

**PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO
IN RIFERIMENTO AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE N. 591/06**

**AREA VIA RIGAMONTI / VIA S. MAYER (INTERVENTO "A") ED
AREA VIA RONCACCIO (INTERVENTO "B") IN COMUNE DI TRADATE**

**RELAZIONE PRELIMINARE DEL PROGETTO
DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA
ai sensi del R.R. n. 7 del 23/11/2017 e s.m.i.**

Tradate, Febbraio 2020

**PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO
IN RIFERIMENTO AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE N. 591/06**

**AREA VIA RIGAMONTI / VIA S. MAYER (INTERVENTO "A") ED
AREA VIA RONCACCIO (INTERVENTO "B") IN COMUNE DI TRADATE**

**RELAZIONE PRELIMINARE DEL PROGETTO
DI INVARIANZA IDRAULICA ED IDROLOGICA
ai sensi del R.R. n. 7 del 23/11/2017 e s.m.i.**

Sommario

1. RIFERIMENTO NORMATIVO E PREMESSA	3
2. DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI INTERVENTO PROGETTUALE.....	4
2.1 DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	4
2.2 CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO AI FINI DELL'INVARIANZA	7
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI PROGETTO.....	9
3.1 GEOLOGIA.....	9
3.2 IDROGEOLOGIA.....	10
4. CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO.....	12
5. DIMENSIONAMENTO DEGLI INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA	14
5.1 PREMESSA	14
5.2 STIMA DEL COEFFICIENTE DI AFFLUSSO DEL SITO IN PROGETTO.....	14
5.3 STIMA DEL MASSIMO VOLUME DI INVASO CON I REQUISITI MINIMI	16
5.4 STIMA DEL MASSIMO VOLUME DI INVASO CON IL METODO DELLE SOLE PIOGGE	16
5.5 CALCOLO DEL TEMPO DI SVUOTAMENTO DELL'INVASO TEORICO.....	21
6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA.....	22
6.1 AREA INTERVENTO "A"	22
6.2 AREA INTERVENTO "B"	24
7. PRINCIPI DI MANUTENZIONE.....	27

Allegati:

- All. 1** Calcolo della curva segnalatrice di probabilità pluviometrica (1 – 24 ore).
- All. 2** Metodo delle sole piogge

Tavole:

- Tav. 1a** Individuazione delle superfici scolanti "intervento A"
- Tav. 1b** Drenaggio acque pluviali e ubicazione opere di invarianza idraulica "intervento A"
- Tav. 2a** Individuazione delle superfici scolanti "intervento B"
- Tav. 2b** Drenaggio acque pluviali e ubicazione opere di invarianza idraulica "intervento B"

1. RIFERIMENTO NORMATIVO E PREMESSA

A seguito dell'entrata in vigore del Regolamento Regionale n. 7 del 23/11/2017, e come confermato dal Regolamento Regionale n. 8 del 24/04/2019 che lo ha modificato e integrato, tutti gli interventi di nuova costruzione sono tenuti all'applicazione dei principi di invarianza idraulica ed idrologica.

Per i Programmi Integrati di Intervento (P.I.I.), la modalità con cui si intende conseguire tali principi va valutata già in fase di pianificazione, pertanto la presente relazione preliminare del "progetto di invarianza idraulica ed idrologica" tratta di tutto l'ambito del P.I.I. oggetto di valutazione.

La successiva progettazione dei singoli lotti di intervento dovrà quindi comprendere anche il "progetto di invarianza idraulica e idrologica", redatto conformemente alle disposizioni dell'Art. 10 del regolamento.

2. DEFINIZIONE DELLA CLASSE DI INTERVENTO PROGETTUALE

2.1 Descrizione dell'intervento

Il Programma Integrato di Intervento (P.I.I.) in oggetto si colloca nel Comune di Tradate, in Via Rigamonti/Via Mayer e in Via Roncaccio.



Il suddetto P.I.I. è suddiviso in 3 porzioni: una corrisponde ad un'area boscata da cedere, sulla quale non sono previsti interventi, mentre sulle altre due sono previsti:

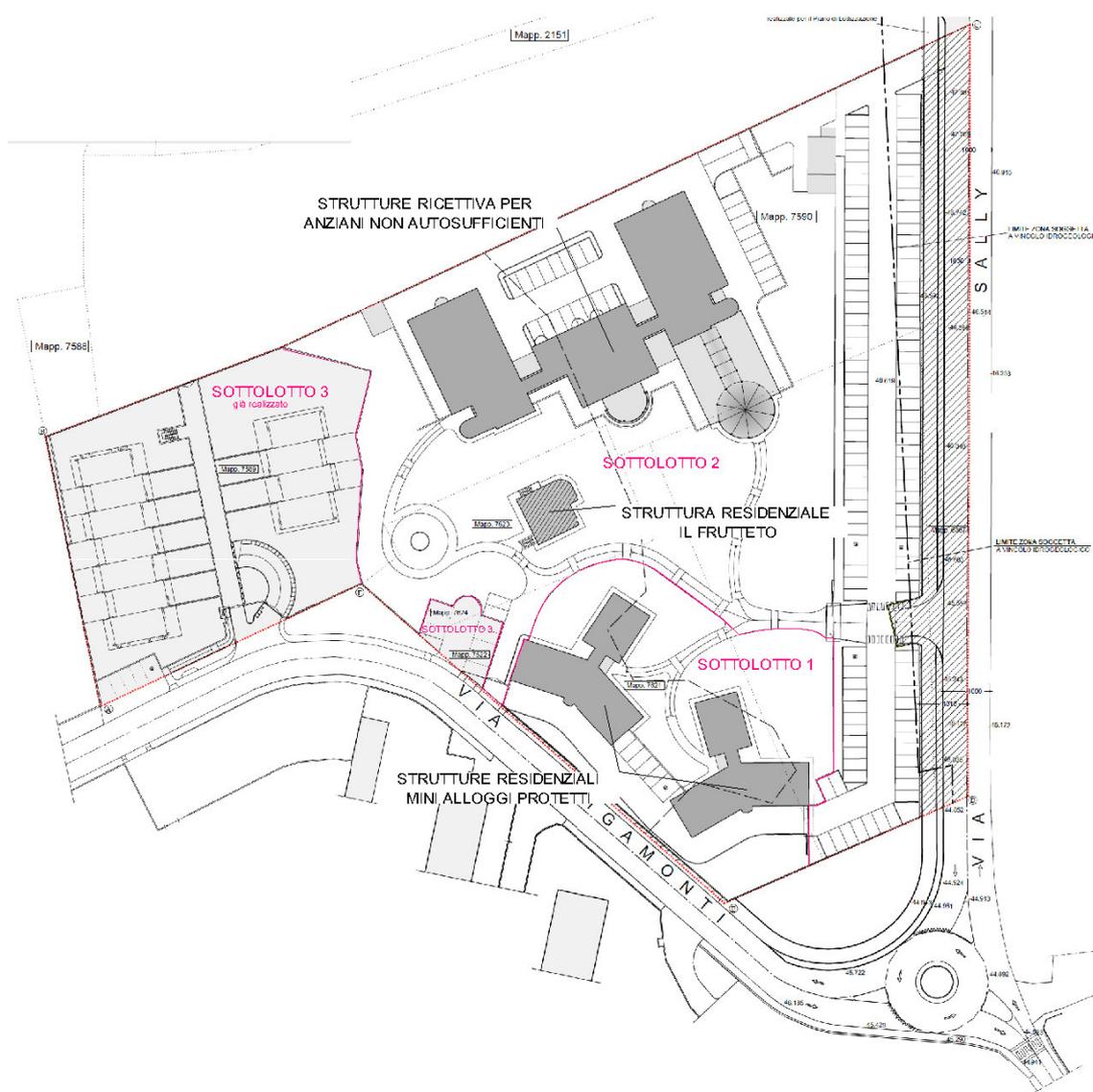
- la realizzazione di alcune strutture di tipo residenziale e socio-assistenziale sull'area posta tra Via Rigamonti e Via Mayer (intervento A).
- la demolizione dell'edificio sito in Via Roncaccio e realizzazione sull'area di un nuovo parcheggio ad uso pubblico con contestuale allargamento e sistemazione stradale (intervento B)

L'area dell'intervento A risulta a sua volta suddivisa in 2 sotto-lotti (il sottolotto 3

è infatti già completato e pertanto escluso dalle valutazioni del presente studio).

1. Nel sotto-lotto 1 è prevista la realizzazione di 2 strutture residenziali di n. 18 unità residenziali, con n. 46 posti letto complessivi, di cui 16 mini-alloggi e n. 2 C.A.S.A. (Comunità Alloggio Sociale Anziani), destinate ad accogliere anziani autosufficienti.
2. Nel sotto-lotto 2 è prevista la realizzazione di una struttura ricettiva per anziani non autosufficienti, per un totale complessivo di 96 posti letto, e la ristrutturazione dell'edificio esistente, denominato "il Frutteto", n. 2 alloggi al servizio dell'intero quartiere.

Nelle figure seguenti si riportano le planimetrie generali degli interventi A e B.



INTERVENTO "A"



INTERVENTO "B"

Ai fini delle valutazioni specifiche del presente documento di invarianza idraulica ed idrologica, si sono considerate esclusivamente le superfici interessate da intervento, quindi quelle degli interventi A e B, stralciandone le parti non modificate (area a verde mappale 453 intervento B) o già realizzate (pista ciclopedonale e tratto stradale di via Mayer).

La superficie totale dell'intervento è pertanto di **15.776 mq**, così ripartiti:

P.I.I.		15.776 mq	
Intervento A		15.239 mq	97%
di cui:			

	Sottolotto 1	3.284 mq	21%
	Sottolotto 2	8.875 mq	55%
	Parcheggio esterno	3.080 mq	21%
INTERVENTO B		537 mq	3%

2.2 Classificazione dell'intervento ai fini dell'invarianza

Il Comune di Tradate risulta tra quelli del territorio lombardo classificati in zona a criticità idraulica A, ovvero ad alta criticità idraulica.

Ai sensi dell'Art. 2 comma 5 del R.R. le misure di invarianza idraulica e idrologica si applicano alla sola superficie interessata dall'intervento comportante una riduzione della permeabilità del suolo rispetto alla sua condizione preesistente all'urbanizzazione. Tale superficie complessiva è di circa **15.776 mq**.

In base ai dati sopra riportati e facendo riferimento alla Tabella 1 (Art.9, R.R. 7/2017, così come modificata nel R.R. 8/2019), la modalità di calcolo dei volumi di acque pluviali da gestire per il rispetto del principio di invarianza idraulica e idrologica, dipende dal coefficiente di deflusso medio ponderale che, risultando superiore a 0,4 richiederebbe la **procedura dettagliata**, di cui all'Art. 11, del R.R. 7/2017 e s.m.i.

CLASSE DI INTERVENTO		SUPERFICIE INTERESSATA DALL'INTERVENTO	COEFFICIENTE DEFLUSSO MEDIO PONDERALE	MODALITÀ DI CALCOLO	
				AMBITI TERRITORIALI (articolo 7)	
				Aree A, B	Aree C
0	Impermeabilizzazione potenziale qualsiasi	≤ 0,03 ha (≤ 300 mq)	qualsiasi	Requisiti minimi articolo 12 comma 1	
1	Impermeabilizzazione potenziale bassa	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 mq a ≤ 1.000 mq)	≤ 0,4	Requisiti minimi articolo 12 comma 2	
2	Impermeabilizzazione potenziale media	da > 0,03 a ≤ 0,1 ha (da > 300 a ≤ 1.000 mq)	> 0,4	Metodo delle sole piogge (vedi articolo 11 e allegato G)	Requisiti minimi articolo 12 comma 2
		da > 0,1 a ≤ 1 ha (da > 1.000 a ≤ 10.000 mq)	qualsiasi		
		da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	≤ 0,4		
3	Impermeabilizzazione potenziale alta	da > 1 a ≤ 10 ha (da > 10.000 a ≤ 100.000 mq)	> 0,4	Procedura dettagliata (vedi articolo 11 e allegato G)	
		> 10 ha (> 100.000 mq)	qualsiasi		

Tab.1, art.9 R.R. 7/2017 mod. R.R. 8/2019

Va tuttavia precisato che, in virtù del fatto che la superficie fondiaria sarà suddivisa in lotti e che questi costituiranno verosimilmente bacini differenti, i singoli lotti verranno considerati separatamente e con soluzioni tecniche indipendenti fra loro.

Per questo motivo, su ciascun lotto risulta trascurabile l'effetto della trasformazione afflussi-deflussi operata dal bacino e dalla rete drenante afferente all'invaso. In considerazione di ciò e dell'estensione delle superfici coperte, per il calcolo del massimo volume di invasore è stato scelto il metodo delle **sole piogge** di cui all'Art. 11 del R.R. 7/2017 e s.m.i.

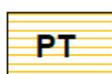
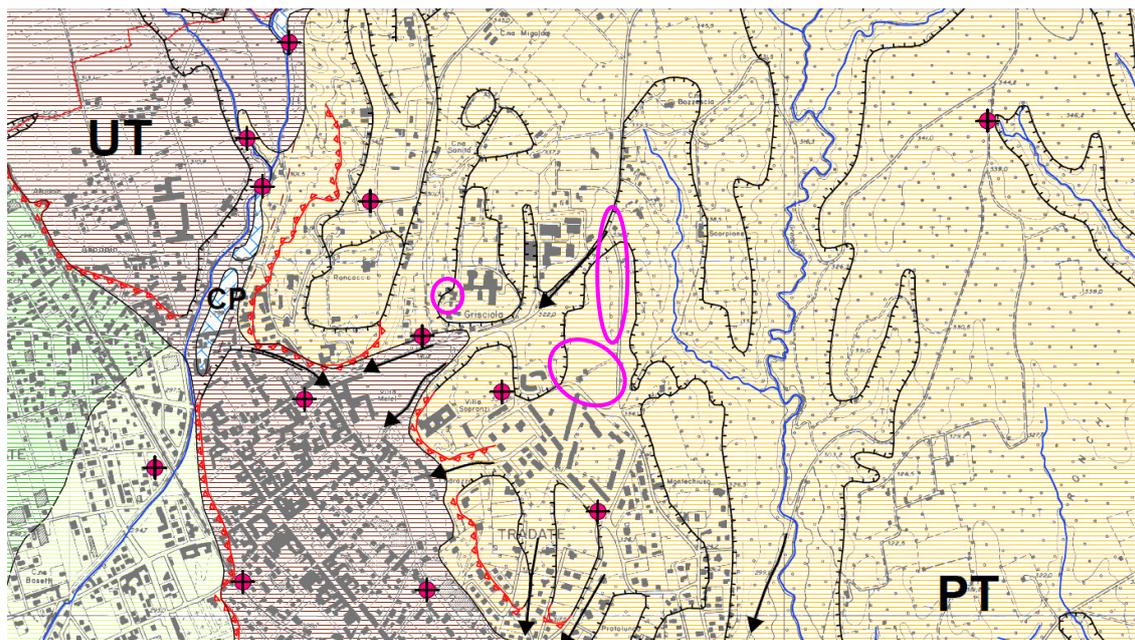
3. INQUADRAMENTO TERRITORIALE DELL'AREA DI PROGETTO

3.1 Geologia

L'area del piano integrato di intervento si trova nel territorio del comune di Tradate, al limite del centro abitato verso il Parco Pineta di Appiano Gentile – Tradate, ad una quota media pari a circa 338 m s.l.m.

I caratteri geologici sono riconducibili alla presenza di depositi fluvio-glaciali quaternari derivanti dall'attività deposizionale degli scaricatori glaciali degli anfiteatri morenici.

Dall'analisi della tavola *Geologia e geomorfologia* contenuta nella componente geologica del P.G.T. si osserva che l'area di interesse si colloca nella zona di pianalto a ferretto dell'area della Pineta di Tradate – Appiano Gentile che costituisce l'area altimetricamente più rilevata nel territorio comunale di Tradate.



*Unità della pineta di Tradate - Appiano Gentile
- assimilata all'Allogruppo del Bozzente
(Glaciale e fluvio-glaciale Mindel A.A.)*

Depositi glaciali (diamicton) e fluvio-glaciali (ghiaie grossolane in matrice sabbiosa) con sequenze sommitali fini (loess, colluvi, paleosuoli) profondamente alterati e ferrettizzati nella porzione sommitale (2 - 5 m); strutture originali non riconoscibili.

Estratto della tavola della componente geologica del PGT
Geologia e geomorfologia

Nell'area si riscontrano litologie fluvioglaciali (ghiaie grossolane in matrice sabbiosa, talvolta a supporto clastico) e glaciali (diamicton) molto alterate ed arrossate, ricoperte da sequenze sommitali fini (loess, suoli, colluvi) spesse 1 – 3 metri.

Elemento caratterizzante tale unità è il notevole grado di alterazione che ha omogeneizzato il sedimento rendendo difficile l'identificazione delle facies (ferretto).

Si rileva la locale presenza di cavità generate dallo scorrimento delle acque di infiltrazione lungo vie preferenziali ("occhi pollini") di diametro anche metrico.

Il drenaggio delle acque è mediocre: la permeabilità molto bassa di questi depositi determina in occasione di eventi meteorici ristagni d'acqua sul piano campagna nelle aree depresse.

Nel primo sottosuolo si rilevano problematiche relative alla circolazione delle acque con venute d'acqua localmente abbondanti a circa 150-200 cm di profondità.

3.2 Idrogeologia

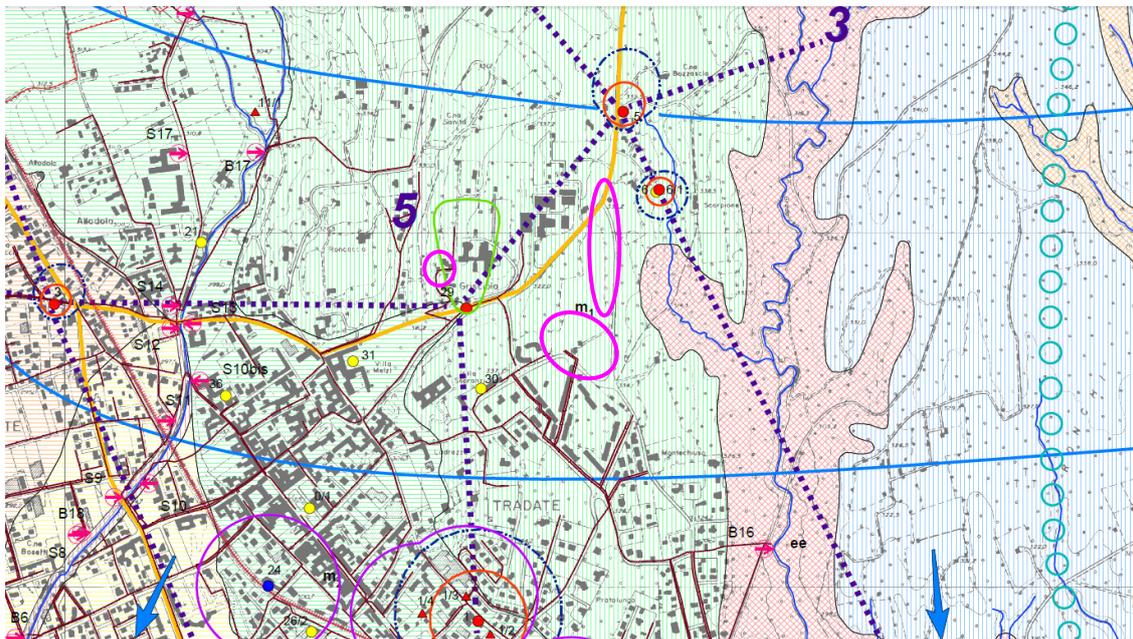
Le caratteristiche idrogeologiche del territorio comunale di Tradate sono riferibili essenzialmente ad acquiferi sviluppati nelle formazioni geologiche quaternarie che raccolgono gli apporti idrici provenienti da monte e dall'infiltrazione delle acque meteoriche nelle unità maggiormente permeabili.

La morfologia della superficie piezometrica indica che nell'area in esame le direzioni del flusso idrico sotterraneo hanno orientazione generale N-S. Il gradiente idraulico medio della falda è dell'ordine del 1% in diminuzione fino a circa lo 0,8% nel settore S. La soggiacenza della falda idrica è superiore a 50 metri (vedi figura a pagina seguente).

Il primo acquifero, inoltre, è protetto da strati superficiali a bassa permeabilità, come indicato nella sezione alle pagine seguenti.

Gli interventi previsti sull'area di interesse sono pertanto privi di qualsiasi relazione con la falda idrica sotterranea.

Non è tuttavia da escludere la presenza di falde sospese, localmente abbondanti, a circa 150-200 cm di profondità, che costituiscono la circolazione idrica locale nei depositi a bassa permeabilità.



GRADO DI PERMEABILITA' DEI TERRENI SUPERFICIALI				GRADO DI VULNERABILITA'					CARATTERISTICHE DELL'ACQUIFERO	
A	M	B	BB	ee	e	a	m	b		bb
		X					m1			Acquifero di tipo libero in materiali alluvionali <u>parzialmente</u> <u>protetto in superficie</u> da depositi discontinui prevalentemente fini di <u>spessore superiore a 5 m.</u> Soggiacenza della falda superiore a 35 m.

Estratto della tavola della componente geologica del PGT
Idrogeologia, piezometria e vulnerabilità degli acquiferi

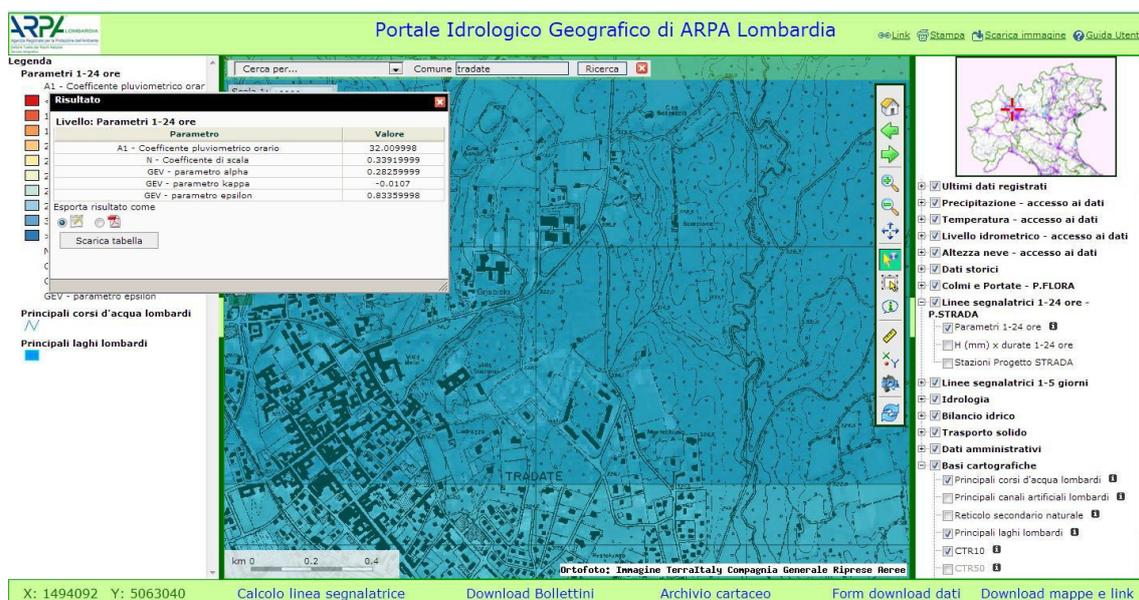
4. CALCOLO DELLE PRECIPITAZIONI DI PROGETTO

La determinazione dei parametri delle curve di possibilità pluviometrica è stata effettuata con riferimento al sito www.idro.arpalombardia.it ove è presente una fitta mappatura dei parametri per le linee segnalatrici di possibilità pluviometrica di durata variabile.

Nel caso specifico si è fatto riferimento a piogge di durata compresa tra 1 e 24 ore ed i parametri della curva di possibilità pluviometrica risultanti sono i seguenti:

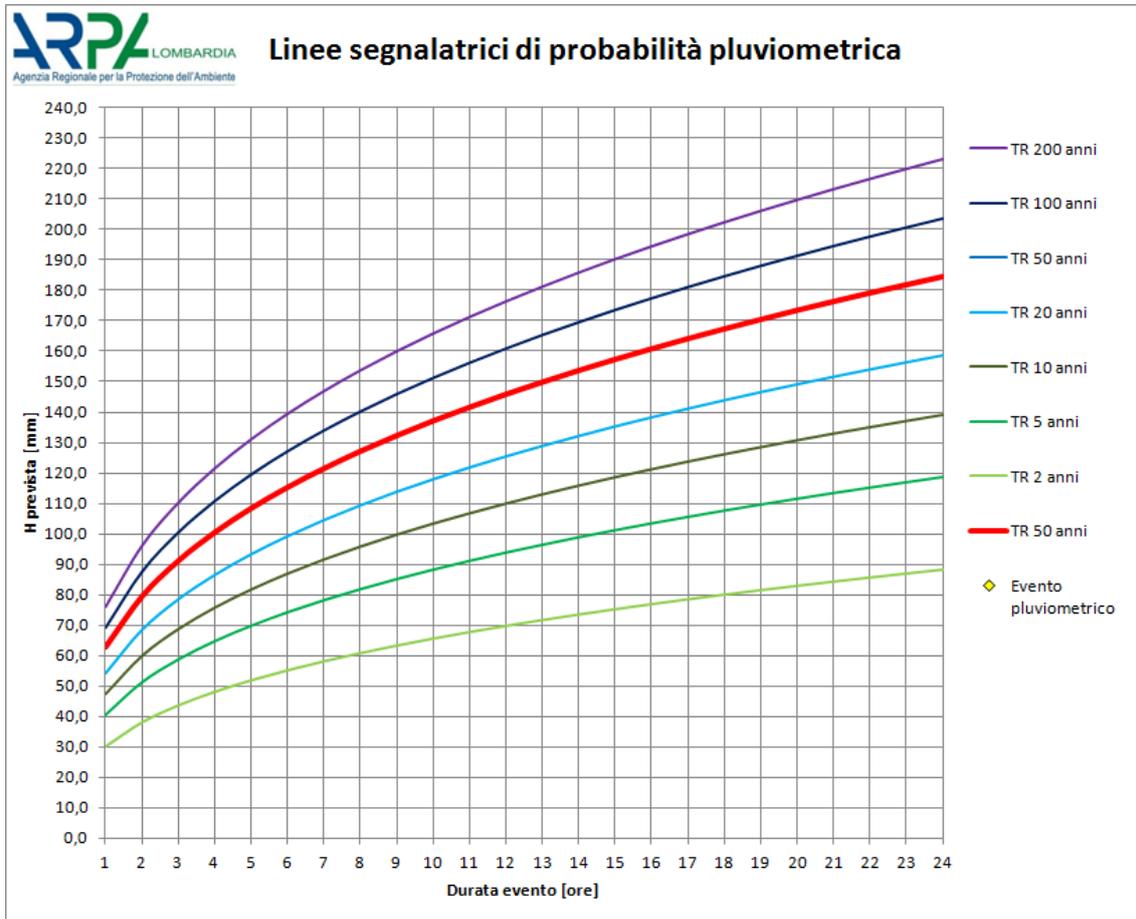
$$a_1 = 32,01 \quad n = 0,3392$$

Tali parametri caratteristici delle curve di possibilità pluviometrica riportati da ARPA Lombardia si riferiscono generalmente a durate di pioggia maggiori dell'ora. Per durate inferiori per il parametro n si utilizzerà il valore $n = 0,5$ in aderenza agli standard suggeriti dalla letteratura tecnica idrologica.



Il fattore di crescita w_T che si determina per un evento con tempo di ritorno cinquantennale è pari a (vedi **All. 2**):

$$W_T = 1,960$$



5. DIMENSIONAMENTO DEGLI INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA

5.1 Premessa

La trattazione fin qui svolta, in ottemperanza a quanto previsto dal R.R. 7/2017 s.m.i., pone le basi per il dimensionamento del volume di invaso delle acque pluviali da laminare. Il regolamento assume infatti che tali acque siano da scaricare in un collettore o in un corpo idrico superficiale nel rispetto della portata limite oppure da disperdere nel sottosuolo tramite appositi sistemi quali pozzi, trincee o vasche disperdenti.

Dato che l'area del P.I.I è posta in un contesto geologico che non favorisce l'infiltrazione delle acque nel sottosuolo, la soluzione progettuale che si è considerata fa ricorso a scarico nei collettori fognari, con la portata limitata imposta dai requisiti del regolamento e previa laminazione dei volumi idrici generati dalle superfici impermeabili.

Nei paragrafi seguenti viene descritta e analizzata questa soluzione distintamente per le aree di intervento "A" e "B".

5.2 Stima del coefficiente di afflusso del sito in progetto

Con riferimento ai contenuti dell'Art. 11, comma 2 lett. d) si è proceduto alla determinazione del coefficiente di afflusso medio ponderale del sito in progetto sulla base delle superfici impermeabili e di quelle a destinate verde.

Ai fini del calcolo degli afflussi di acque pluviali secondo l'Art. 5 del R.R. 7/2017 e s.m.i., le superfici in oggetto sono state così considerate:

- superfici "impermeabili": coperture, scale esterne, muretti e cordoli;
- superfici "semi-permeabili": superfici calpestabili intorno ai fabbricati, vialetti, corselli interni alla recinzione, spazi di manovra dei parcheggi;
- superfici "permeabili": aree a verde, aiuole, posti auto in "green block".

Tali scelte, soprattutto per quanto riguarda le superfici di verde, considerate come collettate, è a favore di sicurezza.

Di seguito vengono riportate le tabelle con le superfici scolanti di progetto, suddivise tra i diversi interventi e sottolotti.

INTERVENTO A – Sottolotto 1		
Sup. totale:	3.284 mq	
Sup. "impermeabile" ($\phi = 1$)	841 mq	841
Sup. "semi-permeabile" ($\phi = 0,7$)	757 mq	529
Sup. "permeabile" ($\phi = 0,3$)	1.686 mq	506
Sup. scolante impermeabile		1.876 mq
Coeff. deflusso medio ponderale (ϕ)	0,57	

INTERVENTO A – Sottolotto 2		
Sup. totale:	8.875 mq	
Sup. "impermeabile" ($\phi = 1$)	2.126 mq	2.126 mq
Sup. "semi-permeabile" ($\phi = 0,7$)	2.198 mq	1.537 mq
Sup. "permeabile" ($\phi = 0,3$)	4.551 mq	1.365 mq
Sup. scolante impermeabile		5.030 mq
Coeff. deflusso medio ponderale (ϕ)	0,57	

INTERVENTO A – Parcheggio esterno		
Sup. totale:	3.080 mq	
Sup. "impermeabile" ($\phi = 1$)	0 mq	0 mq
Sup. "semi-permeabile" ($\phi = 0,7$)	1.188 mq	832 mq
Sup. "permeabile" ($\phi = 0,3$)	1.891 mq	567 mq
Sup. scolante impermeabile		1.399 mq
Coeff. deflusso medio ponderale (ϕ)	0,45	

INTERVENTO B		
Sup. totale:	537 mq	
Sup. "impermeabile" ($\phi = 1$)	20 mq	20 mq
Sup. "semi-permeabile" ($\phi = 0,7$)	399 mq	279 ,5mq
Sup. "permeabile" ($\phi = 0,3$)	118 mq	35,5 mq
Sup. scolante impermeabile		335 mq
Coeff. deflusso medio ponderale (ϕ)	0,62	

5.3 Stima del massimo volume di invaso con i requisiti minimi

La determinazione dei requisiti minimi previsti all'Art.12 per gli interventi ricadenti nelle aree A ad alta criticità idraulica conduce al seguente volume minimo di laminazione, rapportato alla superficie scolante impermeabile calcolata in precedenza.

Intervento A Sottolotto 1:	1.876 mq	=	0,188 ha	x 800 mc/ha	=	150 mc
Intervento A Sottolotto 2:	5.030 mq	=	0,503 ha	x 800 mc/ha	=	402 mc
Intervento A Parcheggio esterno:	1.399 mq	=	0,140 ha	x 800 mc/ha	=	112 mc
Intervento B:	335 mq	=	0,034 ha	x 800 mc/ha	=	27 mc

5.4 Stima del massimo volume di invaso con il metodo delle sole piogge

Nel seguente paragrafo verrà determinato il massimo volume di invaso per l'area di intervento A.

Sulla base di quanto indicato al **Par. 2.2**, per la determinazione del massimo volume di invaso è stato scelto di applicare il metodo delle sole piogge ai singoli sotto lotti e al parcheggio esterno alla recinzione.

Il metodo si basa sull'assunzione che l'onda entrante nell'invaso di laminazione sia un'onda rettangolare di durata D e portata costante Q_e , pari al prodotto

dell'intensità media di pioggia, dedotta dalla curva di possibilità pluviometrica valida per l'area oggetto di calcolo, per la superficie scolante impermeabile interessata dall'intervento afferente all'invaso.

Conseguentemente l'onda entrante nell'invaso coincide con la precipitazione piovosa sulla superficie scolante impermeabile dell'intervento.

La portata costante entrante è quindi pari a:

$$Q_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^{n-1}$$

e il volume di pioggia complessivamente entrante è pari a:

$$W_e = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D^n$$

in cui S è la superficie scolante del bacino complessivamente afferente all'invaso; φ è il coefficiente di deflusso medio ponderale; $S\varphi$ è la superficie scolante impermeabile dell'intervento; D è la durata di pioggia; a ed n sono i parametri della curva di possibilità pluviometrica.

Come precedentemente definito, la superficie scolante impermeabile relativa ai singoli sotto bacini è pari a (vedi **Par. 5.2**):

Intervento A – Sottolotto 1:	3.284 mq	x 0,57 =	1.876 mq
Intervento A – Sottolotto 2:	8.875 mq	x 0,57 =	5.030 mq
Intervento A – Parcheggio esterno:	3.080 mq	x 0,45 =	1.399 mq
Intervento B:	537 mq	x 0,62 =	335 mq

L'onda uscente $Q_{u(t)}$ è anch'essa un'onda rettangolare caratterizzata da una portata costante $Q_{u,lim}$ (laminazione ottimale) e commisurata in questo caso ai limiti previsti per un corpo ricettore (fognatura o corso d'acqua). Il volume complessivamente uscito nel corso della durata D dell'evento è:

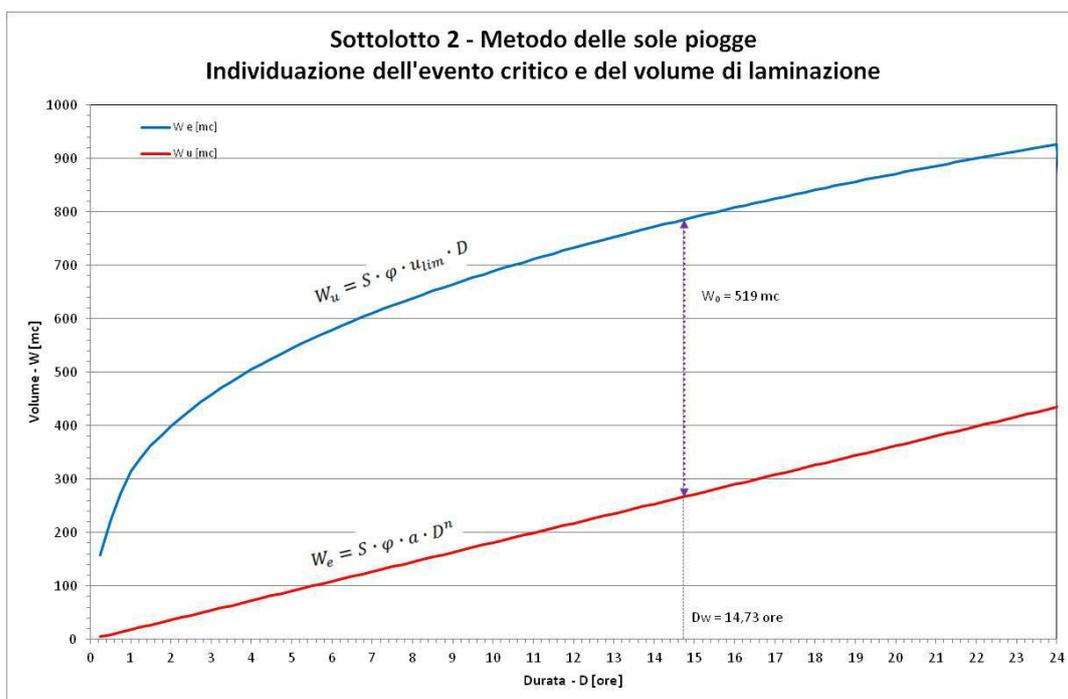
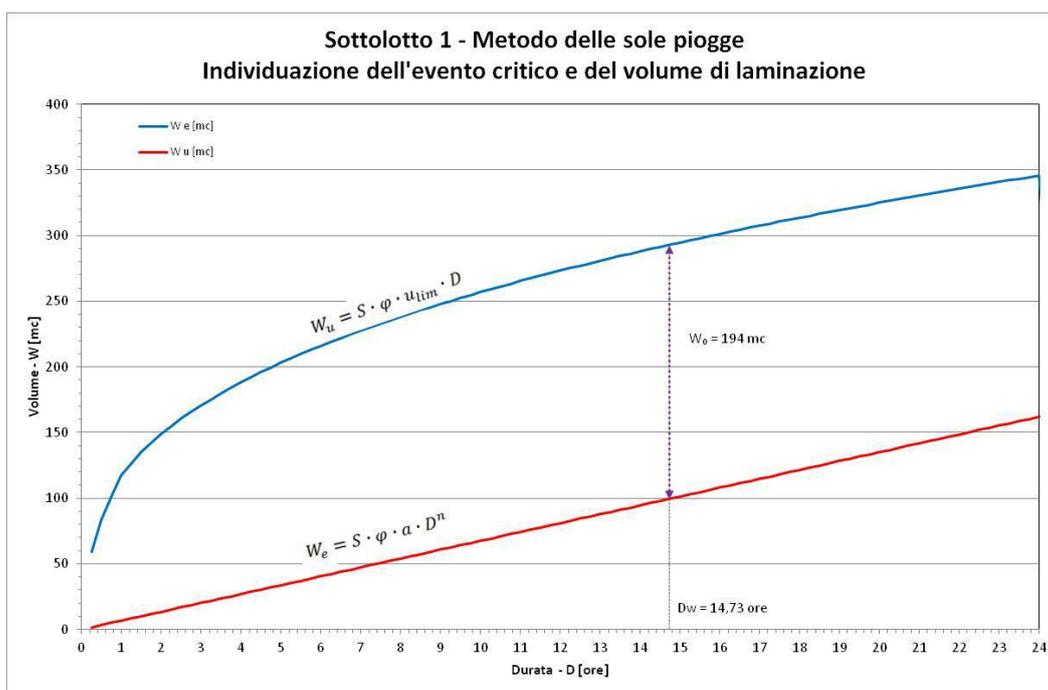
$$W_u = S \cdot \varphi \cdot u_{lim} \cdot D$$

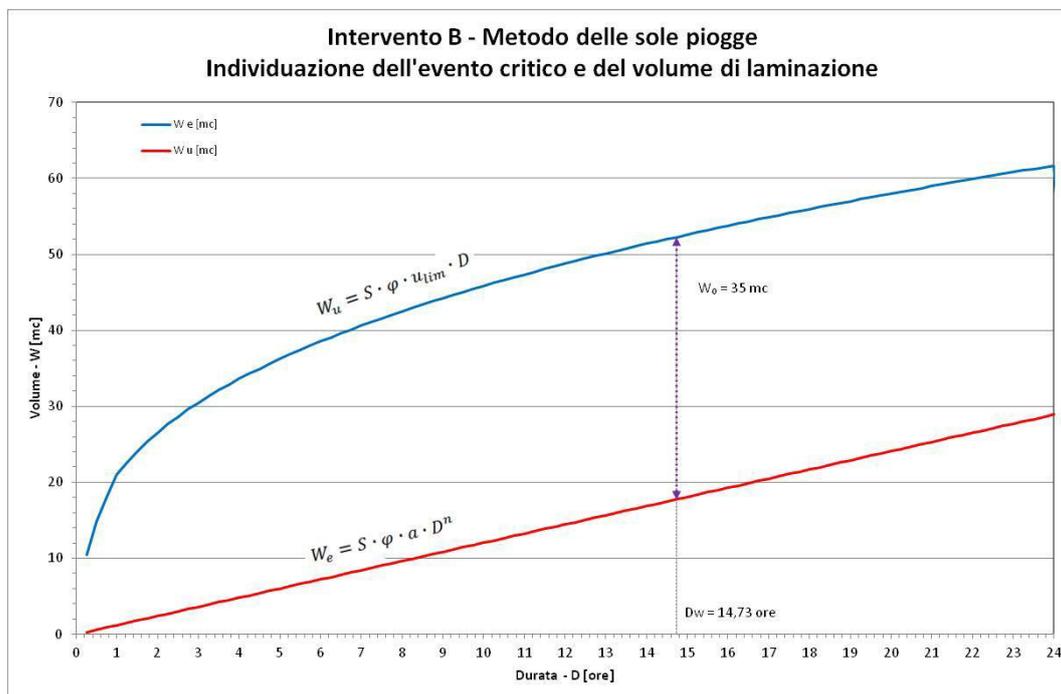
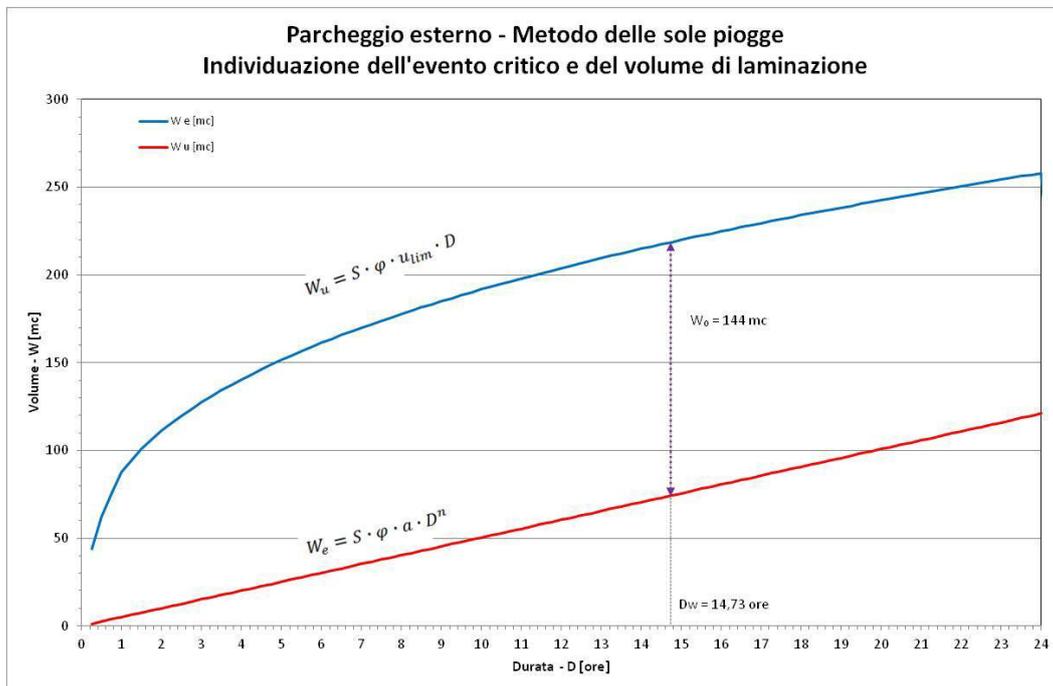
dove u_{lim} è la portata specifica limite ammissibile allo scarico, che nel presente caso è pari a **10 l/s ha** (Art. 8 R.R. 7/2017 s.m.i.).

Sulla base di tali ipotesi semplificative il volume di laminazione è dato, per ogni durata di pioggia considerata, dalla differenza tra i volumi dell'onda entrante e dell'onda uscente calcolati al termine della durata di pioggia.

Conseguentemente, il volume di massimo invaso è pari al volume critico di laminazione, cioè quello calcolato per l'evento di durata critica che rende massimo il volume di laminazione.

Nelle figure seguenti sono illustrati graficamente i volumi in entrata e in uscita dal sistema, calcolati come sopra.





La durata critica D_w e il volume di invaso da laminare W_0 per l'evento meteorico di durata critica sono espressi dalle seguenti formule:

$$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$$

$$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,max} \cdot D_w$$

Applicando il metodo di calcolo sono stati determinati i seguenti valori dei parametri D_w e W_0 validi per i singoli sottobacini:

	Durata critica D_w	Volume di invaso da laminare W_0	Volumi minimi Art. 12 R.R. 7/2017 s.m.i.
Intervento A Sottolotto 1	14,73 ore	194 mc	150 mc
Intervento A Sottolotto 2	14,73 ore	519 mc	402 mc
Intervento A Parcheggio esterno	14,73 ore	144 mc	112 mc
Intervento B	14,73 ore	35 mc	27 mc

Se confrontati con i minimi calcolati al **Par. 5.2**, tali valori risultano superiori, quindi da assumere come validi.

Rapportando il volume da laminare W_0 alle rispettive superfici scolanti impermeabili $S\varphi$ si determina il volume specifico di invaso w_0 :

$$w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \varphi}$$

Per il caso in esame il volume specifico di invaso è pari a **1.032 mc/ha**, più alto del minimo di 800 mc/ha.

I fogli di calcolo completi sono riportati in **AII. 2**.

L'individuazione dei volumi di laminazione così calcolati è descritta nel successivo **Cap. 6**, con scelte progettuali specifiche per l'intervento A e l'intervento B.

5.5 Calcolo del tempo di svuotamento dell'invaso teorico

Uno dei requisiti richiesti agli invasi deputati alla laminazione degli eventi meteorici è che siano in grado di essere nuovamente efficienti dopo 48 ore, e quindi in grado di ricevere una nuova sollecitazione meteorica di pari intensità.

Nel caso specifico, la portata scaricata in fognatura è pari a 10 l/s. I volumi di progetto calcolati verrebbero smaltiti in un tempo pari a:

Intervento A Sottolotto 1	194 mc	=	194.000 l	÷	10 l/s	=	5,39 ore
Intervento A Sottolotto 2	519 mc	=	519.000 l	÷	10 l/s	=	14,62 ore
Intervento A Parcheggio esterno	144 mc	=	144.000 l	÷	10 l/s	=	4,00 ore
Totale intervento A							23,08 ore
Intervento B	35 mc	=	35.000 l	÷	10 l/s	=	0,97 ore

Ciò rispetta ampiamente quanto richiesto dal regolamento, che prevede, il ripristino della capacità volumetrica di progetto entro 48 ore dal termine dell'evento meteorico.

6. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DI INVARIANZA IDRAULICA

6.1 Area intervento "A"

Per l'area di intervento "A" i volumi di laminazione saranno garantiti da interventi combinati fra loro in grado di assolvere i principi di invarianza idraulica con un minimo ricorso ad opere vere e proprie, evitando inoltre il più possibile il ricorso ad impianti meccanizzati.

Per l'area a parcheggio lungo Via Mayer, il volume di 144 mc verrà garantito tenendo il piano degli stalli auto ribassato di 5 cm rispetto al piano del corsello.

Gli stalli auto (superficie complessiva pari a 1485 mq), la cui pavimentazione è prevista con autobloccanti permeabili aperti tipo "greenblock", saranno inoltre provvisti di un sottofondo ghiaioso di spessore pari ad almeno 15 cm.



Tale dimensionamento consentirà di trattenere in totale 148 mc, con una distribuzione areale tale da favorire il drenaggio di tali acque negli strati superficiali del suolo sottostante.

Per le aree dei Sottolotti 1 e 2 (al netto del parcheggio di cui si è già trattato), verrà massimizzata la funzione di laminazione offerta dal modellamento delle aree verdi tra i fabbricati. Non si tratterà di bacini tipo "laghetti", bensì di depressioni altimetriche con copertura a prato per le quali è previsto l'occasionale allagamento in occasione delle precipitazioni di maggiore intensità.

Il fondo delle zone più depresse altimetricamente potrà essere mascherato da zone a cespugli o bacinietti con ciottolame di fiume al fine di ridurre la percezione di pozze idriche incontrollate.



Sulle superfici disponibili si prevede pertanto la formazione di dolci depressioni (angoli di circa 15°) per un dislivello massimo di 50 cm sul cui fondo vengono poste caditoie di raccolta delle acque che, con opportuna regolazione della portata verranno poi scaricate nei ricettori esterni.



Dei 713 mc necessari a conseguire i principi di invarianza idraulica ed idrologica (Sottolotti 1 e 2), almeno 577 mc sarebbero garantiti dalle suddette depressioni altimetriche. I volumi aggiuntivi verranno integrati mediante sistemi di laminazione da posare nel sottosuolo e che possono anche avere funzione disperdente o parzialmente disperdente.

Si provvederà pertanto ad integrare i volumi offerti dalle depressioni altimetriche sopra descritte con sistemi di laminazione prodotti da accostamento di pozzi disperdenti in calcestruzzo prefabbricato o, più adeguatamente, con sistemi più attuali, funzionali ed economici, mediante serbatoi costituiti con elementi modulari tipo "rigofill".



Il dimensionamento e la distribuzione di tali volumi è rinviata alla fase di progettazione di dettaglio che comunque dovrà garantire un volume complessivo di circa 136 mc e pertanto di modesto impatto.

Lo scarico da tali volumi di laminazione avverrà ai recettori fognari di Via Mayer e di Via Rigamonti, con portata limitata da specifici manufatti di regolazione che garantiranno il rispetto della portata limite ammissibile calcolata.

6.2 Area intervento "B"

Per l'area a parcheggio di Via Roncaccio, il volume di 35 mc verrà in parte garantito tenendo il piano degli stalli auto ribassato di 5 cm rispetto al piano del corsello.

In questo caso gli elementi autobloccanti degli stalli auto non sono previsti di

tipo permeabile aperto e pertanto dovranno avere adeguata pendenza verso il fondo ed essere provvisti di canalette grigliate o speciali cordoli/canaletta.

Data la superficie di 210 mq, gli stalli garantiranno circa 10,5 mc di laminazione.



La restante quota di laminazione sarà invece garantita creando un volume di allagamento/drenaggio utile al di sotto dell'aiuola prevista sul lato ovest del parcheggio.

Realizzando una generosa trincea drenante si garantiranno i 24,5 mc necessari mediante un riporto di ghiaia per uno spessore di almeno 1,5 m sottostante lo strato finale di terreno vegetale utile alla piantumazione dell'aiuola.





Da tale presidio è previsto quindi uno scarico ad una cameretta della fognatura di Via Roncaccio con portata limitata da specifico manufatto di regolazione che garantirà il rispetto della portata limite ammissibile calcolata.

7. PRINCIPI DI MANUTENZIONE

Trattandosi di gestione di acque meteoriche ricadenti su superficie controllate, pulite e mantenute, non si richiedono particolari attività di conduzione e manutenzione per le opere idrauliche previste per conseguire i principi di invarianza idraulica del P.I.I. oggetto della presente relazione.

Andranno comunque previsti, secondo la prassi e le buone regole gestionali, controlli con cadenza semestrale che non si formino accumuli di materiali fini nelle caditoie e nei pozzetti di ispezione.

Se del caso, ogni accumulo andrà rimosso per non compromettere l'efficienza e la funzionalità di tali opere.

Per le caditoie poste nelle aree verdi è di fondamentale importanza la stagionale rimozione del fogliame che può ostruire le griglie.

Per quanto attiene le tubazioni di scarico e i volumi di laminazione sotterranei, pur valendo la premessa sopra indicata, sono raccomandabili ispezioni ed eventuali interventi straordinari di pulizia accedendovi dai pozzetti con tubo a getto di acqua ad alta pressione.

Si tratterebbe di interventi una tantum di lavaggio con attrezzatura di cui sono dotati gli operatori di Autospurghi. Si accede infatti con tubazione flessibile terminante con un ugello in grado di spingersi in avanti sotto la spinta di un getto ad alta pressione; l'ugello avanza lungo la condotta e quando viene recuperato spinge verso il pozzetto di raccolta il materiale che ostruiva la condotta stessa, che viene poi aspirato.

Il Tecnico

Dott. Geol. Marco Parmigiani

Sig.ra MARIA LUISA MAYER

**PROGRAMMA INTEGRATO DI INTERVENTO
IN RIFERIMENTO AL PIANO DI LOTTIZZAZIONE N. 591/06**

**AREA VIA RIGAMONTI / VIA S. MAYER (INTERVENTO "A") ED
AREA VIA RONCACCIO (INTERVENTO "B") IN COMUNE DI TRADATE**

ALLEGATI E TAVOLE

Allegato 1

Calcolo della curva segnalatrice di probabilità pluviometrica
(1 – 24 ore).

Calcolo della linea segnalatrice 1-24 ore

Località: *Tradate*

Coordinate:

Linea segnalatrice

Tempo di ritorno (anni)

Parametri ricavati da: <http://idro.arpalombardia.it>

A1 - Coefficiente pluviometrico orario 32,009998
 N - Coefficiente di scala 0,33919999
 GEV - parametro alpha 0,28259999
 GEV - parametro kappa -0,0107
 GEV - parametro epsilon 0,83359998

Evento pluviometrico

Durata dell'evento [ore]

Precipitazione cumulata [mm]

Formulazione analitica

$$h_T(D) = a_1 w_T D^n$$

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

Bibliografia ARPA Lombardia:

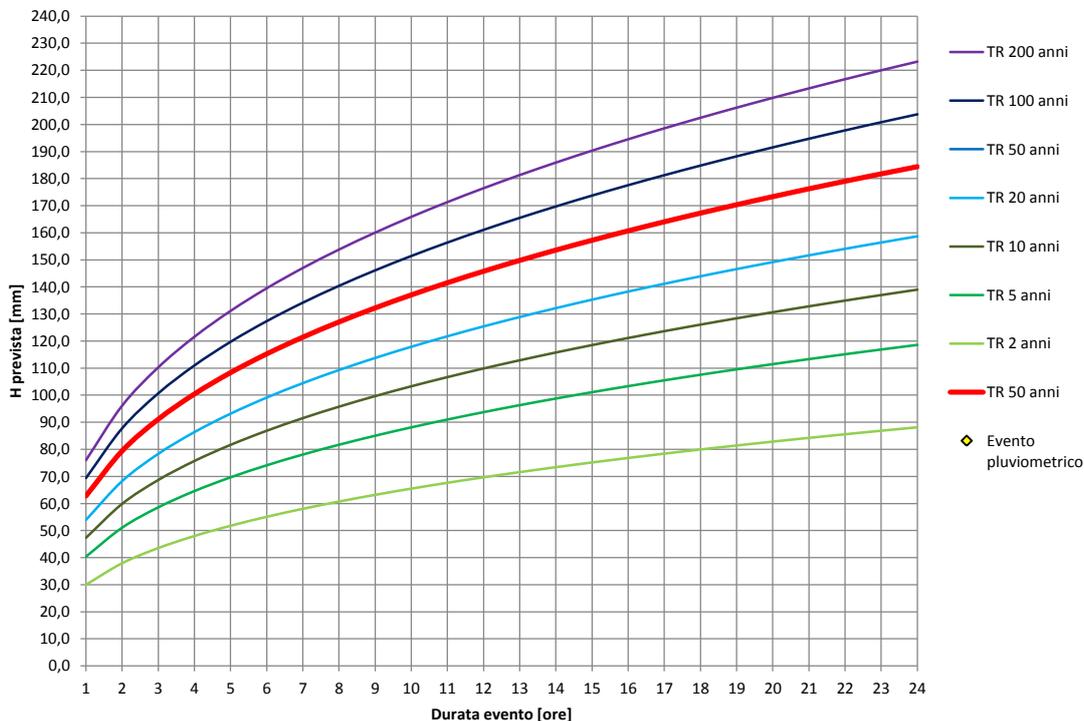
<http://idro.arpalombardia.it/manual/lsp.pdf>

http://idro.arpalombardia.it/manual/STRADA_report.pdf

Tabella delle precipitazioni previste al variare delle durate e dei tempi di ritorno

Tr	2	5	10	20	50	100	200	50
wT	0,93738	1,26090	1,47727	1,68646	1,95963	2,16613	2,37341	1,95963055
Durata (ore)	TR 2 anni	TR 5 anni	TR 10 anni	TR 20 anni	TR 50 anni	TR 100 anni	TR 200 anni	TR 50 anni
1	30,0	40,4	47,3	54,0	62,7	69,3	76,0	62,72777
2	38,0	51,1	59,8	68,3	79,4	87,7	96,1	79,3540725
3	43,6	58,6	68,6	78,4	91,1	100,6	110,3	91,0540721
4	48,0	64,6	75,7	86,4	100,4	111,0	121,6	100,387258
5	51,8	69,7	81,6	93,2	108,3	119,7	131,1	108,280553
6	55,1	74,1	86,8	99,1	115,2	127,3	139,5	115,1884
7	58,1	78,1	91,5	104,5	121,4	134,2	147,0	121,371605
8	60,7	81,7	95,7	109,3	127,0	140,4	153,8	126,995392
9	63,2	85,0	99,6	113,7	132,2	146,1	160,1	132,171828
10	65,5	88,1	103,3	117,9	137,0	151,4	165,9	136,980844
11	67,7	91,0	106,7	121,8	141,5	156,4	171,4	141,481689
12	69,7	93,8	109,9	125,4	145,7	161,1	176,5	145,719649
13	71,6	96,3	112,9	128,9	149,7	165,5	181,3	149,730206
14	73,4	98,8	115,7	132,1	153,5	169,7	186,0	153,541743
15	75,2	101,1	118,5	135,3	157,2	173,7	190,4	157,177361
16	76,8	103,4	121,1	138,3	160,7	177,6	194,6	160,656142
17	78,4	105,5	123,6	141,1	164,0	181,3	198,6	163,994057
18	80,0	107,6	126,0	143,9	167,2	184,8	202,5	167,204619
19	81,5	109,6	128,4	146,6	170,3	188,2	206,3	170,299376
20	82,9	111,5	130,6	149,1	173,3	191,5	209,9	173,288287
21	84,3	113,4	132,8	151,6	176,2	194,7	213,4	176,180006
22	85,6	115,2	134,9	154,0	179,0	197,8	216,8	178,982104
23	86,9	116,9	137,0	156,4	181,7	200,8	220,1	181,701251
24	88,2	118,6	139,0	158,6	184,3	203,8	223,3	184,343355

Linee segnalatrici di probabilità pluviometrica



Allegato 2

Metodo delle sole piogge

METODO DELLE SOLE PIOGGE

INDIVIDUAZIONE DELL'EVENTO CRITICO E DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Committente:	Sig.ra MARIA LUISA MAYER
Cantiere:	Area Via Sally Mayer - Via Rigamonti
Località:	Tradate
Data:	Febbraio 2020

INTERVENTO A
SOTTOLOTTO 1

Calcolo delle superfici scolanti

Superficie impermeabile	mq	840,53	pari al 26%
Superficie drenante o semi-permeabile	mq	756,51	pari al 23%
Superficie permeabile	mq	1686,47	pari al 51%

Totale comparto mq **3283,50** S

Coefficiente per sup. impermeabile	1
Coefficiente per sup. drenante o semi-permeabile	0,7
Coefficiente per sup. permeabile	0,3

Coefficiente medio ponderale **0,57** φ

Superficie scolante impermeabile **1876**

Parametri della curva di possibilità pluviometrica

dati forniti da ARPA Lombardia ¹

	n	a [mm/ora]	w _T 50 anni	a [mm/ora]	dove a=a w _T
D<1ora	0,500	32,01	1,960	62,73	
1≤D≤24 ore	0,339	32,01	1,960	62,73	
D>24 ore	0,000	0,00	0,000	0,00	

n¹ = parametro di scala

a = coefficiente pluviometrico orario

w_T = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno

D = durata dell'evento pluviometrico

Portata limite allo scarico - Q_{u,lim}

Portata massima ammissibile l/s ha **10** u lim

$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim}$ l/s **1,88**

Calcolo della durata critica dell'evento - D_w

$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ ore **14,73**

Calcolo del volume critico di laminazione - W₀

$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,lim} \cdot D_w$ mc **194**

Calcolo del volume specifico di invaso - w₀

$w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \varphi}$ mc/ha **1032**

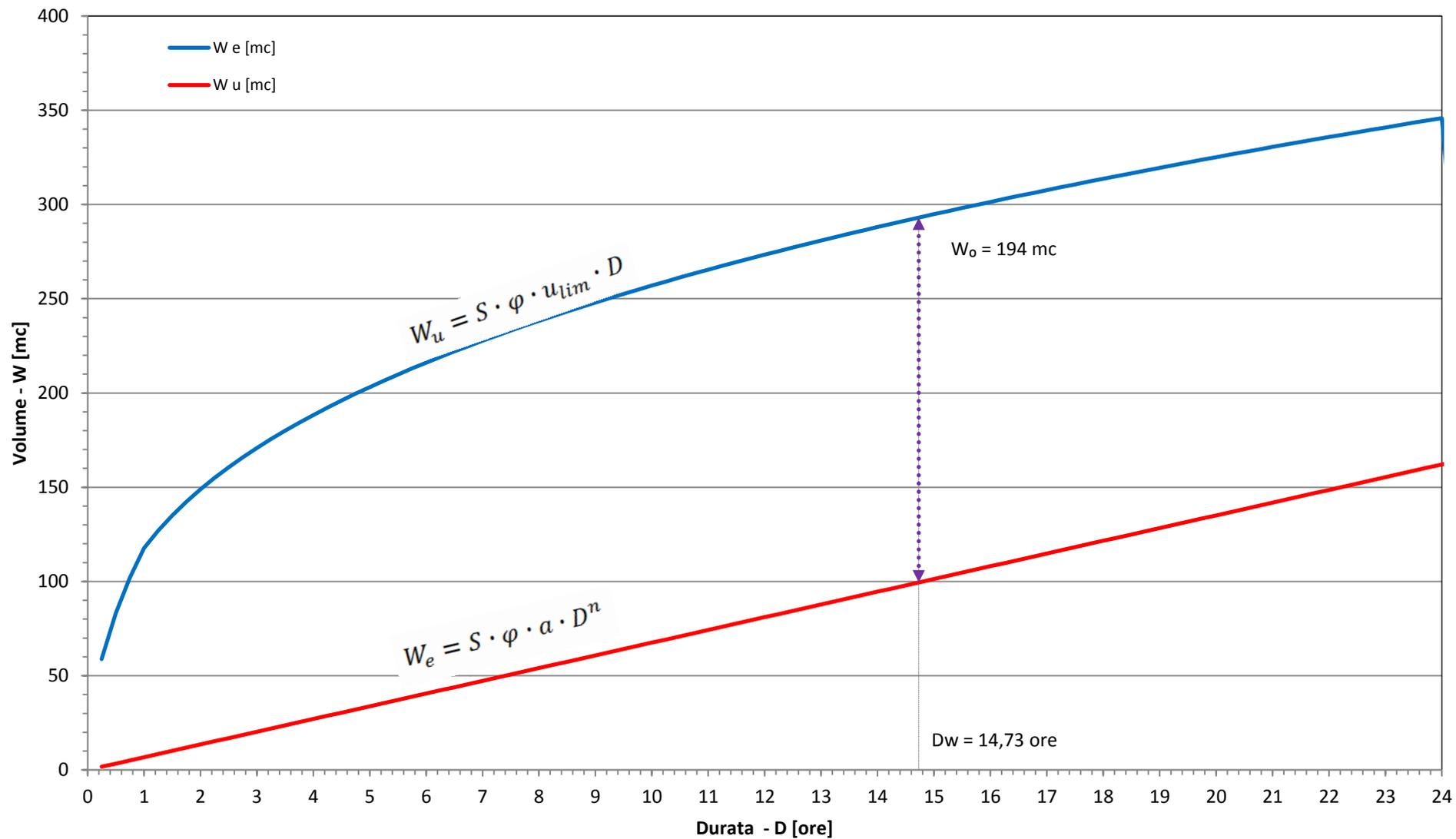
Raffronto con requisiti minimi

Volume minimo di invaso (riduzione del 30%) mc/ha **800**

Volume minimo di laminazione mc **150** inferiore a volume critico

Metodo delle sole piogge

Individuazione dell'evento critico e del volume di laminazione



METODO DELLE SOLE PIOGGE

INDIVIDUAZIONE DELL'EVENTO CRITICO E DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Committente:	Sig.ra MARIA LUISA MAYER
Cantiere:	Area Via Sally Mayer - Via Rigamonti
Località:	Tradate
Data:	Febbraio 2020

INTERVENTO A
SOTTOLOTTO 2

Calcolo delle superfici scolanti

Superficie impermeabile	mq	2126	pari al 24%
Superficie drenante o semi-permeabile	mq	2198	pari al 25%
Superficie permeabile	mq	4551	pari al 51%

Totale comparto mq **8875** S

Coefficiente per sup. impermeabile	1
Coefficiente per sup. drenante o semi-permeabile	0,7
Coefficiente per sup. permeabile	0,3

Coefficiente medio ponderale **0,57** ϕ

Superficie scolante impermeabile **5030**

Parametri della curva di possibilità pluviometrica

dati forniti da ARPA Lombardia ¹

	n	a [mm/ora]	w _T 50 anni	a [mm/ora]	dove a=a w _T
D<1ora	0,500	32,01	1,960	62,73	
1≤D≤24 ore	0,339	32,01	1,960	62,73	
D>24 ore	0,000	0,00	0,000	0,00	

n¹ = parametro di scala

a = coefficiente pluviometrico orario

w_T = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno

D = durata dell'evento pluviometrico

Portata limite allo scarico - Q_{u,lim}

Portata massima ammissibile l/s ha **10** u lim

$Q_{u,lim} = S \cdot \phi \cdot u_{lim}$ l/s **5,03**

Calcolo della durata critica dell'evento - D_w

$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \phi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ ore **14,73**

Calcolo del volume critico di laminazione - W₀

$W_0 = S \cdot \phi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,lim} \cdot D_w$ mc **519**

Calcolo del volume specifico di invaso - w₀

$w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \phi}$ mc/ha **1032**

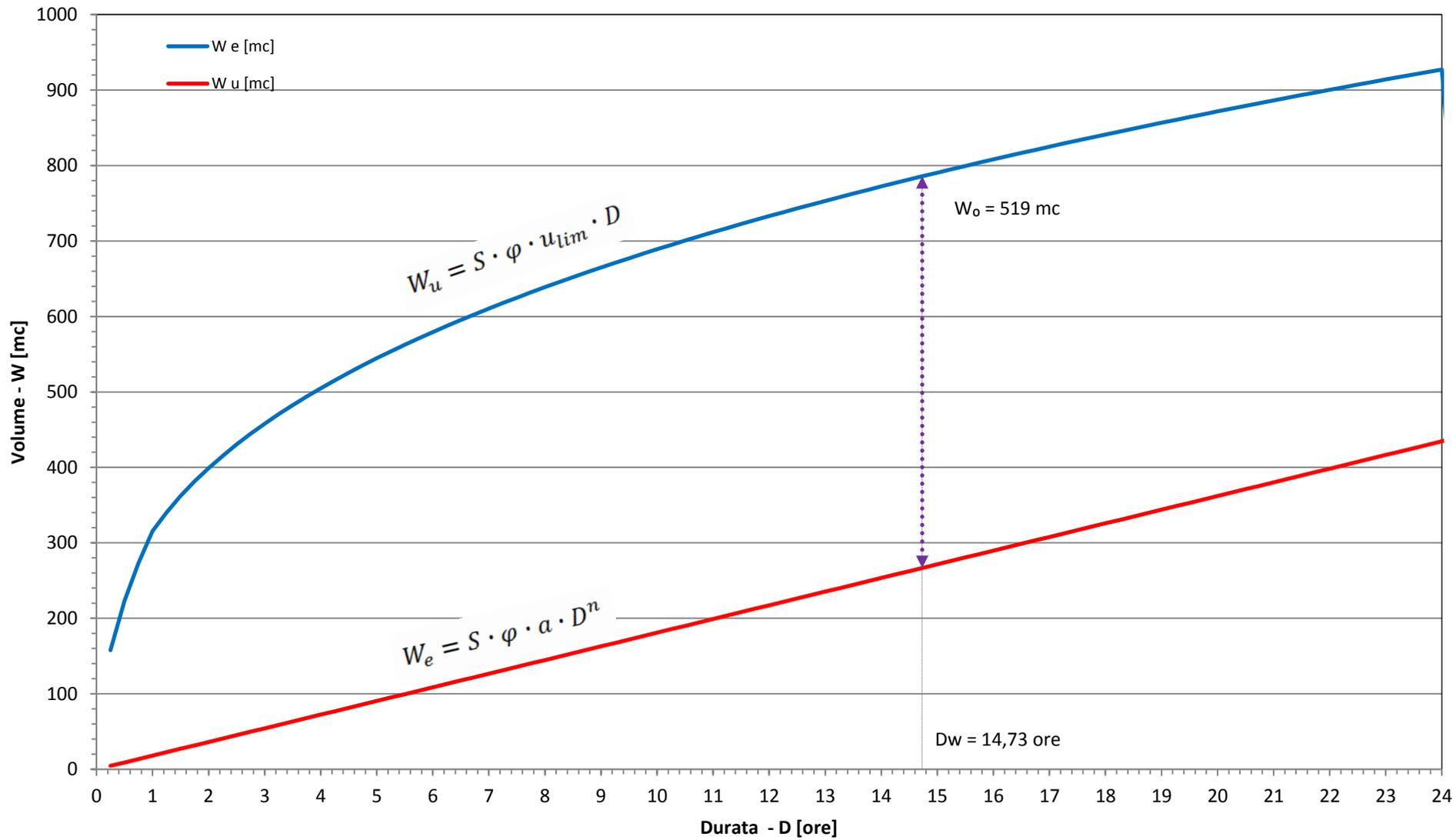
Raffronto con requisiti minimi

Volume minimo di invaso (riduzione del 30%) mc/ha **800**

Volume minimo di laminazione mc **402** inferiore a volume critico

Metodo delle sole piogge

Individuazione dell'evento critico e del volume di laminazione



METODO DELLE SOLE PIOGGE

INDIVIDUAZIONE DELL'EVENTO CRITICO E DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Committente:	Sig.ra MARIA LUISA MAYER
Cantiere:	Area Via Sally Mayer - Via Rigamonti
Località:	Tradate
Data:	Febbraio 2020

INTERVENTO A
PARCHEGGIO ESTERNO

Calcolo delle superfici scolanti

Superficie impermeabile	mq	0	pari al 0%
Superficie drenante o semi-permeabile	mq	1188	pari al 39%
Superficie permeabile	mq	1891	pari al 61%

Totale comparto mq **3080** S

Coefficiente per sup. impermeabile	1
Coefficiente per sup. drenante o semi-permeabile	0,7
Coefficiente per sup. permeabile	0,3

Coefficiente medio ponderale **0,45** φ

Superficie scolante impermeabile **1399**

Parametri della curva di possibilità pluviometrica

dati forniti da ARPA Lombardia 1

	n	a [mm/ora]	w _T 50 anni	a [mm/ora]	dove a=a w _T
D<1ora	0,500	32,01	1,960	62,73	
1≤D≤24 ore	0,339	32,01	1,960	62,73	
D>24 ore	0,000	0,00	0,000	0,00	

n¹ = parametro di scala

a = coefficiente pluviometrico orario

w_T = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno

D = durata dell'evento pluviometrico

Portata limite allo scarico - Q_{u,lim}

Portata massima ammissibile l/s ha **10** u_{lim}

$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim}$ l/s **1,40**

Calcolo della durata critica dell'evento - D_w

$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ ore **14,73**

Calcolo del volume critico di laminazione - W₀

$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,lim} \cdot D_w$ mc **144**

Calcolo del volume specifico di invaso - w₀

$w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \varphi}$ mc/ha **1032**

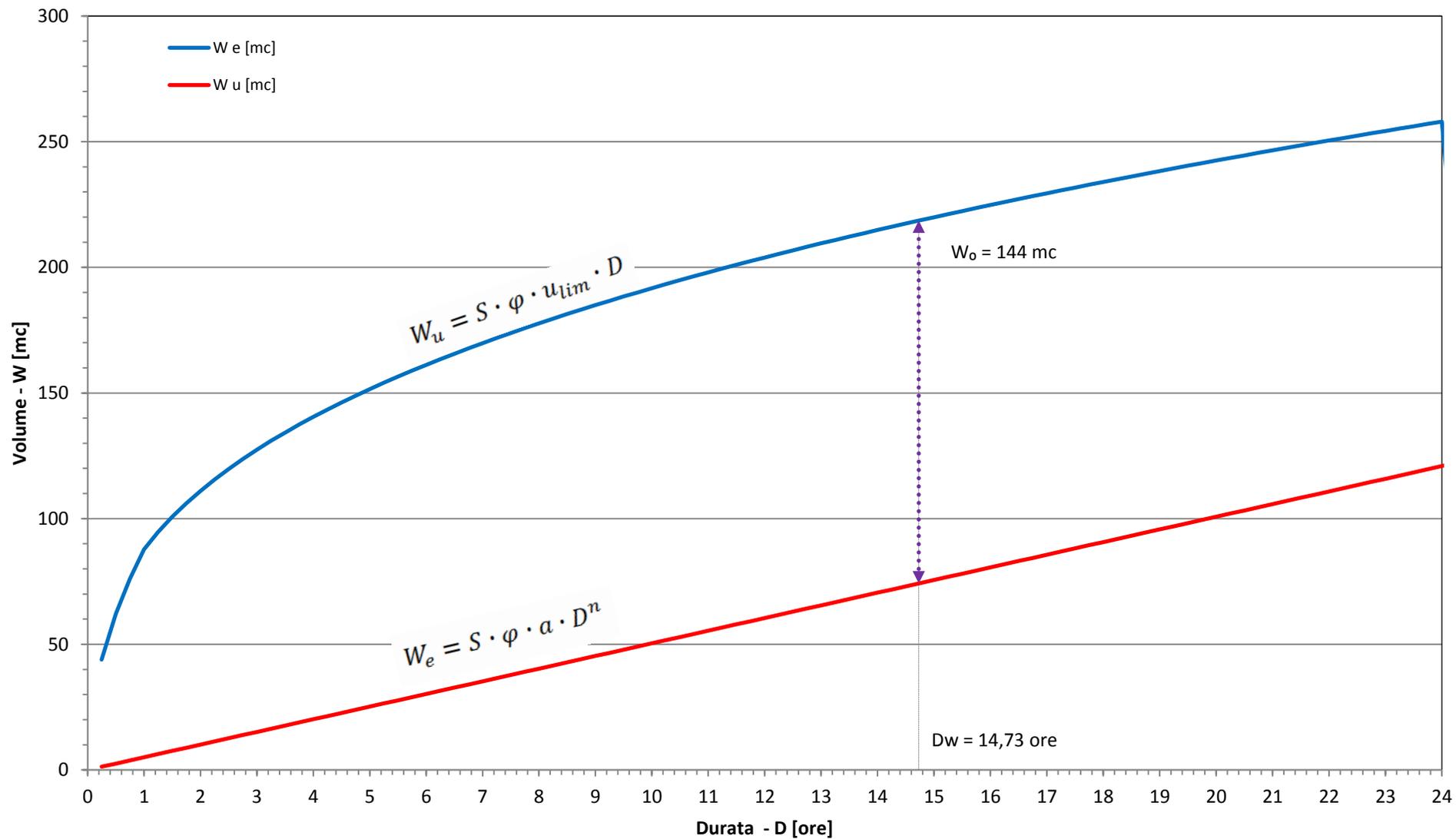
Raffronto con requisiti minimi

Volume minimo di invaso (riduzione del 30%) mc/ha **800**

Volume minimo di laminazione mc **112** inferiore a volume critico

Metodo delle sole piogge

Individuazione dell'evento critico e del volume di laminazione



METODO DELLE SOLE PIOGGE

INDIVIDUAZIONE DELL'EVENTO CRITICO E DEL VOLUME DI LAMINAZIONE

Committente: Sig.ra MARIA LUISA MAYER
 Cantiere: Area Via Roncaccio
 Località: Tradate
 Data: Febbraio 2020

INTERVENTO B

Calcolo delle superfici scolanti

Superficie impermeabile	mq	20	pari al 4%
Superficie drenante o semi-permeabile	mq	399	pari al 74%
Superficie permeabile	mq	118	pari al 22%

Totale comparto mq **537** S

Coefficiente per sup. impermeabile	1
Coefficiente per sup. drenante o semi-permeabile	0,7
Coefficiente per sup. permeabile	0,3

Coefficiente medio ponderale **0,62** φ

Superficie scolante impermeabile **335**

Parametri della curva di possibilità pluviometrica

dati forniti da ARPA Lombardia ¹

	n	a [mm/ora]	w _T 50 anni	a [mm/ora]	dove a=a w _T
D<1ora	0,500	32,01	1,960	62,73	
1≤D≤24 ore	0,339	32,01	1,960	62,73	
D>24 ore	0,000	0,00	0,000	0,00	

n¹ = parametro di scala

a = coefficiente pluviometrico orario

w_T = coefficiente probabilistico legato al tempo di ritorno

D = durata dell'evento pluviometrico

Portata limite allo scarico - Q_{u,lim}

Portata massima ammissibile l/s ha **10** u lim

$Q_{u,lim} = S \cdot \varphi \cdot u_{lim}$ l/s **0,33**

Calcolo della durata critica dell'evento - D_w

$D_w = \left(\frac{Q_{u,lim}}{S \cdot \varphi \cdot a \cdot n} \right)^{\frac{1}{n-1}}$ ore **14,73**

Calcolo del volume critico di laminazione - W₀

$W_0 = S \cdot \varphi \cdot a \cdot D_w^n - Q_{u,lim} \cdot D_w$ mc **35**

Calcolo del volume specifico di invaso - w₀

$w_0 = \frac{W_0}{S \cdot \varphi}$ mc/ha **1032**

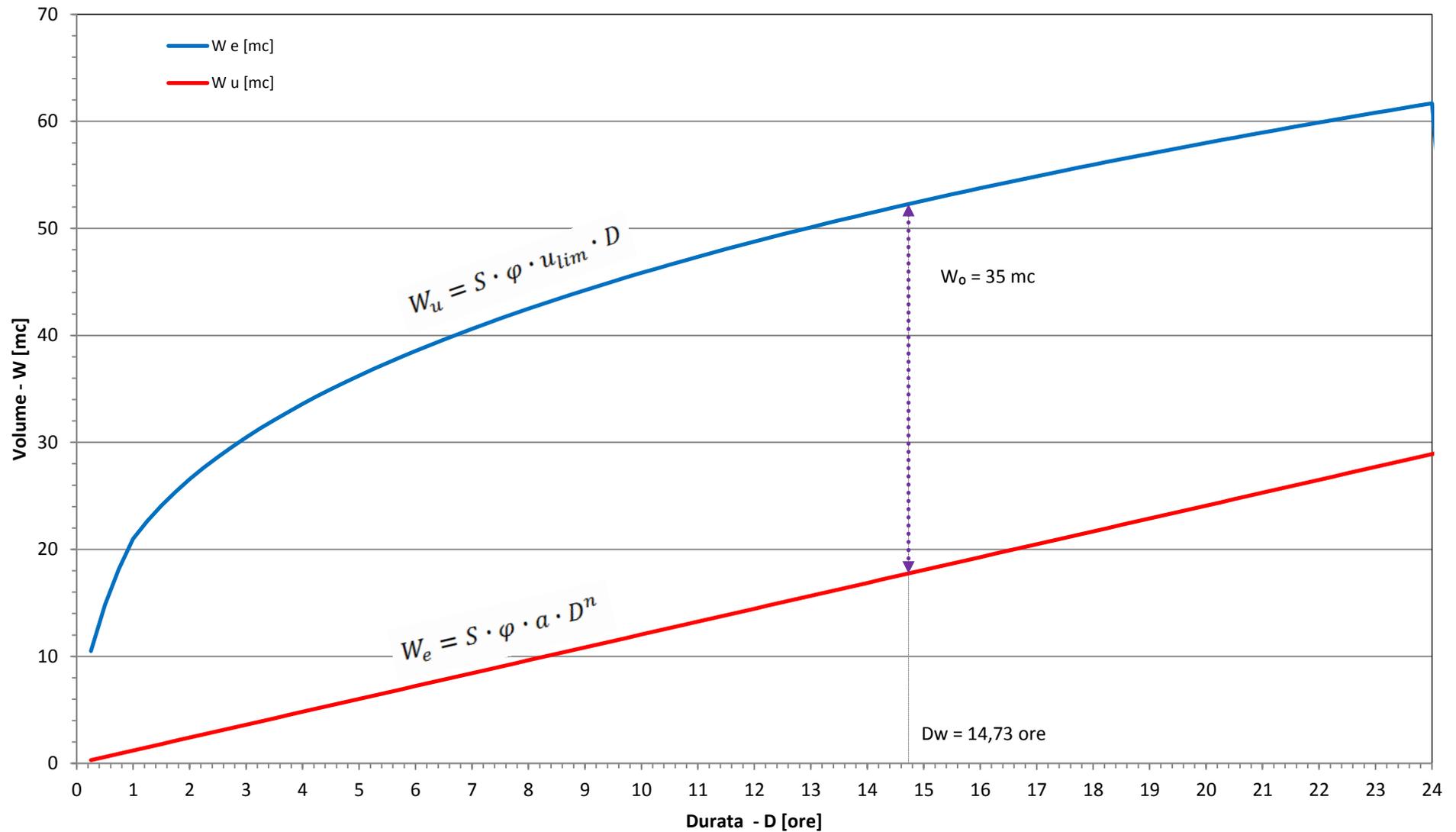
Raffronto con requisiti minimi

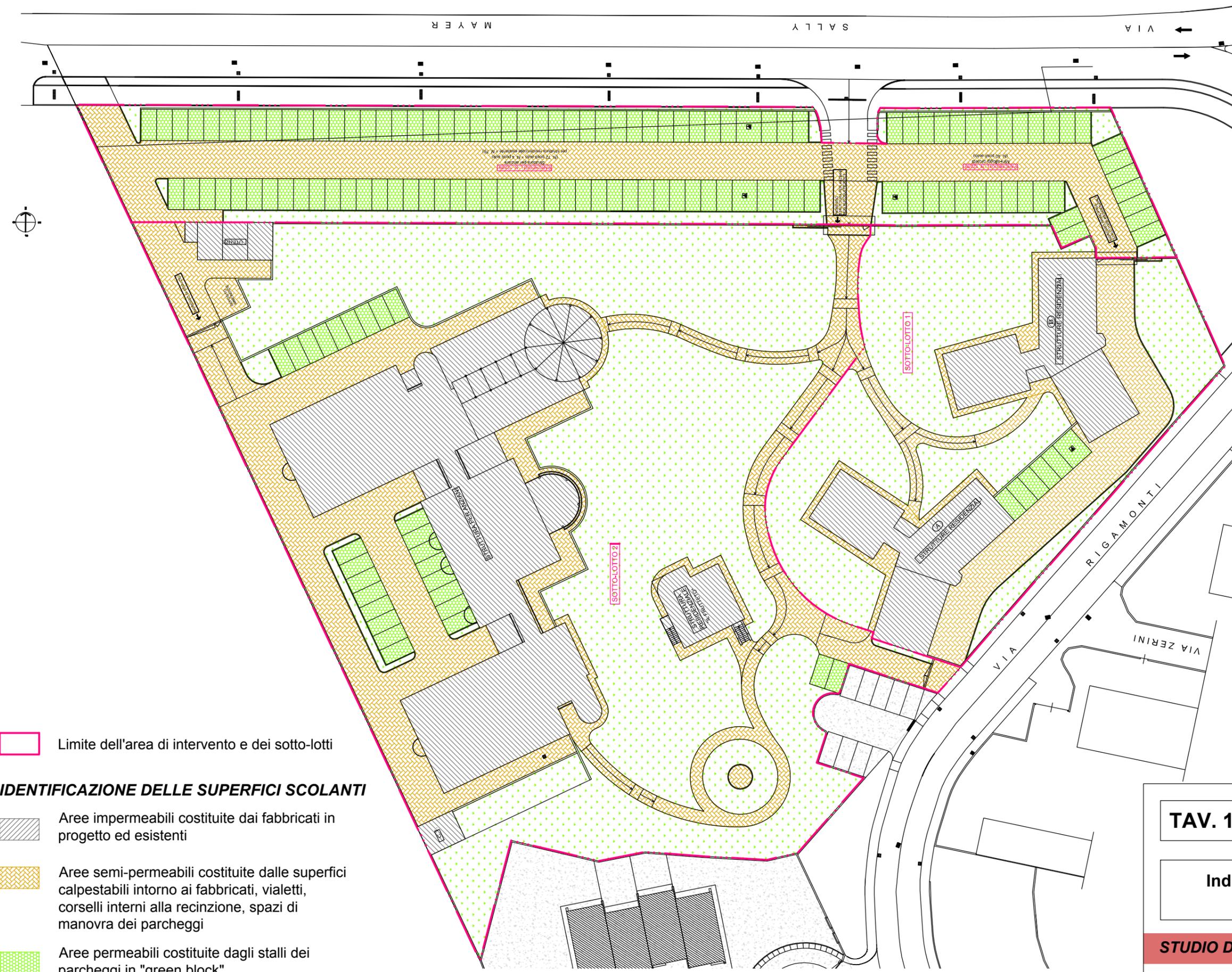
Volume minimo di invaso (riduzione del 30%) mc/ha **800**

Volume minimo di laminazione mc **27** inferiore a volume critico

Intervento B - Metodo delle sole piogge

Individuazione dell'evento critico e del volume di laminazione





 Limite dell'area di intervento e dei sotto-lotti

IDENTIFICAZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI

-  Aree impermeabili costituite dai fabbricati in progetto ed esistenti
-  Aree semi-permeabili costituite dalle superfici calpestabili intorno ai fabbricati, vialetti, corselli interni alla recinzione, spazi di manovra dei parcheggi
-  Aree permeabili costituite dagli stalli dei parcheggi in "green block"
-  Aree permeabili costituite dalle superfici a verde

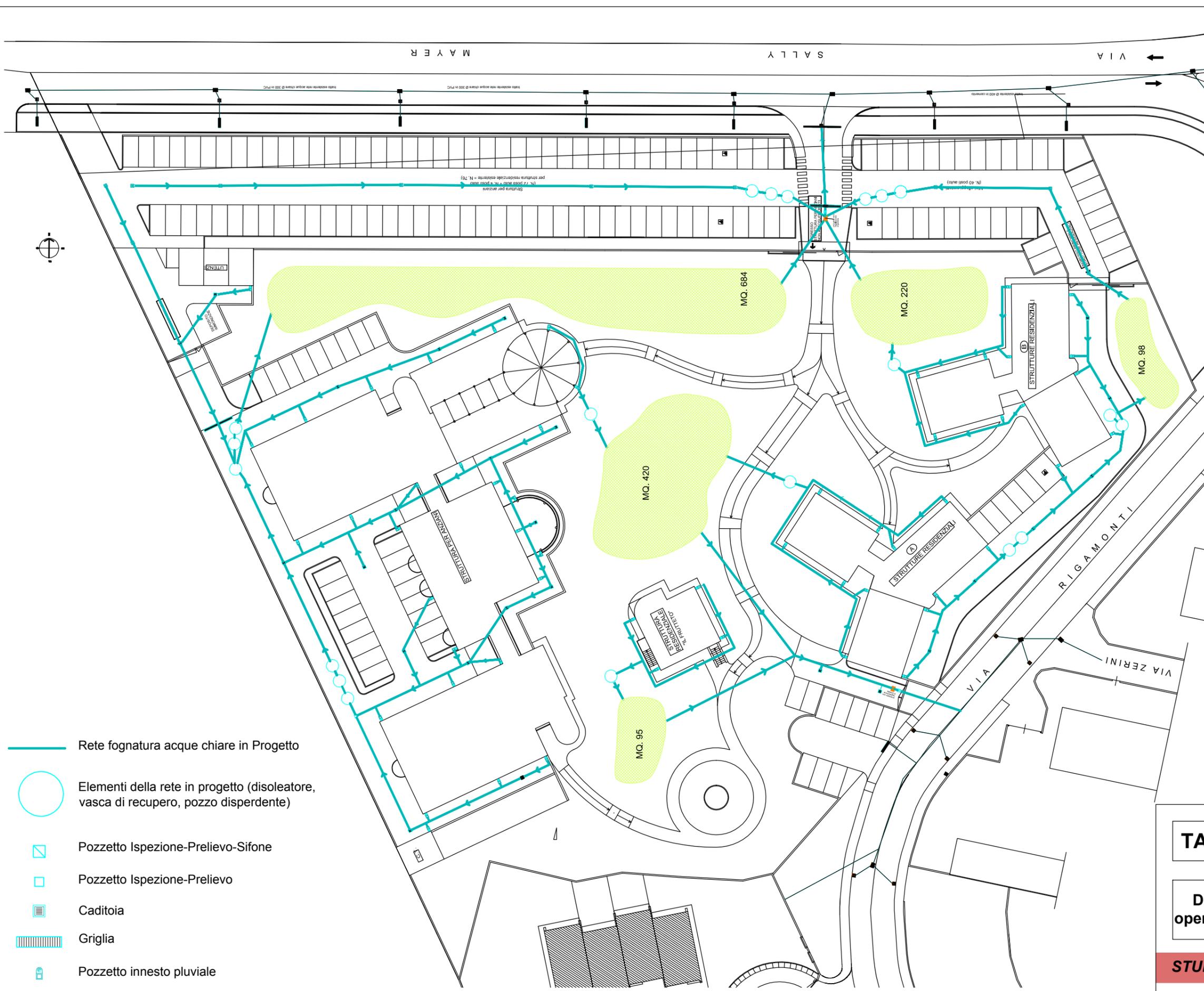
TAV. 1a Scala 1:600

Individuazione delle superfici scolanti "intervento A"

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Parmigiani
Via R. Sanzio, n.3 - 21049 - Tradate (VA)

Tel. e Fax ufficio: 0331 - 810710



- Rete fognatura acque chiare in Progetto
- Elementi della rete in progetto (disoleatore, vasca di recupero, pozzo disperdente)
- Pozzetto Ispezione-Prelievo-Sifone
- Pozzetto Ispezione-Prelievo
- Caditoia
- Griglia
- Pozzetto innesto pluviale
- Aree ribassate da destinarsi alla laminazione delle acque ai fini dell'invarianza idraulica

TAV. 1b

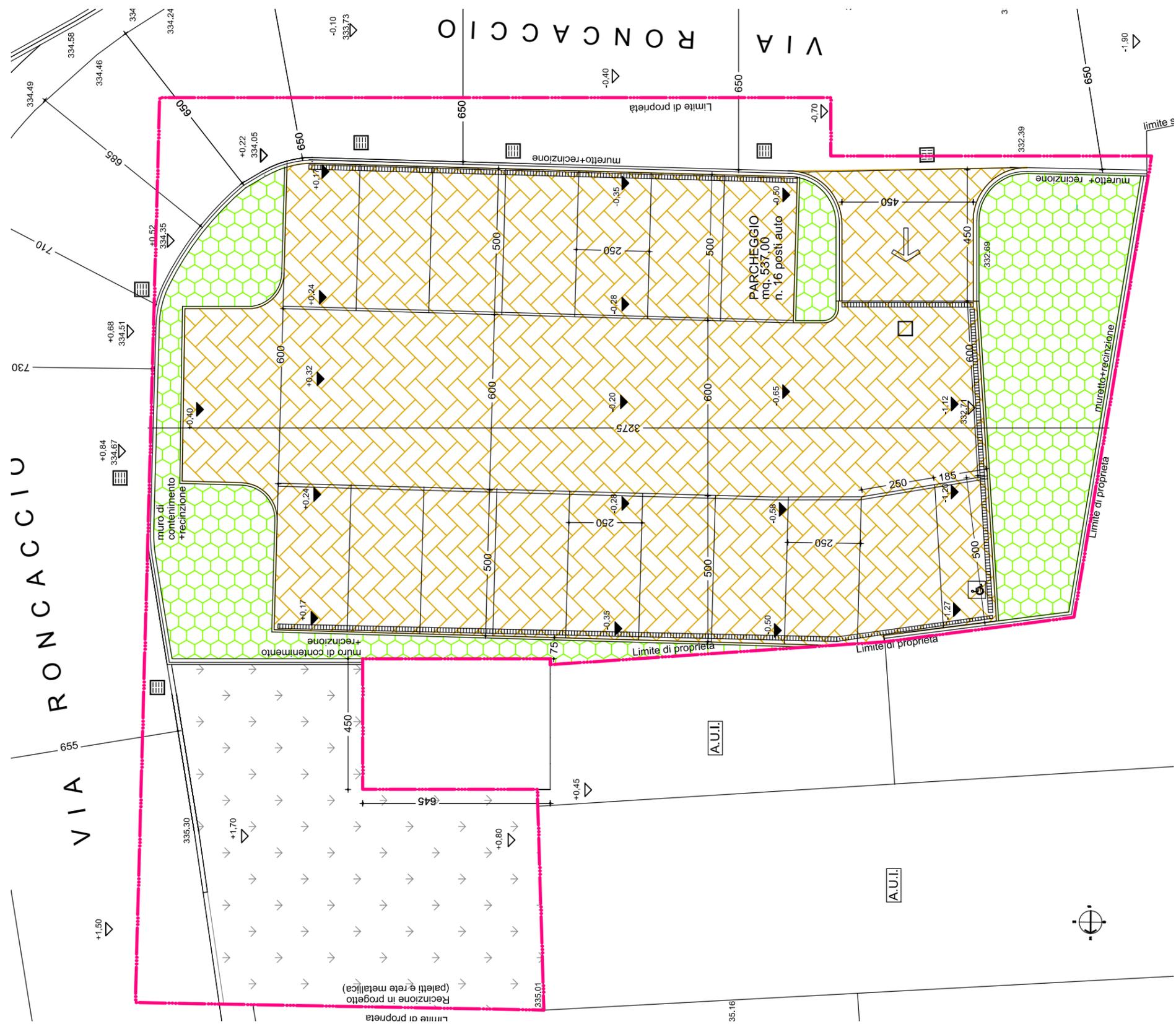
Scala 1:600

Drenaggio acque piovane e ubicazione opere di invarianza idraulica "intervento A"

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Parmigiani
Via R. Sanzio, n.3 - 21049 - Tradate (VA)

Tel. e Fax ufficio: 0331 - 810710



-  Limite dell'area di intervento
- IDENTIFICAZIONE DELLE SUPERFICI SCOLANTI**
-  Aree semi-permeabili costituite dagli stalli di parcheggio e dal corsello d'accesso in autobloccanti
-  Aree permeabili costituite dalle superfici a verde (aiuole)
-  Aree non interessate dall'intervento, pertanto escluse dai conteggi

TAV. 2a

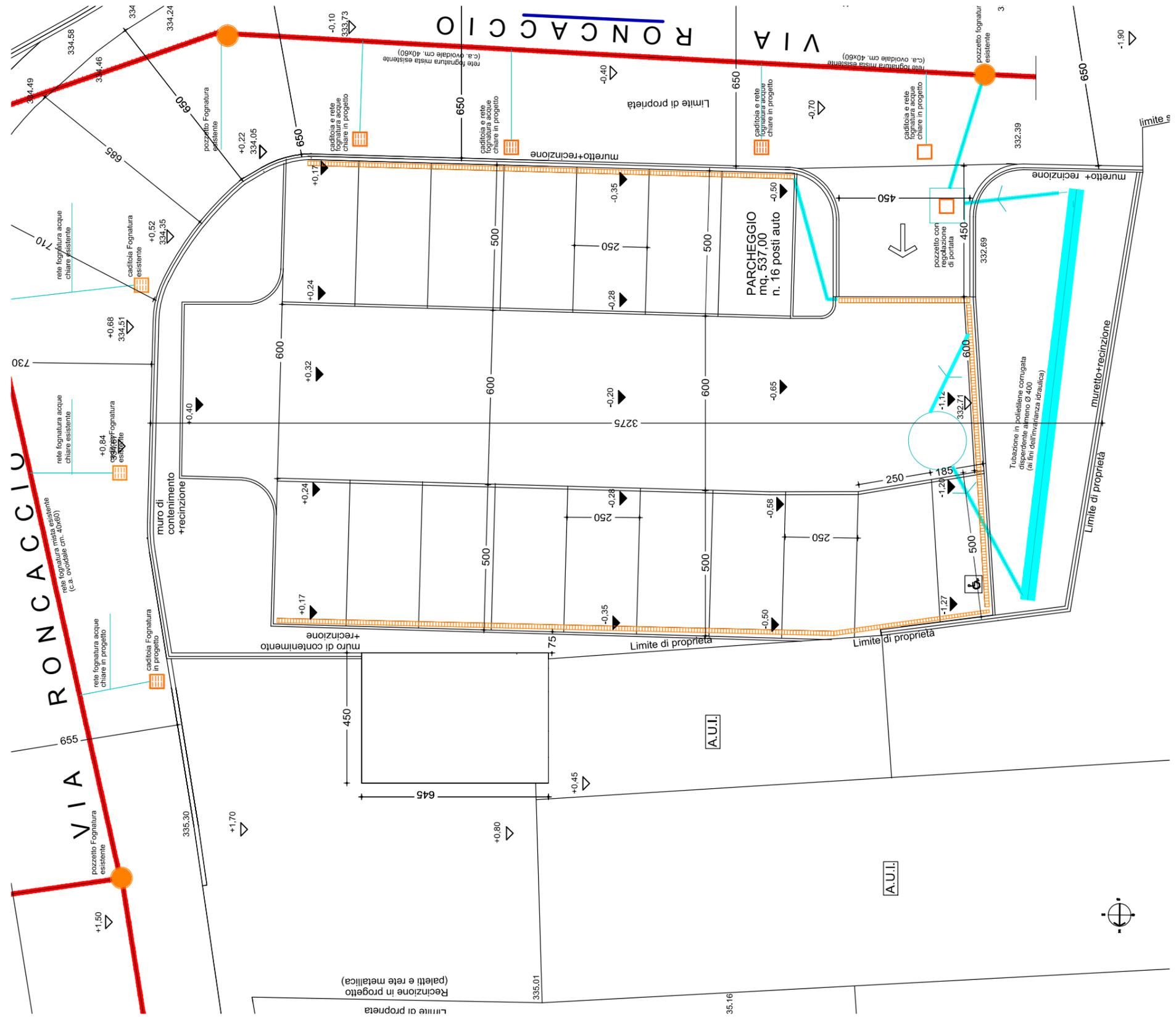
Scala 1:150

**Individuazione delle superfici
scolanti "intervento B"**

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Parmigiani
Via R. Sanzio, n.3 - 21049 - Tradate (VA)

Tel. e Fax ufficio: 0331 - 810710



- Rete fognatura stradale mista esistente
- Tubazione in polietilene corrugata disperdente almeno Ø 400
- Tubazione acque bianche Ø 160 in progetto
- Pozzetto con regolazione di portata
- Caditoia
- Pozzetto stradale
- Canalina di raccolta acque in progetto
- Pozzetto disoleatore

TAV. 2b **Scala 1:150**

Drenaggio acque pluviali e ubicazione opere di invarianza idraulica "intervento B"

STUDIO DI GEOLOGIA

Dott. Geol. Marco Parmigiani
Via R. Sanzio, n.3 - 21049 - Tradate (VA)
Tel. e Fax ufficio: 0331 - 810710