,8	102,0	118,2	140,4	157,9	176,1



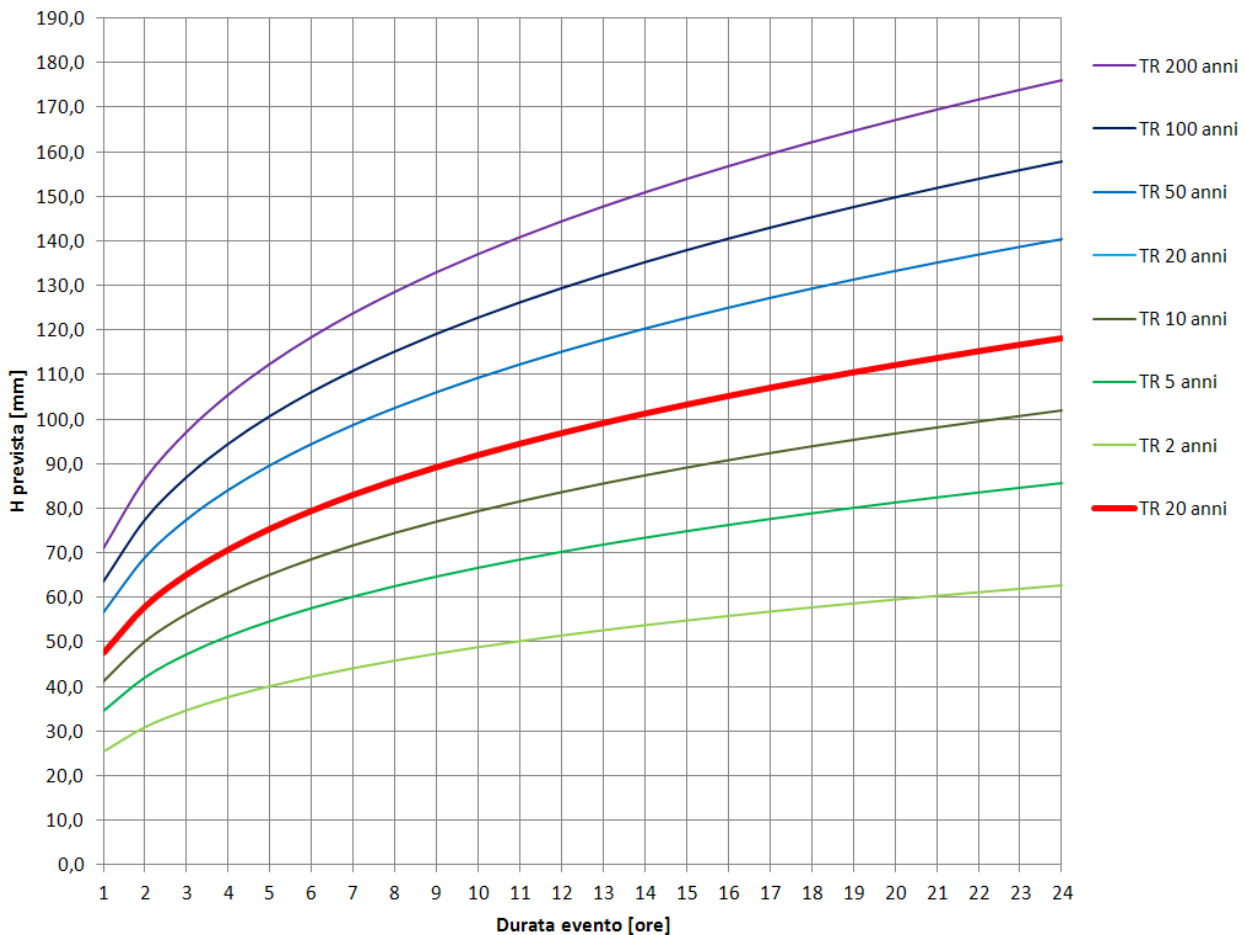
Di seguito si riporta la rappresentazione grafica delle tabelle per le durate di precipitazione da 1-24 ore per diversi tempi di ritorno da 2 a 200 anni.

Si ricorda che si definisce “tempo di ritorno” caratteristico della precipitazione, il tempo che mediamente intercorre tra due eventi della stessa intensità. Ad esempio nel caso di eventi con tempo di ritorno di 20 anni si intendono eventi che mediamente si ripetono una volta ogni 20 anni, ciò non toglie che l’intervallo temporale possa essere inferiore per poi non verificarsi per un tempo più lungo, in quanto l’ evento statistico mediamente viene uguagliato nell’arco temporale di riferimento.

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica per durate di 1 - 24 ore



Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica





4 LA NORMATIVA ED I REGOLAMENTI DA APPLICARE NELLA DEFINIZIONE DEI PARAMETRI DI PROGETTO

Il Comune di Lodi con Deliberazione del Consiglio Comunale n. 172 del 21.12.2005 ha individuato il Reticolo Idrico Minore di competenza comunale. Ai sensi del succitato provvedimento deliberativo fanno parte del Reticolo Idrico Minore di competenza comunale le seguenti rogge e/o corsi d'acqua:

- In sinistra idrografica del Fiume Adda: Roggia Squintana; Roggia Rio; Roggia Mozzanica; Roggia Ramello Negrina; Roggia Sorgino Negrina; Roggia Vecchia; Roggia Nuova; Roggia Sorgino Vigadore; Roggia El Ri Falcona; Roggia Dardanona; Roggia Fratta; Colatore Roggia Rio; Roggia Riola; Roggia Sorgino Incantonata; Roggia Ramo della Roggia Rio; Roggia Alipranda; Roggia Quotidiana; Roggia Galuppina; Roggia Curletto; Roggia Sorgino Malaspina.
- In destra idrografica del Fiume Adda: Roggia Rio del Prete; Roggia Bargana Polledra; Roggia Valentina; Roggia Gaetana; Roggia Molinetta.

L'attività di Polizia Idraulica è regolata dalla Deliberazione della Giunta Regionale n. 7/7868 del 25.1.2002, modificata dalla Deliberazione della Giunta regionale n. 7/13950 del 1.8.2003. Tale normativa ha trasferito ai Comuni tutte le funzioni relative all'adozione dei provvedimenti di Polizia Idraulica relative al reticolo idrico minore.

Il servizio di Polizia Idraulica provvede alla stipula delle convenzioni con i soggetti che richiedono interventi interessanti il reticolo idrico minore. Con tali provvedimenti vengono in particolare regolamentati gli scarichi in corsi d'acqua di acque meteoriche, fognarie, industriali ed agricole.

I limiti di accettabilità di portata sono i seguenti:

- 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansione residenziale ed industriale;
- 40 l/s per ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree già dotate di pubbliche fognature.

Vengono altresì regolamentati tutti gli altri interventi realizzati sul reticolo idrico minore e relativi agli attraversamenti aerei ed in sub- alveo di linee tecnologiche, alla viabilità sotterranea, agli attraversamenti viabilistici.

Il Piano regionale di risanamento delle acque PRRA 2006 della Regione Lombardia Settore Ambiente ed Ecologia, "criteri di pianificazione in rapporto alla gestione delle risorse idriche lombarde" nella sezione afferente alla limitazione delle portate meteoriche recapitate nei ricettori tramite vasche volano, definisce i criteri secondo i quali condurre la progettazione idraulica qualitativa e quantitativa degli scarichi delle acque meteoriche nei corpi idrici superficiali e dei conseguenti invasi a cielo aperto.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE
DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



Il documento è lo strumento a cui si riferisce il succitato regolamento di polizia idraulica comunale (che sostanzialmente ne recepisce i valori limite di portata ammessa allo scarico di un corpo superficiale) ed in esso si afferma che la critica situazione idraulica di molti corsi d'acqua della Lombardia, inadeguati a ricevere le portate meteoriche urbane ed extraurbane, impone precisa scelta di Piano atte a ridurre le portate meteoriche derivanti sia dalle esistenti aree scolanti, sia dalle aree di futura urbanizzazione. Occorre prevedere l'adozione di interventi atti a contenere l'entità delle portate meteoriche scaricate entro i valori compatibili con la capacità idraulica dei recettori entro i seguenti limiti: 20 l/s per ogni ettaro di superficie scolante impermeabile, relativamente alle aree di ampliamento e di espansioni residenziali ed industriali. Pertanto il parametro è lo stesso che è stato usato per definire i limiti riportati nel Regolamento di Polizia Idraulica comunale.

Ove non sia possibile ridurre la portata occorre prevedere vasche volano per il cui dimensionamento si utilizzano i dati della tabella riportata di seguito.

Per il caso in esame, portata in uscita di 20 l/s, ha e costante di invaso pari a 10 minuti, il valore di capacità espresso in m³ per ettaro impermeabilizzato da attribuire agli invasi a cielo aperto, suggerito dalla Regione Lombardia ammonta a 460 m³/ha imp.

La costante di invaso K rappresenta il ritardo tra il baricentro del pluviogramma e quello dell'idrogramma. Questo intervallo di tempo è circa la metà del tempo di corrivazione, posto pari a 20 minuti per l'area in esame.

Capacità in m³ per ettaro di area impermeabilizzata delle vasche volano- PRRA Regione Lombardia

Portata in uscita qu _{max} [l/s·ha _{imp}]	Costante di invaso K [min]		
	10	30	60
5	1080	1075	1070
10	780	770	760
20	460	435	405
30	390	370	335
40	345	315	275
50	310	190	230
70	270	215	150
100	220	135	25

Pertanto il valore da attribuire agli invasi, seguendo le prescrizioni di Piano della Regione Lombardia, ammonta a 460x12.975=965 mc.

Per quanto riguarda la qualità delle acque che dilavano le superfici impermeabili, all' Art. 3 - Acque di prima pioggia e di lavaggio soggette a regolamentazione, comma 1, la separazione ed il trattamento delle acque di prima pioggia è d'obbligo nel caso di superfici scolanti di estensioni superiori ai 2.000 mq nelle quali si svolgono le attività di: industria petrolifera, industrie chimiche, trattamento e rivestimento dei metalli, concia e tintura delle pelli e del cuoio,



produzione della pasta carta, della carta e del cartone, produzione dei pneumatici, aziende tessili che eseguono stampa, tintura e finissaggio di fibre tessili, produzione di calcestruzzo, aree intermodali, autofficine e carrozzerie.

L'attività che caratterizza il Polo Universitario e della Ricerca di Lodi non risulta tra quelle elencate dal precedente articolo.

4.1 RISPETTO DELLE LINEE GUIDA ALLA PROGETTAZIONE

Con riferimento alle linee guida alla progettazione impartite per la redazione del presente progetto preliminare, si ritiene di evidenziare che, per quanto riguarda:

- I fenomeni di “flash flood” (bombe d’acqua):
trattandosi di fenomeni molto intensi ma di brevissima durata si ritiene che il sovradimensionamento delle tubazioni per il rispetto dei limiti di portata imposti allo scarico nei ricettori, è in grado di assorbire i volumi generati nel breve arco di tempo in cui si manifesta la precipitazione.
Nella progettazione definitiva/esecutiva si dovrà tenere conto del manifestarsi di detti eventi dimensionando anche i sistemi di captazione superficiale sia dell’edificio che dei piazzali/strade (caditoie pluviali ecc...) per tali eventi.
- Gli eventi con tempi di ritorno superiori a quelli di progetto:
la possibilità di verificarsi di eventi con tempi di ritorno superiori è stata valutata in questa fase pur mantenendo i parametri per il dimensionamento dei manufatti di scarico in linea con quanto previsto dalla succitata normativa.
La rete delle acque meteoriche è in grado di smaltire portate ben superiori a quelle desumibili dal calcolo con i tempi di ritorno previsti dalla normativa vigente in quanto sono state previste tubazioni sovradimensionate al fine di contenere maggiori volumi di invaso.
Ogni scarico è dotato di un manufatto di regolazione della portata in grado di far transitare un contributo massimo di 20 l/s per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata previsti dalla normativa.
Nel caso in cui si verificassero successivi eventi di precipitazione particolarmente intensi e i volumi della rete fossero già completamente invasati o per portate relative a precipitazioni con tempi di ritorno superiori a quelli previsti, lo sfioro del manufatto di regolazione è in grado di smaltire efficientemente i maggiori contributi.



5 DESCRIZIONE DELLA RETE DI PROGETTO

Viste e considerate le norme ed il contesto idraulico ambientale su cui si inserisce l'intervento oggetto di studio, si è progettata una rete sovradimensionata per lo smaltimento delle acque meteoriche dovendo attribuire alle tubazioni la funzione non solo di deflusso delle acque ma anche di invaso dei contributi meteorici eccedenti al limite di scarico imposto.

Si è visto infatti che è necessario limitare la portata allo scarico al valore desunto dal coefficiente udometrico previsto sia da normativa regionale che dai regolamenti comunali e pari a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata.

Il rispetto di tale valore rende necessaria la creazione di volumi di invaso il cui totale ammonta a 460 mc per ettaro di superficie impermeabilizzata.

Vista la configurazione del lotto, e la disposizione dell'edificio e delle strade e parcheggi esterni, si è valutato di creare 4 punti di scarico diversi, di cui 3 direttamente in Roggia Bertonica ed uno, più a nord-ovest nella roggia Bargana Filippina.

La roggia Bertonica lungo il lato sud presenta già 2 punti di scarico (uno dei quali con 2 tubazioni) mentre 1 è sul lato nord. Questi dovranno essere dismessi/rifatti in posizione spostata, intercettando le reti ad essi afferenti (a meno dello scarico diam. 600 mm acque meteoriche da sud-est che viene mantenuto), realizzando:

- una linea di deviazione per i 2 collettori esistenti diam. 800mm lato sud-ovest con una tubazione diam. 1000 mm in affiancamento al collettore di laminazione di progetto;
- un nuovo scarico diam. 1000 mm che recapita anche le acque stradali del collettore esistente diam. 600mm a nord-est.

Le portate in arrivo dai collettori esistenti verranno scaricate con collettore indipendente, posto a fianco dello scarico della linea di laminazione a valle del manufatto di regolazione.

La portata massima che può transitare nei 2 collettori esistenti diam. 800 a pendenza 0.125%, pari a circa 460 l/s ciascuno, viene garantita tramite il nuovo collettore diam. 1000 a pendenza 0.15% (Q max=920 l/s circa).

Agli scarichi della rete di laminazione sarà presente un manufatto di laminazione della portata costituito da un setto con un foro regolabile, in grado di far transitare solo la portata ammessa e desunta dal coefficiente di 20 l/s, ha valutato sull'effettiva area impermeabile sottesa.

Approssimativamente ciascuno degli scarichi sarà caratterizzato da portate di circa 10 l/s che si realizzeranno con funzionamento a battente ed efflusso dal foro posto sul fondo del setto.

Le tubazioni saranno principalmente in cls con diametri pari a 100 cm, solamente in corrispondenza delle aree a parcheggio, sono stati previste tubazioni di diametro inferiore pari a 50 cm.

Tali dimensioni dei tubi, secondo la disposizione dettagliata nella planimetria allegata al presente, sono in grado di invasare un volume totale di circa $232,1+22,8+73,6+120+20+9,4=477,9$ mc.

Il volume rimanente verrà contenuto in un'area di invaso a cielo aperto che presenterà un funzionamento che prevede il suo riempimento per rigurgito dallo scarico principale, e sfioro attraverso un pozzetto scolmatore posto tra la rete principale e l'invaso a cielo aperto stesso.



Tale dispositivo permette che la vasca venga riempita solamente in occasione degli eventi meteorici di maggiore intensità, potendo far transitare liberamente allo scarico le portate più modeste.

Questo accorgimento permette di avere un'area a verde sempre asciutta ed in grado di funzionare per gli eventi maggiori.

Il vuotamento della vasca a cielo aperto avviene per mezzo di un foro con porta a vento posto sul fondo del pozzetto scolmatore.

Il totale del volume di invaso che può essere contenuto in vasca ammonta a circa 635,1 mc e si realizza con un tirante d'acqua pari a circa 93 cm.

Il totale disponibile all'interno del lotto su cui sorgerà il Polo Universitario e della Ricerca di Lodi ammonta a $477,9+635,1=1.113$ mc sovrabbondante rispetto al volume richiesto di 965 mc.

5.1 LIVELLI IDRICI ROGGIA BERTONICA

La Roggia Bertonica nasce in derivazione del canale Muzza a Paullo e presenta una lunghezza di circa 36 km scorrendo, in corrispondenza dell'area di intervento, prevalentemente a cielo aperto con una sezione trapezoidale media che presenta larghezza in sommità pari a 13,50 metri circa, larghezza al fondo pari a circa 4,00 m e profondità compresa tra i 2,50 - 3,00 m.

Alle estremità ovest (monte) ed est (valle) dell'area di intervento, la Roggia Bertonica è sormontata da due manufatti a sezione rettangolare con funzione di attraversamento carrabile di dimensioni rispettivamente pari a circa 4,30 x 2,00 m e 5,00 x 2,00 m.

Dalle informazioni rese note dal Consorzio di Bonifica Muzza, la Roggia Bertonica è caratterizzata da una portata nominale massima pari a circa 7.000 l/s. Questo valore è caratteristico del periodo tardo primaverile/estivo quando risulta maggiore la richiesta irrigua dei territori attraversati dal canale; viceversa nel periodo invernale, da Ottobre ad Aprile, sia la portata che conseguentemente i livelli caratteristici della Roggia presentano valori inferiori.

Ai fini della verifica dei livelli caratteristici lungo la Roggia Bertonica è possibile ipotizzare un funzionamento a moto uniforme e pendenza del fondo pari a circa 0,5 ‰.

La scabrezza caratteristica del corso d'acqua, secondo la formula di Strickler, viene ipotizzata pari a $30 \text{ m}^{1/3} \cdot \text{s}^{-1}$, valore indicativo dei corsi d'acqua che presentano sponde rivestite in pietrame sciolto.

In queste ipotesi, dal calcolo risulta che la portata nominale massima indicata per la Roggia Bertonica il cui valore è pari a circa 7.000 l/s, può essere convogliato a moto uniforme con un tirante d'acqua pari a circa 1,56 m rispetto al fondo.

Assumendo uno scenario assolutamente a favore di siccità, si può immaginare di sommare alla portata massima di cui sopra, il contributo massimo dell'area di intervento per precipitazioni con TR=50 anni. Questo valore ammonta a circa 350 l/s per l'effettiva area impermeabilizzata di progetto ed equivale a non considerare che con le soluzioni di progetto la portata è in realtà limitata a 20 l/s per ettaro di superficie impermeabilizzata sottesa; lo scenario assunto è possibile supporre che si verifichi quando si attivano gli sfiori dei manufatti di laminazione delle portate.



UNIVERSITÀ DEGLI STUDI DI MILANO
DIVISIONE PROGETTAZIONE E GESTIONE
DEL PATRIMONIO IMMOBILIARE



La portata totale ammonta quindi a circa 7.350 l/s, e viene convogliata dalla sezione trapezoidale della roggia Bertonica con un tirante idrico pari a circa 1,60 m, ovvero con un rialzo locale di circa 4 cm rispetto alla sezione media di calcolo di riferimento.

Secondo le ipotesi riportate poc'anzi, il valore massimo verosimile del livello d'acqua all'interno della Roggia Bertonica, nel tratto a cielo aperto all'interno dell'area di intervento, è pari a circa 1,60 m rispetto al fondo.

In corrispondenza del ponte pedonale al centro del lotto, l'intradosso a quota +78.20 garantisce un franco di sicurezza di 106 cm rispetto al livello massimo stimato di $75.54+1.60=+77.14$.

In corrispondenza del manufatto 600x250 cm da realizzare più a valle sul limite est del lotto, l'intradosso a quota +77.96 garantisce un franco di sicurezza di 90 cm rispetto al livello massimo stimato $75.46+1.60=+77.06$.



6 DIMENSIONAMENTO DEI VOLUMI DI LAMINAZIONE

Di seguito si riporta la tabella di verifica del volume disponibile all'interno delle tubazioni circolari per ciascun tronco.

Tabella riassuntiva del volume di invaso nelle tubazioni circolari DN 1.000 mm.

Verifica disponibilità di invaso				
		TRONCO 1	TRONCO 2	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	160	160	320
pendenza fondo	m/m	0,001	0,001	volume totale
D rete	m	1	1	
quota scorrimento fondo	m	76,90	76,90	
altezza iniziale	m	0,950	0,950	
grado di riempimento medio	%	87%	87%	
area liquida media	mq	0,73	0,73	
volume in condotta	mc	116,06	116,06	232,13

Verifica disponibilità di invaso					
		TRONCO 3	TRONCO 4	TRONCO 5	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	44	44	34	122
pendenza fondo	m/m	0,001	0,001	0,001	volume totale
D rete	m	0,50	0,50	0,50	
quota scorrimento fondo	m	77,375	77,375	77,375	
altezza iniziale	m	0,475	0,475	0,475	
grado di riempimento medio	%	91%	91%	92%	
area liquida media	mq	0,19	0,19	0,19	
volume in condotta	mc	8,19	8,19	6,38	22,76

Verifica disponibilità di invaso				L tot
		TRONCO 6	TRONCO 7	
lunghezza rete di pertinenza	ml	58	40	98
pendenza fondo	m/m	0,001	0,001	volume totale
D rete	m	1,00	1,00	
quota scorrimento fondo	m	77,02	77,04	
altezza iniziale	m	0,950	0,926	
grado di riempimento medio	%	92%	91%	
area liquida media	mq	0,76	0,74	
volume in condotta	mc	43,85	29,78	73,63



Verifica disponibilità di invaso		TRONCO 8	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	167	167
pendenza fondo	m/m	0,001	volume totale
D rete	m	1,00	
quota scorrimento fondo	m	77,02	
altezza iniziale	m	0,950	
grado di riempimento medio	%	87%	
area liquida media	mq	0,72	
volume in condotta	mc	120,00	

Verifica disponibilità di invaso		TRONCO 9	TRONCO 10	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	70	40	110
pendenza fondo	m/m	0,001	0,001	volume totale
D rete	m	0,50	0,50	
quota scorrimento fondo	m	77,495	77,511	
altezza iniziale	m	0,475	0,459	
grado di riempimento medio	%	88%	88%	
area liquida media	mq	0,18	0,18	
volume in condotta	mc	12,69	7,25	

Verifica disponibilità di invaso		TRONCO	L tot
lunghezza rete di pertinenza	ml	12	12
pendenza fondo	m/m	0,001	volume totale
D rete	m	1,00	
quota scorrimento fondo	m	76,40	
altezza iniziale	m	1,570	
grado di riempimento medio	%	156%	
area liquida media	mq	0,79	
volume in condotta	mc	9,42	

Tali tubi di diametro 50cm/100 cm, secondo la disposizione dettagliata nella planimetria allegata al presente, sono in grado di invasare un volume totale di circa $232,1+22,8+73,6+120+20+9,4=477,9$ mc.

La restante volumetria sarà garantita grazie alla realizzazione di un bacino di laminazione.

Il bacino di laminazione presenterà fondo e massimo tirante idrico posti rispettivamente a quota 77,04 m e 77,97 m; sarà caratterizzato da forma naturaliforme, nonostante sia rappresentato schematicamente di forma rettangolare in planimetria, avrà sponde con scarpa 1/3 ed occuperà una superficie di circa 905 mq.

Al fine di evitare l'immissione, all'interno del bacino di laminazione, di modeste portate sarà previsto un pozzetto scolmatore (pozzetto S). Tale pozzetto sarà, pertanto, dotato di soglia sfiorante per permettere l'invio nel bacino solamente delle portate provenienti dalle tubazioni



circolari DN 100 cm con livelli di transito superiori a 77,54 m. Poiché la presenza della soglia escluderebbe lo svuotamento del bacino nel momento in cui esso entra in funzione, risulta indispensabile dotare la soglia stessa di uno scarico di fondo circolare in PVC di diametro pari a 20 cm provvisto di valvola a clapet; risulta necessario e fondamentale provvedere alla sua periodica pulizia per mantenere la completa efficienza del sistema.

Tabella riassuntiva del volume di invaso nel bacino di laminazione.

VOLUME NEL BACINO DI LAMINAZIONE		
Quota media piano campagna	(m)	78,04
Quota fondo	(m)	77,04
Franco di sicurezza	(m)	0,07
Quota massimo invaso	(m)	77,97
Sponde	(-)	1/3
Altezza scavo	(m)	1,00
Tirante idrico	(m)	0,93
Sezione liquida media	(mq)	683,00
VOLUME TOTALE INVASATO	(mc)	635,10

Il manufatto di regolazione delle portate collocato in corrispondenza di ciascuno dei quattro scarichi, è dimensionato imponendo una portata massima da scaricare al ricettore pari a quella desunta imponendo all'effettiva superficie sottesa il coefficiente udometrico di 20 l/s per ha.

Il manufatto di regolazione sarà realizzato con un setto in calcestruzzo sul quale trova alloggio un pancone in acciaio forato sul fondo. La dimensione del foro delle luce a battente verrà calcolata mediante le equazioni della foronomia $Q = c_c \cdot A \cdot \sqrt{2gh}$ attribuendo al coefficiente di contrazione C_c un valore pari a 0,55. In questo modo il foro limitatore di portata garantirà il rispetto dei parametri prescritti dalla normativa di riferimento.

Nel caso in cui si verificassero successivi eventi di precipitazione particolarmente intensi e i volumi della rete fossero già completamente invasati o per portate relative a precipitazioni con tempi di ritorno superiori a quelli previsti, lo sfioro del manufatto di regolazione è in grado di smaltire efficientemente i maggiori contributi.

Si raccomanda la periodica pulizia del foro per mantenere la completa efficienza del sistema.

Il totale disponibile all'interno del lotto su cui sorgerà il Polo Universitario e della Ricerca di Lodi ammonta a $477,9+635,1=1.113$ mc sovrabbondante rispetto il volume richiesto di 965 mc.