

## INVARIANZA IDRAULICA

In relazione al progetto per la realizzazione del “PIANO DI LOTTIZZAZIONE – ZONA C2” che il Sig. Pucciarelli Francesco residente in c.da Piangiano - Comune di Treia (MC), vuole realizzare in località Piandebussi nel Comune di Caldarola (MC), è stata presa in considerazione, con il presente studio, la variazione di permeabilità superficiale dovuta alla realizzazione delle opere, visto che le stesse **comporteranno una variazione in “negativo” della permeabilità superficiale**, ossia ridurrà la stessa per effetto della variazione dell’uso del suolo.

L’obiettivo di tale verifica sarà quello di garantire l’invarianza idraulica del sito anche dopo l’attuazione del progetto, ossia la trasformazione urbanistica prevista non dovrà comportare un aggravio della portata di piena dei deflussi idrici superficiali al corpo idrico ricevente, rispetto a quelli antecedenti la trasformazione dell’uso del suolo. Tale obiettivo dovrà essere raggiunto attraverso opportune azioni compensative, mirate a prevedere dei volumi di stoccaggio temporaneo dei deflussi, che compensino, con un’azione laminante e ritardante, l’accelerazione degli stessi, regolando nel contempo le piene, ***mantenendo quindi inalterate le prestazioni idrauliche del bacino*** e la sicurezza territoriale nel tempo.

Per garantire l’invarianza idraulica, la progettazione della trasformazione urbanistica dovrà tener conto, oltre che delle quantità idriche connesse al perseguimento dell’invarianza propriamente detta, che verrà visto in seguito, anche di alcuni aspetti importanti quali:

- *l’invarianza del punto di recapito*: è opportuno convogliare le acque nel medesimo ricettore dello stato di fatto, per non aggravare altre reti;
- *le quote altimetriche*: a tutela delle aree limitrofe è buona norma mantenere inalterata la quota del piano campagna oggetto di trasformazione;

*-la capacità di scolo delle aree limitrofe:* che deve rimanere per quanto possibile inalterata.

Nel caso specifico del progetto oggetto di studio, i tre aspetti citati vengono di seguito illustrati:

- data la conformazione morfologica dell'area ove insiste la lottizzazione in oggetto, una volta che le acque di pioggia saranno opportunamente regimate e laminate, **verrà sostanzialmente mantenuta l'invarianza del punto di recapito idrico** (zona prossima alla Strada Comunale che borda verso occidente il perimetro della Lottizzazione);

- le quote topografiche di imposta di progetto dell'area in oggetto verranno solo in parte modificate in quanto le variazioni morfologiche tra stato attuale e stato modificato verranno alterate in aggiunta e/o asporto dell'ordine del metro, e pertanto considerata l'ampiezza dell'area progetto, si ritiene che **le modifiche delle quote topografiche possono essere considerate trascurabili;**

- **il progetto non indurrà in variazioni e/o diminuzioni delle capacità di drenaggio delle aree contermini**, lasciando quindi inalterate, rispetto alla situazione attuale, le cosiddette condizioni al contorno, dato che le quote del Piano di lottizzazione in progetto rimarranno in gran parte sostanzialmente inalterate, in una logica di livellamento con i piani topografici circostanti.

## **VALUTAZIONE DELL'INVARIANZA IDRAULICA**

### ***Calcolo del volume minimo d'invaso***

Per la definizione delle misure di invarianza idraulica si è fatto riferimento a quanto dettato dall'art. 10 della LR 23 novembre 2011, n.22 e nello specifico ai criteri contenuti nel *BUR Marche n.19 del 17/02/2014* e nelle *Linee Guida* pubblicate dall'Autorità di Bacino della Regione Marche in data Marzo 2014, *allegato B*.

Da tali documenti di indirizzo, relativamente all'invarianza idraulica, viene definita una classificazione degli interventi di trasformazione urbana delle superfici, in base alla quale

(Tabella 1) vengono determinate considerazioni di verifica differenti in relazione all'effetto atteso dell'intervento.

<i>Classe di Intervento</i>	<i>Definizione</i>
<b>Trascurabile</b> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici di estensione inferiore a 0.1 ha
<b>Modesta</b> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 0.1 e 1 ha
<b>Significativa</b> impermeabilizzazione potenziale	Intervento su superfici comprese fra 1 e 10 ha; interventi su superfici oltre 10 ha con $Imp < 0.3$
<b>Marcata</b> impermeabilizzazione potenziale	Interventi su superfici superiori a 10 ha con $Imp > 0.3$

*Tabella 1 – Classificazione degli interventi di trasformazione delle superfici ai fini dell'invarianza idraulica*

Nel caso specifico, l'**area progetto "Piano di lottizzazione – Zona C2"** trattandosi di una superficie totale interessata dall'intervento di trasformazione urbanistica pari a *1.77.40 ha*, ricade in una classe di intervento di **"significativa impermeabilizzazione potenziale"**, per la quale le linee guida indicano di dimensionare le luci di scarico ed i tiranti idrici ammessi nell'invaso di laminazione in modo da garantire la conservazione della portata massima defluente dall'area in trasformazione ai valori precedenti l'impermeabilizzazione, almeno per una durata di pioggia di 2 ore calcolata con un tempo di ritorno di 30 anni.

A tal fine si è ritenuto opportuno effettuare il calcolo del volume minimo d'invaso con la formula semplificata contenuta nelle linee guida, che considera uno studio idrologico ed idraulico basato sul metodo razionale per la quantificazione delle piogge della durata di due ore, con un tempo di ritorno di 30 anni, utilizzando i dati pluviometrici della vicina stazione di Macerata.

#### ***Verifica della volumetria per piogge con Tempo di ritorno di 30 anni e durata 2 ore***

La formazione della portata di piena è caratterizzata da diversi processi idrologici che concorrono alla formazione del deflusso a partire dall'evento meteorico, fino ad arrivare al ricettore. La precipitazione viene intercettata in parte dalle vegetazione presente, in

parte si infiltra nel suolo, in parte ancora va ad accumularsi nei piccoli invasi e/o depressioni presenti nel sito, sia di tipo naturale che artificiale. La parte rimanente detta *pioggia efficace*, va a costituire il deflusso superficiale che scorrerà verso la rete di collegamento secondo le linee di massima pendenza del terreno e/o delle opere artificiali atte allo scolo. Nello studio per il dimensionamento delle opere preposte a contrastare gli allagamenti, risulta di fondamentale importanza definire il più precisamente possibile i seguenti elementi che concorrono alla determinazione **dell'evento di piena di progetto**:

*-la precipitazione;*

*-la probabilità dell'evento;*

*-la durata dell'evento in riferimento al tempo di risposta del bacino.*

Dove, nel caso specifico, così come indicato dalla normativa è stata considerata una probabilità dell'evento legata ad un tempo di ritorno pari a 30 anni, associata ad una durata di progetto dello stesso di 2 ore. Mentre per la determinazione delle precipitazioni (altezze idrometriche), i dati di una stazione di misura delle precipitazioni, si estraggono dagli Annali Idrologici, pubblicati annualmente a cura del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN). La elaborazione di tali dati si attua ricercando la relazione esistente tra l'altezza delle precipitazioni e le loro durate per un determinato periodo di ritorno considerato. Affinché le elaborazioni siano attendibili i dati di riferimento devono essere sufficientemente estesi nel tempo (almeno 20-30anni).

Le curve di possibilità pluviometrica, sono espresse generalmente nella formula italiana a due parametri:

$$h=at^n$$

dove  $a$  ed  $n$  sono costanti in funzione del periodo di ritorno.

### ***Stazione di misura delle piogge***

I dati storici delle piogge sono stati desunti dagli Annali Idrologici redatti dal Servizio Idrografico e Mareografico di Bologna, in particolare la stazione di misura presa in considerazione è quella di “Macerata” che riguarda circa 40 anni effettivi di osservazione, per un periodo compreso tra il 1955 e gli anni 2000, e quindi assolutamente probante e rispondente al sito oggetto di studio, situato nelle medesime condizioni geografiche e climatiche. L’elaborazione dei dati dedotti dagli Annali idrologici, ipotizzando un **tempo di ritorno di 30 anni**, consentono di ricavare la relazione dell’altezza delle precipitazioni con la loro durata in cui il fattore “a” risulta essere 50 mm/ora, e il fattore “n” pari a 0.29. Pertanto i dati del sito studiato possono essere come di seguito riassunti:

*Sup. area 1.35.40 ha (superficie dell’area progetto della Lottizzazione)*

*TR 30 anni tempo di ritorno*

*a 50.0 mm/ora*

*n 0.29*

*tp 2 ore durata di pioggia*

Una volta definiti i dati di pioggia, per ottenere il dato di calcolo dimensionale, vanno definiti i coefficienti di deflusso dell’area, prima e dopo la trasformazione; dove il coefficiente di deflusso è il rapporto tra la quantità di deflusso e la quantità di precipitazione e dipende da diversi fattori quali il tipo di terreno, il grado di saturazione, il tipo di vegetazione, la pendenza, ecc.

Di seguito è riportato il calcolo dei volumi idrici da laminare nonché il diametro della condotta defluente basale.

## CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA

$$\text{Superficie fondiaria} = 17.740,00 \text{ mq}$$

inserire la superficie totale dell'intervento

### ANTE OPERAM

$$\text{Superficie impermeabile esistente} = 0,00 \text{ mq}$$

inserire il 100 % della superficie impermeabile  
e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella

$$\text{Imp}^\circ = 0,00$$

$$\text{Superficie permeabile esistente} = 17.740,00 \text{ mq}$$

inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola)  
e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella

$$\text{Per}^\circ = 1,00$$

$$\text{Imp}^\circ + \text{Per}^\circ = 1,00$$

corretto: risulta pari a 1

### POST OPERAM

$$\text{Superficie impermeabile di progetto} = 6.129,81 \text{ mq}$$

inserire il 100 % della superficie impermeabile  
e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella

$$\text{Imp} = 0,35$$

$$\text{Superficie permeabile progetto} = 11.610,19 \text{ mq}$$

inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola)  
e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella

$$\text{Per} = 0,65$$

$$\text{Imp} + \text{Per} = 1,00$$

corretto: risulta pari a 1

### INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA

$$\text{Superficie trasformata/livellata} = 8.836,87 \text{ mq}$$

$$I = 0,50$$

Superficie agricola inalterata =  mq

P = 0,50

I+P = 1,00

corretto: risulta pari a 1

#### CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM

$$\phi^{\circ} = 0,9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0,2 \times \text{Per}^{\circ} = 0,9 \times 0,00 + 0,2 \times 1,00 = 0,20 \quad \phi^{\circ}$$

$$\phi = 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per} = 0,9 \times 0,35 + 0,2 \times 0,65 = 0,44 \quad \phi$$

#### CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO

$$w = w^{\circ} (f/f^{\circ})^{(1/(1-n))} - 15 I - w^{\circ} P = 50 \times 4,59 - 15 \times 0,50 - 50 \times 0,50 = 197,06 \text{ mc/ha} \quad w$$

$$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} = 197,06 \times 17.740 : 10.000 = 349,59 \text{ mc} \quad W$$

#### DIMENSIONAMENTO STROZZATURA

Portata amm.le (Qagr.=20 l/sec/ha)  l/sec

Battente massimo  m

**DN max condotta di scarico**  mm

si adotta condotta DN  mm

Portata uscente con la condotta  
adottata  l/sec

portata ammissibile effluente al  
ricettore

battente sopra l'asse della condotta di scarico dell'invaso di laminazione

## VERIFICA DELLA VOLUMETRIA PER PIOGGE CON TR 30 ANNI E DURATA d 2h

Superficie fondiaria	1,77 ha	superficie totale dell'intervento
<b>TR</b>	30 anni	
<b>a</b>	50	
<b>n</b>	0,29	
<b>tp</b>	2,00 ore	durata di pioggia
<b>φ</b>	0,44	coeff. di deflusso dopo la trasformazione
<b>h</b>	61,13 mm	altezza pioggia in tp
<b>Vp</b>	1.084,48 mc	Volume piovuto in tp
<b>Ve</b>	479,21 mc	Volume effluente in vasca in tp
<b>Qu</b>	25,27 l/sec	Portata scaricabile dalla strozzatura adottata
<b>Vu</b>	181,92 mc	Volume scaricato dalla vasca nel ricettore in tp
<b>Ve-Vu</b>	<b>297,28 mc</b>	Volume da laminare per evento TR 30 d 2 ore
<b>W</b>	<b>349,59 mc</b>	Volume di laminazione (formula del w)

### VERIFICATO

Quindi, in sintesi, per l'intervento urbanistico di “Piano di lottizzazione – Zona C2” in località Piandebussi nel Comune di Caldarola (MC), tenendo conto che la stessa risulta classificabile come intervento di *significativa impermeabilizzazione potenziale*, i valori di progetto da utilizzare per l'ottenimento dell'invarianza idraulica, possono essere riassunti in:

**Volume minimo di invaso: 349,59 m<sup>3</sup>**

**Diametro della condotta di scarico di fondo:  $\varnothing_{\text{interno}} = 130$  mm**

**Massima portata defluente per il dimensionamento degli scarichi:  $Q_u = 0.03529$  m<sup>3</sup>/sec (35,29 litri/sec)**



Per quanto riguarda la scelta della tipologia del sistema di laminazione, il progetto esecutivo ha previsto la realizzazione di una *depressione in area verde posta a monte del punto di scarico* (da “Linee guida” Autorità di Bacino Regione Marche) della superficie di circa 450 m<sup>2</sup> e con volumetria utile di invaso pari a circa 360 m<sup>3</sup>. Tale scelta progettuale consentirà la realizzazione di un'opera a basso impatto ambientale la cui superficie sarà perennemente inerbita e consentirà quindi il miglior inserimento nel contesto paesaggistico dell'area.

Macerata li, 10 gennaio 2019

*Il Geologo*



**ALLEGATI:**

- 1) Planimetria situazione attuale
- 2) Planimetria situazione di progetto