



Finanziato
dall'Unione europea
NextGenerationEU



MINISTERO
DELL'INTERNO



COMUNE
DI PADOVA

PNRR - PIANO NAZIONALE DI RIPRESA E RESILIENZA
MISSIONE 5 COMPONENTE 2
INVESTIMENTO/SUBINVESTIMENTO 2.1 "RIGENERAZIONE URBANA"

SCUOLA PRIMARIA
LOMBARDO RADICE VIA CIAMICIAN
COSTRUZIONE NUOVA AULA POLIVALENTE
CUP H91B21001630001

PROGETTO ESECUTIVO
IMPORTO COMPLESSIVO: € 550.000,00

CODICE OPERA LLPP EDP 2021/090		DATA OTTOBRE 2022
DESCRIZIONE ELABORATO RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA		NUMERO
IL PROGETTISTA STRUTTURALE Ing. Mario Fiscon	IL RESPONSABILE UNICO DEL PROCEDIMENTO Geom. Renato Gallo	IL CAPO SETTORE

Dott. Ing. Mario Berlanda
Ingegnere geotecnico A.G.I.

PROVINCIA DI PADOVA

COMUNE DI PADOVA

**RELAZIONE IDROLOGICA ED IDRAULICA
NELL'AMBITO DELLA COSTRUZIONE
DI UNA NUOVA AULA POLIVALENTE
PRESSO LA SCUOLA PRIMARIA
"LOMBARDO RADICE"
IN VIA G. CIAMICIAN**

Coordinate in ED 50 : 45.401220, 11.828772
Coordinate in WGS 84 : 45.400308, 11.827775

Committente:

COMUNE DI PADOVA
Settori Lavori Pubblici
Via Niccolò Tommaseo, n°60
35131 Padova

Padova, marzo 2022



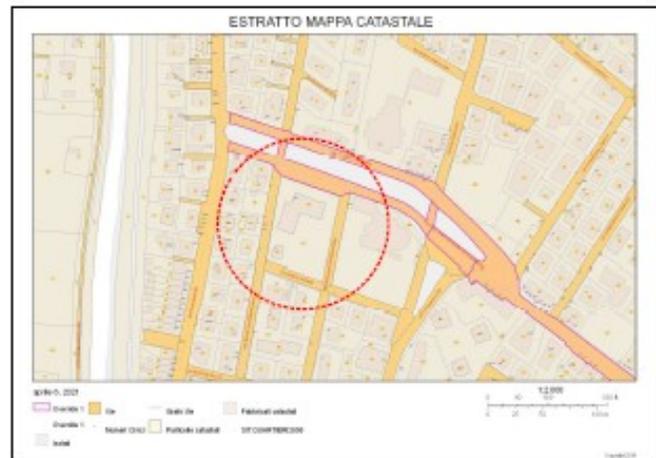
Il tecnico
Ing. Mario Berlanda

35134 PADOVA – Via Veglia, 13
mobile 348 5283553
mail: marioberlandasas@gmail.com

Dott. Ing. Mario Berlanda Ingegnere geotecnico A.G.I.

PREMESSA

La presente relazione riguarda lo studio idrologico per la Valutazione di Compatibilità idraulica dei terreni siti presso la scuola primaria "Lombardo Radice" in via Ciamician n°3, per la realizzazione di una nuova aula polivalente.



ESTRATTO DI MAPPA
Comune di Padova
Foglio 115 Mappali 159-160-311

35134 PADOVA – Via Veglia, 13
mobile 348 5283553
mail: marioberlandasas@gmail.com

Dott. Ing. Mario Berlanda

Ingegnere geotecnico A.G.I.

Il presente studio idrologico è volto al calcolo delle portate attualmente generate dalla configurazione esistente e all'individuazione delle misure compensative da realizzare al fine di non aggravare, con le opere di progetto, l'equilibrio idraulico dell'area in cui l'opera va ad inserirsi garantendo il principio dell'invarianza idraulica.

La normativa a cui si riferisce la presente Valutazione di Compatibilità Idraulica è fornita dalla D.G.R.V. N. 1322 del 10.05.2006. Di seguito se ne riporta un estratto:

“Con deliberazione N. 3637 del 13.12.2002 la Giunta Regionale ha fornito gli indirizzi operativi e le linee guida per la verifica della compatibilità idraulica delle previsioni urbanistiche con la realtà idrografica e le caratteristiche idrologiche ed ambientali del territorio.

Con tale provvedimento è stato previsto che l'approvazione di un nuovo strumento urbanistico, ovvero di varianti a quello vigente, sia subordinata al parere della competente autorità idraulica su un apposito studio di compatibilità idraulica. Tale studio, al fine di evitare l'aggravio delle condizioni del regime idraulico, deve prevedere la realizzazione di idonee misure che abbiano funzioni compensative dell'alterazione provocata dalle nuove previsioni urbanistiche, nonché di verificare l'assenza di interferenze con i fenomeni di degrado idraulico e geologico indagati dai Piani per l'Assetto Idrogeologico (PAI) predisposti dalle competenti Autorità di Bacino.

In sede di applicazione della D.G.R.V. citata si è appalesata la necessità che siano fornite ulteriori indicazioni per ottimizzare la procedura finalizzata ad assicurare un adeguato livello di sicurezza del territorio.

(...) L'entrata in vigore della L.R. 23.04.2004 n. 11, nuova disciplina regionale per il governo del territorio, ha infatti modificato sensibilmente l'approccio per la pianificazione urbanistica talché si è evidenziata la necessità che anche la valutazione di compatibilità idraulica venga adeguata alle nuove procedure.

Contestualmente, il sistema organizzativo regionale sulla rete idraulica superficiale ha mutato assetto con l'istituzione nell'ambito regionale dei Distretti Idrografici di Bacino le cui competenze sono esercitate sull'intero bacino idrografico, superando i limiti dei circondari idraulici di ciascun Genio Civile.

D'altro canto anche il cosiddetto “sistema delle competenze” è andato modificandosi con l'affidamento della gestione della “rete idraulica minore” in delegazione amministrativa ai Consorzi di Bonifica, attivata con D.G.R.V. 3260/2002 ed attualmente pienamente operativa.

Va inoltre ricordato che con deliberazione n. 4453 del 29 dicembre 2004 la Giunta Regionale ha adottato il Piano di Tutela delle Acque, di cui all'art. 44 del D.Lgs. 11.05.1999 n. 152, con il quale la procedura di “Valutazione di Compatibilità Idraulica” deve essere coerente.

E' certamente maturata in questi anni la consapevolezza che l'azione antropica ha contribuito ad accrescere il rischio idraulico, influenzando negativamente sui processi di trasformazione degli afflussi meteorici in deflussi nei corpi idrici, modificando la natura del regime idrologico ed incrementando sensibilmente i contributi specifici dei terreni. L'esperienza acquisita in questo periodo di applicazione dai soggetti istituzionalmente preposti ha peraltro evidenziato la necessità di garantire omogeneità di approccio agli studi di compatibilità idraulica.

Questi si concretizzano sostanzialmente in elaborazioni idrologiche ed idrauliche finalizzate a definire progettualmente gli interventi che hanno funzione compensativa per garantire l'“invarianza idraulica”, laddove il principio di invarianza idraulica delle trasformazioni del territorio viene così definito: “Per trasformazione del territorio ad invarianza idraulica si intende la trasformazione di un'area che non provochi un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.”

Tali elaborazioni possono essere supportate da indagini di tipo idrogeologico qualora le caratteristiche dei terreni possano essere significative ai fini del principio sovraesposto.

Proprio per aggiornare le modalità operative al nuovo assetto nel frattempo intervenuto e per aggiornare i contenuti e le procedure anche sulla base dell'esperienza maturata si rende necessario ridefinire le “Modalità operative e indicazioni tecniche” relative alla “Valutazione di Compatibilità Idraulica per la redazione degli strumenti urbanistici” riportate nell'allegato al presente provvedimento, di cui costituiscono parte integrante che sostituiscono la precedente versione allegata alla D.G.R.V. 3637/2002.”

35134 PADOVA – Via Veglia, 13

mobile 348 5283553

mail: marioberlandasas@gmail.com

Dott. Ing. Mario Berlanda **Ingegnere geotecnico A.G.I.**

La D.G.R.V. N. 1322 del 10.05.2006, è stata successivamente integrata con la D.G.R.V. N. 1841 del 19.06.2007 e N. 2948 del 6 Ottobre 2009, a modifica di quanto precedentemente stabilito, ed ha fornito un aggiornamento dei contenuti relativi alle modalità di valutazione della compatibilità idraulica degli interventi, subordinando quest'ultima al parere della competente autorità idraulica.

Nell'allegato A alla D.G.R.V. 1322/06 (e ripreso nell'Allegato A D.G.R.V. 1841/07 e nella D.G.R.V. 2948/2009) viene introdotta una classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici; sulla base di tali soglie dimensionali si applicano considerazioni differenziate in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

Classi di intervento estratta da allegato A alla D.G.R.V. 1322/06.

Classe di Intervento	Definizione
Trascurabile impermeabilizzazione potenziale	intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
Modesta impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
Significativa impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici di estensione oltre 10 ha con $Imp < 0,3$
Marcata impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0,3$

Per ogni classe d'intervento viene suggerito un criterio di dimensionamento da adottare per l'individuazione del volume d'invaso da realizzare al fine di limitare la portata scaricata ai ricettori finali (fognature bianche o miste, corpi idrici superficiali): metodo dell'invaso (criterio 1), metodo delle piogge critiche (criterio 2) e modello approfondito (criterio 3).

Soglie dimensionali per gli interventi urbanistici indicate nella D.G.R.V 1322/06 riviste secondo le ordinanze commissariali.

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

Dott. Ing. Mario Berlanda
Ingegnere geotecnico A.G.I.

La nuova aula polivalente sorgerà parzialmente sul sedime ove attualmente sorge un fabbricato esistente e per la parte superficiale restante andrà a sostituire una parte dell'attuale terreno vegetale (vedi le sovrapposizioni).



Il confronto in termini di superfici impermeabili risulta il seguente:

- Area attuale impermeabilizzata circa **110mq**;
- Area impermeabilizzata per la realizzazione della nuova aula circa **424mq**.

La differenza di superficie impermeabilizzata per il calcolo del volume d'acqua futuro da smaltire in seguito alla realizzazione del nuovo fabbricato sarà di circa **314mq**.

Attualmente, le acque dell'area oggetto di analisi idraulica, defluiscono naturalmente nel sottosuolo.

STATO DI FATTO



Attualmente l'area risulta dunque già parzialmente impermeabilizzata per la presenza del fabbricato visibile nella foto soprastante che verrà demolito e sostituito con la nuova aula di progetto.

Dal punto di vista dell'equilibrio idraulico è necessario stabilire se sono necessari interventi di invaso per il possibile nuovo apporto di acque da regimare dovute alle poche superfici che saranno di nuova impermeabilizzazione.

EVENTUALE ELABORAZIONE DATI PLUVIOMETRICI

Analisi delle precipitazioni

Nel presente capitolo vengono introdotti i dati pluviometrici da utilizzare per il calcolo degli eventi meteorici di progetto e della volumetria da rendere disponibile per l'invaso ai sensi della normativa di riferimento cioè la già citata D.G.R.V. 2948/09.

Dott. Ing. Mario Berlanda
Ingegnere geotecnico A.G.I.

Secondo quanto prescritto dalle Ordinanze del Commissario Delegato per l'emergenza concernente gli eccezionali eventi meteorologici che hanno colpito parte del territorio della Regione del Veneto nel giorno 26 settembre 2007, il tempo di ritorno di riferimento per la verifica di invarianza idraulica è $T_r = 50$ anni.

Le stazioni pluviometriche utilizzate per l'analisi pluviometrica sono state scelte in modo da circoscrivere completamente l'area interessata dagli eventi meteorici eccezionali del 26 settembre 2007 oggetto di studio, selezionando 27 siti caratterizzati da almeno 10 anni di registrazioni.

Per ogni stazione sono stati considerati i valori massimi annui misurati su intervalli temporali di 5, 10, 15, 30 e 45 minuti consecutivi e di 3, 6, 12 e 24 ore consecutive. I valori sono stati forniti dal Centro Meteorologico di Teolo CMT a partire da serie validate, eliminando i valori relativi ad eventuali anni in cui il funzionamento della strumentazione fosse stato inferiore al 95% del totale teorico di oltre 105.000 letture annue ogni 5 minuti.

Calcolo delle curve segnalatrici di possibilità pluviometrica di riferimento

Le curve segnalatrici di possibilità pluviometrica, cioè le formule che esprimono la precipitazione h in funzione della durata t , sono calcolate con riferimento a sottoaree omogenee. A tale scopo, è stata effettuata un'indagine delle medie dei massimi annuali mediante metodologie matematiche che producono dei raggruppamenti ottimi di una serie di osservazioni (dette tecniche di *cluster analysis*), in modo tale che ciascun gruppo risulti omogeneo al proprio interno e distinto dagli altri.

Una volta individuati i macrogruppi, le curve segnalatrici sono state calcolate valutando per ciascuna durata la media dei massimi di precipitazione delle stazioni del gruppo, calcolando poi le altezze di precipitazione per i vari tempi di ritorno e per le varie durate e producendo infine la stima dei parametri a , b e c per ottimizzazione numerica. Si ricorda che nell'applicazione della curva segnalatrice:

Dott. Ing. Mario Berlanda
Ingegnere geotecnico A.G.I.

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

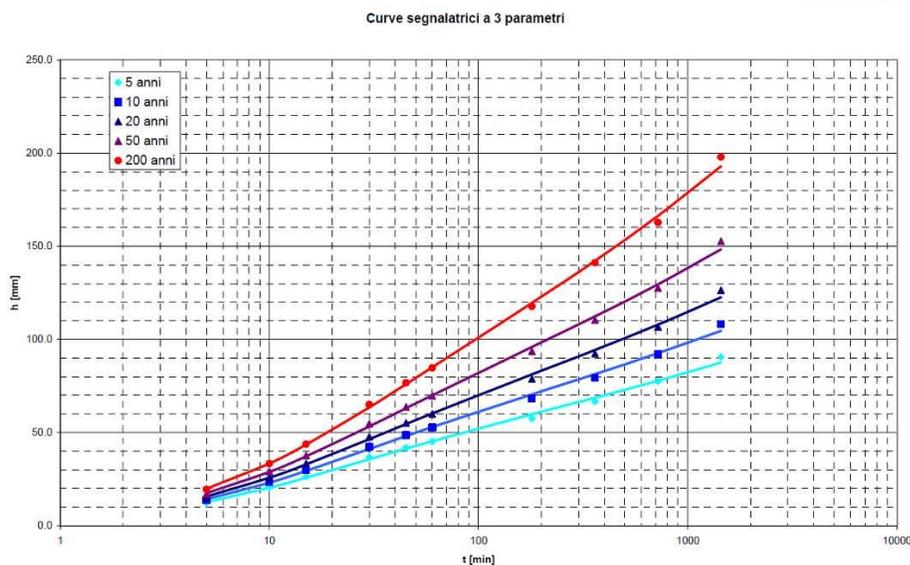
i tempi t devono essere espressi in minuti e il risultato è restituito in millimetri.
Per un'applicazione univoca dei risultati del presente studio, si ritiene utile assegnare ciascun comune a una specifica zona omogenea tra quelle precedentemente individuate. Il criterio oggettivo qui proposto prevede l'utilizzo dei cosiddetti *topoietti*, o *poligoni di Thiessen*. Considerato l'insieme delle stazioni di misura, si congiunge ciascun sito con quelli ad esso prossimi, ottenendo un reticolo di maglie triangolari.

L'applicazione del metodo dei *topoietti* al caso in esame prevede di intersecare i *topoietti* con i perimetri dei comuni e associare poi ogni comune alla zona omogenea "prevalente", i cui *topoietti* contengono la maggioranza relativa del territorio comunale.

Il Comune di Padova risulta incluso all'interno dell'area omogenea denominata "Zona SUD-OCCIDENTALE"; a tal proposito saranno, pertanto, scelti i parametri specifici di questa zona nel calcolo degli afflussi meteorici di progetto.

Parametri della curva segnalatrice:

T	a	b	c
2	20.6	10.8	0.842
5	27.4	12.1	0.839
10	31.6	12.9	0.834
20	35.2	13.6	0.827
30	37.1	14.0	0.823
50	39.5	14.5	0.817
100	42.4	15.2	0.808
200	45.0	15.9	0.799



35134 PADOVA – Via Veglia, 13
mobile 348 5283553
mail: marioberlandasas@gmail.com

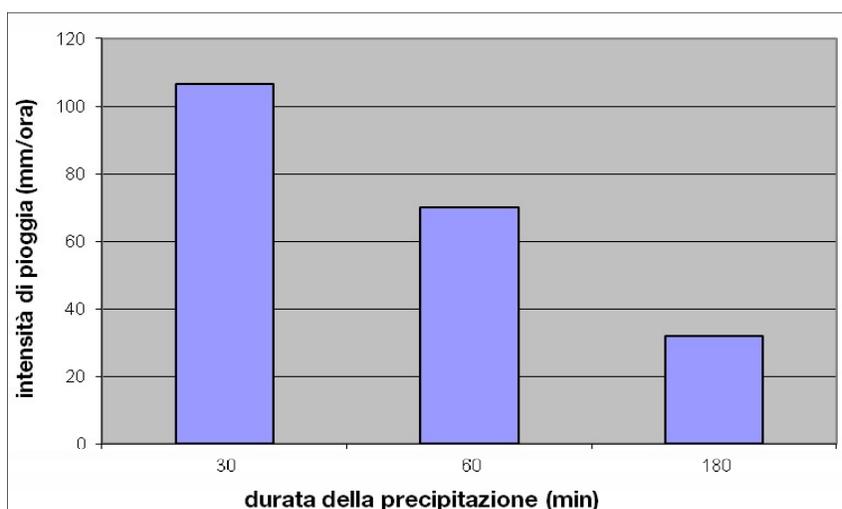
Determinazione degli ietogrammi di progetto

Lo ietogramma utilizzato per la presente relazione è lo ietogramma rettangolare, generalmente il più usato nei calcoli di dimensionamento e verifica di reti di fognatura bianca. La tabella seguente riporta per varie durate di pioggia l'altezza di precipitazione totale in millimetri e l'intensità di pioggia espressa in millimetri all'ora calcolate secondo gli ietogrammi rettangolari dei quali, a titolo esemplificativo, ne vengono riportati tre nella figura seguente.

Tabella 3. Altezza di precipitazione totale e intensità di pioggia espresse rispettivamente in millimetri e millimetri all'ora per varie durate di pioggia, per la zona omogenea SW.

TEMPO DI PIOGGIA	ALTEZZA DI PRECIPITAZIONE	INTENSITA'
minuti	millimetri	millimetri/ora
5	17.44	209
15	37.31	149
30	53.33	107
45	63.10	84
60	70.02	70
90	79.66	53
120	86.42	43
150	91.64	37
180	95.90	32

Ietogrammi rettangolari relativi a piogge di durata rispettivamente di 180, 60 e 30 minuti caratterizzate da un tempo di ritorno di 50 anni, per la zona omogenea SW.



Dott. Ing. Mario Berlanda **Ingegnere geotecnico A.G.I.**

Osservando la “*Cartografia riguardante le caratteristiche del comprensorio*” del Piano Generale di Bonifica e di Tutela del Territorio del Consorzio di Bonifica Bacchiglione è possibile stabilire il bacino idraulico di appartenenza.



Estratto della “Cartografia riguardante le caratteristiche del comprensorio” del Piano Generale di Bonifica e Tutela del Territorio del Consorzio di Bonifica Bacchiglione (con pallino nero l’individuazione dell’area di intervento).

CONFRONTO STATI DI FATTO E DI PROGETTO

STATO DI FATTO

Considerando lo stato di fatto dell’area di intervento, la superficie a verde risulta essere di circa 1’670mq a partire dal fabbricato scuola tuttora esistente, depurata comunque della superficie del fabbricato esistente che verrà demolito per lasciar spazio alla nuova aula.

Moltiplicando l’area di intervento per il coefficiente di deflusso medio si ottiene un valore corrispondente *all’area efficace di fatto pari* : $1'670 \times 0,25 = 417,5 \text{ mq}$.

STATO DI PROGETTO

In seguito alla realizzazione dell'aula la parte di superficie a verde che verrà sostituita con delle superfici non drenanti nel lotto al netto del fabbricato esistente è pari a $424-110=314\text{mq}$.

Sicuramente il piano campagna subirà un livellamento tale da prevedere, eventualmente, un innalzamento solamente in prossimità del nuovo fabbricato così come consentito dalle norme urbanistiche vigenti. Quindi lo sviluppo altimetrico di progetto sarà tale da escludere alcun riporto di terreno salvaguardando anche le aree attigue.

CALCOLO DEL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Per il calcolo dei massimi volumi da rendere disponibili per l'invaso delle maggiori portate generate dall'incremento di impermeabilizzazione del suolo, si è fatto riferimento alle metodologie di calcolo riportate a seguire:

- Superficie nuova aula in sostituzione del verde esistente, considerando il coefficiente di afflusso pari a 0,9 considerato come valore massimo per l'intera area "netta" impermeabilizzata: ossia $314 \times 0,9 = 273,2\text{mq}$
- Superficie rimanente a verde caratterizzata da un coefficiente di deflusso pari a 0,25: ossia $(1670-314) \times 0,25 = 339\text{mq}$

L'area efficace di progetto è complessivamente pari a $(273,2+339)=612,2\text{mq}$.

L'impermeabilizzazione progettuale è pari alla differenza di area effettiva tra stato di fatto e di progetto e ammonta a $(612,2-417,5)=194,7\text{mq}$.

Trattasi di una superficie tale per cui, secondo la D.G.R.V. 1322/06, rivista secondo le ordinanze commissariali, l'intervento rientra nella categoria TRASCURABILE IMPERMEABILIZZAZIONE POTENZIALE.

Dott. Ing. Mario Berlanda
Ingegnere geotecnico A.G.I.

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

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

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

Come si evince dalla figura soprastante essendo la superficie effettiva netta $S < 200 \text{mq}$ "è sufficiente adottare buoni criteri costruttivi per ridurre le superfici impermeabili...."