

Comune di MONTALTO DI CASTRO

Provincia di VITERBO

Regione LAZIO



PROPONENTE

SOLARSAP TRE SRL

Via di Selva Candida, 452
00166 ROMA (RM)
P.I. 17267661001

OPERA

PROGETTO DEFINITIVO

IMPIANTO DI PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE
RINNOVABILE AGRIVOLTAICA DI POTENZA NOMINALE PARI A 32.085,60
kWp E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE RTN

"SOLARE MONTALTO DI CASTRO GUINZA BELLA"

OGGETTO

TITOLO ELABORATO :

RELAZIONE IDROLOGICA E IDROGEOLOGICA

DATA : 23 Dicembre 2023

N°/CODICE ELABORATO :

SCALA : ---

Tipologia : REL (RELAZIONI)

REL 011

I TECNICI

PROGETTISTI:



EDILSAP s.r.l.
Via di Selva Candida, 452 - 00166 ROMA
Ing. Fernando Sonnino
Project Manager



VAMS Ingegneria s.r.l.
Via Luigi Luciani, 10 - 00197 ROMA
Ing. Niccolò Saraca
Direttore Tecnico

TIMBRI E FIRME:



| | | | | | |
|--------------|-----------|--------------------------------|---------------------|-----------------------|-----------------------|
| 00 | 202300204 | Emissione per istanza VIA e AU | VAMS Ingegneria srl | Ing. Fernando Sonnino | Ing. Fernando Sonnino |
| N° REVISIONE | Cod. STMG | OGGETTO DELLA REVISIONE | ELABORAZIONE | VERIFICA | APPROVAZIONE |

Proprietà e diritto del presente documento sono riservati - la riproduzione è vietata

Sommario

| | |
|---|----|
| PREMESSA | 2 |
| INTRODUZIONE | 3 |
| INQUADRAMENTO TERRITORIALE | 4 |
| INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO | 5 |
| STUDIO IDROGEOLOGICO | 6 |
| COMPLESSI IDROGEOLOGICI | 6 |
| UNITÀ IDROGEOLOGICHE | 7 |
| TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO | 9 |
| PIANIFICAZIONE DI BACINO | 10 |
| STUDIO IDROLOGICO | 13 |
| PREMESSA | 13 |
| CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI BACINI | 13 |
| STIMA DEGLI AFFLUSSI | 14 |
| CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE | 22 |
| COEFFICIENTE DI DEFLUSSO | 24 |
| TRASFORMAZIONE AFFLUSSI – DEFLUSSI | 29 |
| CONCLUSIONI | 30 |
| ALLEGATO A | 31 |

PREMESSA

Il seguente studio idrologico-idraulico è stato sviluppato nel rispetto delle indicazioni espresse nelle “Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali” - D.lgs 49/2010 “Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”, approvate dalla Regione Lazio con Delibera n.117 del 24 marzo 2020, in cui sono riportate le “soglie dimensionali” secondo le quali si differenziano le varie classi di intervento a cui è eventualmente associabile un determinato grado di impermeabilizzazione delle superficie ad esse interessate (Tabella 1, Capitolo 4.1). Come riportato nel Capitolo 4 delle sopracitate linee guida, ogni intervento che può essere ritenuto responsabile di una diminuzione “non trascurabile” di permeabilità (cfr. Tabella 1, classi di intervento 2-3-4) dovrà essere corredato da:

- a. uno studio idrologico-idraulico teso a valutare gli effetti indotti, sul reticolo idrico recettore di valle, dal possibile aumento delle massime portate di deflusso meteorico, conseguente alla trasformazione dell’uso del suolo (impermeabilizzazione potenziale delle superfici), rispetto allo stato dei luoghi;
- b. le opportune “azioni compensative”, mirate a garantire il “principio di invarianza idraulica”, predisposte sulla base degli esiti dello studio idrologico-idraulico, richiamato alla lettera a) (per maggiori dettagli si rimanda all’elaborato REL014).

Per maggiori dettagli si rimanda alle Linee guida sopracitate e in allegato alla presente relazione (Allegato A).

INTRODUZIONE

La società SOLARSAP TRE s.r.l., con sede in Via di Selva Candida n. 452 – 00166 Roma (RM) intende promuovere un’iniziativa su un area agricola disponibile totale di 64,89 ettari, ubicata in agro del Comune di MONTALTO DI CASTRO (VT), che ha come obiettivo l’uso delle tecnologie solari finalizzate alla realizzazione di un impianto agrivoltaico a terra denominato “SOLARE MONTALTO DI CASTRO GUINZA BELLA” da **32,086 MWp** di potenza nominale in DC, a cui corrisponde una potenza massima in immissione in AC di **30,00 MW**, come da preventivo STMG di Terna codice pratica 202300204, ripartito in due lotti di terreno agricolo:

| Lotto | Comune | Località | Area (ha) | Potenza nominale (kWp) | Latitudine | Longitudine | Altitudine media (m) |
|-------|-------------------------|--------------------|--------------|------------------------|-------------|-------------|----------------------|
| 1 | Montalto di Castro (VT) | Guinza della Merla | 30,966 | 16.843,20 | 42,378056°N | 11,686111°E | 68 |
| 2 | Montalto di Castro (VT) | Guinza Bella | 33,924 | 15.242,40 | 42,373611°N | 11,695°E | 70 |
| | | TOTALE | 64,89 | 32.085,60 | | | |

Tabella 1 – Descrizione del progetto

L’impianto in oggetto realizzato in area agricola può essere definito “agrivoltaico” in quanto si tratta di un impianto fotovoltaico che adotta soluzioni volte a preservare la continuità delle attività di coltivazione agricola e pastorale sul sito di installazione, e rispetta i requisiti minimi **A, B e D2** introdotti dalla Linee Guida in materia di Impianti Agrivoltaici alla Parte II art. 2.2, 2.3, 2.4 e 2.6, pubblicati dal MITE nel giugno 2022.

L’impianto in oggetto ricade in “**AREA IDONEA**” ai sensi del *Decreto Legislativo n.199/2021 art. 20 comma 8 lettera c) quater* in quanto l’area di progetto non è ricompresa nel perimetro dei beni

sottoposti a tutela ai sensi del D.Lgs. 42/2004 né ricade nella fascia di rispetto di 500 m dei beni sottoposti a tutela ai sensi della Parte Seconda oppure dell'art. 136 del medesimo D.Lgs.

INQUADRAMENTO TERRITORIALE

L'area interessata dall'intervento è ubicata nella parte Nord della Regione Lazio, in Provincia di Viterbo, in agro del Comune di Montalto di Castro, nella zona pianeggiante tra il Fiume Fiora e il Torrente Arrone, in località "Guinza Bella", ad una quota media sul livello del mare di 70 metri.

L'area di intervento si sviluppa su due lotti della superficie totale di 64,89 ha, tutti in agro del Comune di Montalto di Castro (VT), circa 7 km a Nord-Est del centro abitato di Montalto di Castro e circa 15 km a Sud-Ovest del Centro abitato di Tuscania (VT).



Figura 1 – Inquadramento Geografico

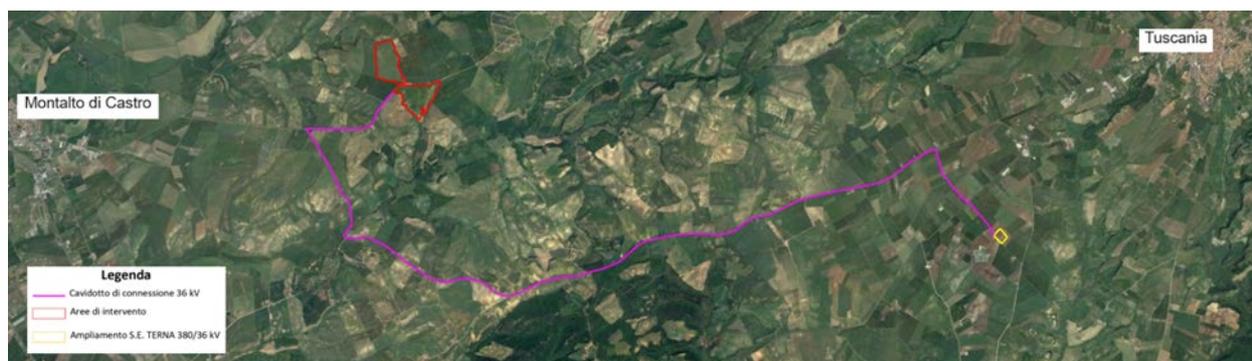


Figura 2 – Localizzazione area di intervento su ortofoto

INTERFERENZE CON IL RETICOLO IDROGRAFICO

Il percorso del cavidotto interrato si sviluppa interamente sulla viabilità pubblica e connette la Cabina di Consegna alla sezione a 36 kV del futuro ampliamento della SE di Tuscania.

Il tracciato del cavidotto interferisce con il reticolo idrografico in diversi punti (figura 3), nello specifico:

- corso d'acqua secondario (reticolo idrografico minore) circa 280 m dopo l'ingresso sulla S.P. n.4 Strada Dogana;
- il Torrente Arrone al km 14+250 della S.P. n.4 Strada Dogana in località Guado dell'Olmo;
- altri sei corsi d'acqua minori rispettivamente ai km 10+300, 10+100, 10+050, 7+800, 5+350 e 3+250 della S.P. n.4 Strada Dogana.

L'attraversamento dei corsi d'acqua sopraindicati e individuati nella seguente figura (sono stati individuati solo i primi due elencati in quanto il reticolo ufficiale della regione Lazio non riporta i corsi d'acqua minori) sarà realizzato con la tecnologia T.O.C. Trivellazione Orizzontale Controllata (per maggiori chiarimenti si rimanda agli elaborati EL024 e EL025). In tutto ciò non rientrano le aree oggetto di intervento (Figura 3), per le quali si prevede uno studio di invarianza idraulica mirato a garantire il "principio di invarianza idraulica" (per maggiori dettagli si rimanda all'elaborato REL014).

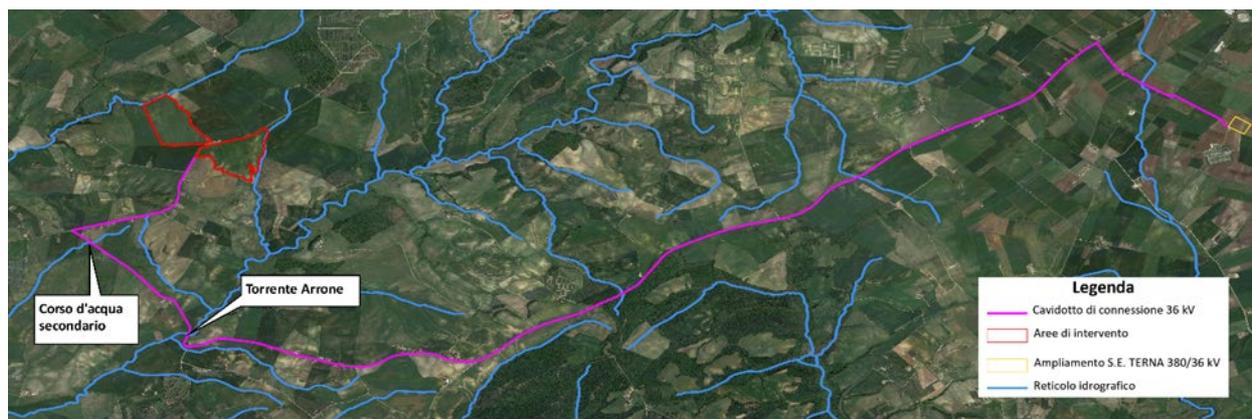


Figura 3 – Localizzazione area di intervento con individuazione reticolo idrografico su ortofoto

STUDIO IDROGEOLOGICO

COMPLESSI IDROGEOLOGICI

Nel territorio regionale del Lazio affiorano 25 complessi idrogeologici, costituiti da litotipi con caratteristiche idrogeologiche simili. Le caratteristiche idrogeologiche dei complessi sono espresse dal grado di “potenzialità acquifera”, definita come la capacità di ciascun complesso di assorbire, immagazzinare e restituire l’acqua. Sono presenti 7 classi di potenzialità acquifera, in funzione della permeabilità media e dell’infiltrazione efficace del complesso stesso: altissima – alta – medio alta – media – medio bassa – bassa – bassissima. Le falde e gli acquiferi contenuti nei complessi idrogeologici acquistano una significatività “locale” o “regionale” in funzione della loro capacità di soddisfare il fabbisogno idrico. Per “falda locale” si intende un corpo idrico sotterraneo in grado di soddisfare il fabbisogno idrico di un’unità territoriale a scala comunale, per “acquifero o falda regionale” si intende un corpo idrico sotterraneo in grado di soddisfare il fabbisogno idrico di un’unità territoriale a scala regionale.

Nello specifico l’area oggetto d’intervento appartiene al “Complesso dei depositi clastici eterogenei – potenzialità acquifera bassa” come evidenziato dalla figura 4. Si tratta di depositi prevalentemente sabbiosi e sabbioso – argillosi a luoghi cementati in facies marina e di transizione, terrazzati lungo la costa, sabbie e conglomerati fluviali di ambiente deltizio (PLIOCENE – OLOCENE). Spessore

variabile fino a un centinaio di metri. Il complesso non presenta una circolazione idrica sotterranea significativa. Ove sono presenti facies conglomeratiche di elevata estensione e potenza si ha la presenza di falde di interesse locale.

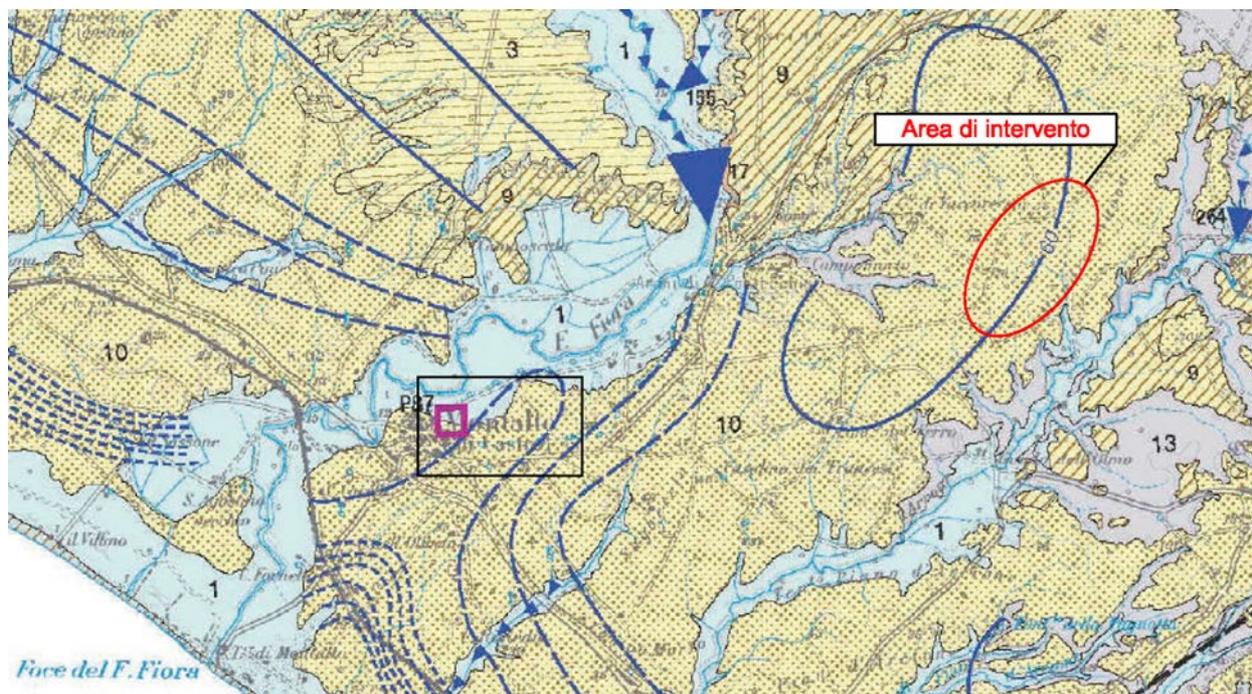


Figura 4 – Localizzazione dell'area di intervento su Carta Idrogeologica-Complessi idrogeologici
(www.regione.lazio.it)

UNITÀ IDROGEOLOGICHE

Nel territorio regionale del Lazio sono presenti 47 unità idrogeologiche. Ciascuna unità corrisponde ad un sistema idraulicamente definito, in cui la presenza di limiti idraulici, di natura generalmente nota, delimita le aree di ricarica di questi grandi serbatoi regionali. Le unità idrogeologiche, distinte in colori differenti in base alla prevalente natura litologica degli acquiferi in esse contenute, sono caratterizzate da un valore medio di infiltrazione efficace, espressione della ricarica media annua (mm/anno) che, secondo i principi dell'idrogeologia quantitativa, corrisponde alla valutazione delle risorse idriche sotterranee rinnovabili di ciascuna unità idrogeologica (L/s).

Nello specifico l'area oggetto d'intervento rientra nell'Unità Idrogeologica "Detritico – Alluvionali", tipo "T1: Depositi costieri terrazzati settentrionali" come evidenziato dalle seguenti figure.

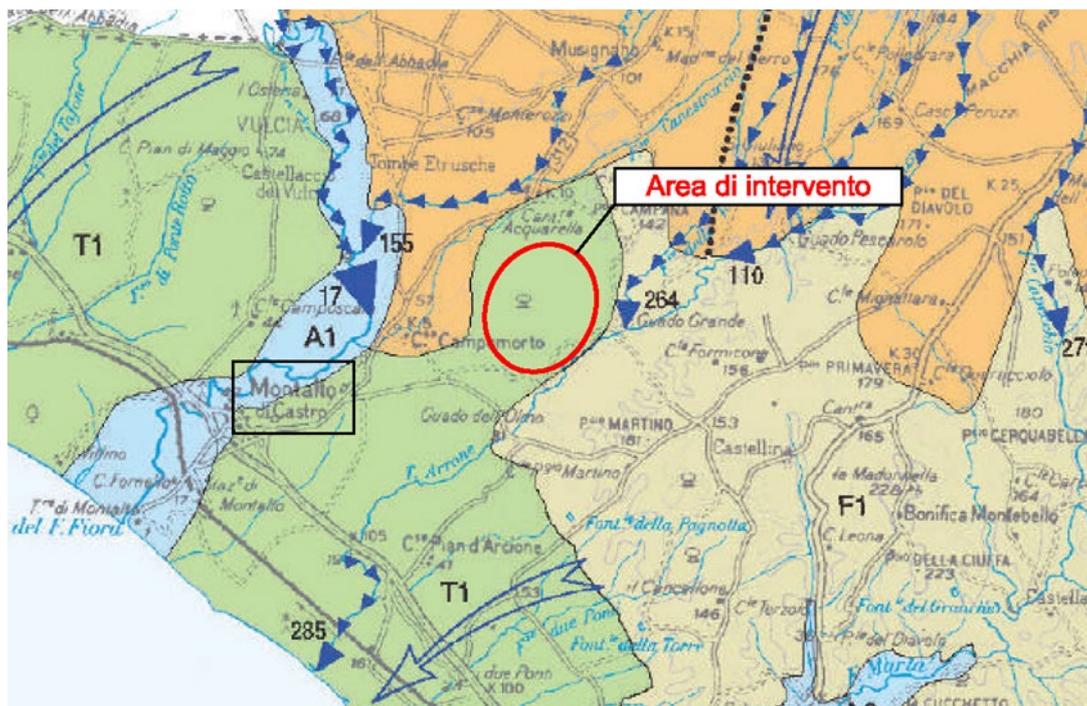


Figura 5 – Localizzazione dell’area di intervento su Carta Idrogeologica-Unità idrogeologiche (www.regione.lazio.it)

| UNITÀ IDROGEOLOGICA | | Area (km ²) | | Infiltrazione efficace media | |
|-----------------------------|-----|-------------------------|-----------|------------------------------|-------|
| | | totale | regionale | (mm/anno) | (L/s) |
| UNITÀ DETRITICO-ALLUVIONALI | T1 | 340 | 299 | 170 | 1830 |
| | T2 | 110 | 110 | 200 | 700 |
| | T3 | 79 | 79 | 190 | 470 |
| | T4 | - | 616 | - | - |
| | T5 | 126 | 126 | - | - |
| | T6 | 24 | 24 | - | - |
| | T7 | 255 | 255 | - | - |
| | T8 | 280 | 280 | 160 | 1420 |
| | T9 | 1205 | 1205 | - | - |
| | T10 | 336 | 336 | 220 | 2340 |
| | T11 | 705 | 705 | - | - |
| | T12 | 18 | 18 | - | - |
| | T13 | 103 | 103 | - | - |
| | T14 | - | 70 | - | - |

Figura 6 – Individuazione dell’unità idrogeologica dell’area di intervento (www.regione.lazio.it)

TIPOLOGIA DI USO DEL SUOLO

La Carta di Uso del Suolo (CUS) è una carta tematica di base che rappresenta lo stato attuale di utilizzo del territorio e si inquadra nell'ambito del Progetto CORINE Land Cover dell'Unione Europea.

La CUS, con un linguaggio condiviso e conforme alle direttive comunitarie, si fonda su 5 classi principali (Superfici artificiali, Superfici agricole utilizzate, Superfici boscate ed ambienti seminaturali, Ambiente umido, Ambiente delle acque) e si sviluppa per successivi livelli di dettaglio in funzione della scala di rappresentazione.

La CUS articola la lettura dell'intero territorio della Regione Lazio al IV° livello di dettaglio, per un totale di 72 classi di uso del suolo, con una unità minima cartografata di un ettaro. Costituisce un ausilio indispensabile alla ricerca applicata nell'ambito delle scienze naturali e territoriali, alla programmazione, alla pianificazione e gestione dei vari livelli territoriali.

La struttura della Carta (e del relativo database), costruita attraverso una legenda a sviluppo gerarchico, consente una grande flessibilità applicativa in ordine all'approfondimento ed alla integrazione delle classi, nonché un confronto temporale delle informazioni contenute consentendo la lettura territoriale ed il monitoraggio delle dinamiche evolutive.

Nel caso in esame, le aree in progetto ricadono in classe "Seminativi in aree non irrigue" (Figura 7).



Figura 7 – Localizzazione dell'area di intervento su Carta Uso Suolo

PIANIFICAZIONE DI BACINO

L'area di interesse ricade nel territorio perimetrato dal Piano di Assetto Idrogeologico (L.183/89 e successive modificazioni e integrazioni, nonché L.R. 39/96) dell'Autorità del Bacino Tevere (nel seguito sinteticamente riportato PAI). Si tratta di uno strumento conoscitivo, normativo e tecnico-operativo mediante il quale l'Autorità individua, nell'ambito del proprio territorio, le aree da sottoporre a tutela per la prevenzione e la rimozione delle situazioni di rischio, e pianifica e programma sia gli interventi finalizzati alla tutela e alla difesa delle popolazioni, degli insediamenti, delle infrastrutture e del suolo dal rischio di frana e d'inondazione, sia le norme d'uso del territorio.

Le finalità del PAI riguardano:

1. la difesa ed il consolidamento dei versanti e delle aree instabili, nonché la difesa degli abitati e delle infrastrutture dai movimenti franosi e da altri fenomeni di dissesto;
2. la difesa, la sistemazione e la regolazione dei corsi d'acqua;
3. la moderazione delle piene, anche mediante serbatoi d'invaso, vasche di laminazione, casse d'espansione, scaricatori, scolmatori, diversivi o altro, per la difesa dalle inondazioni e dagli allagamenti;
4. la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere e degli impianti nel settore idrogeologico e la conservazione dei beni;
5. la regolamentazione dei territori interessati dagli interventi ai fini della loro tutela ambientale, anche mediante la determinazione dei criteri per la salvaguardia e la conservazione delle aree demaniali, e la costituzione di parchi fluviali e di aree protette.

Il PAI prevede la ricognizione e classificazione di dissesti gravitativi ed idraulici, la loro successiva trasposizione cartacea a scala adeguata, l'individuazione delle aree a rischio ricadenti in fasce a pericolosità differenziata, la conseguente normativa di attuazione nonché l'individuazione degli interventi necessari per l'eliminazione e/o mitigazione del rischio idrogeologico.

Nel dettaglio, le aree oggetto di intervento si trovano al di fuori di qualsiasi rischio, come evidenziato dalla seguente figura.

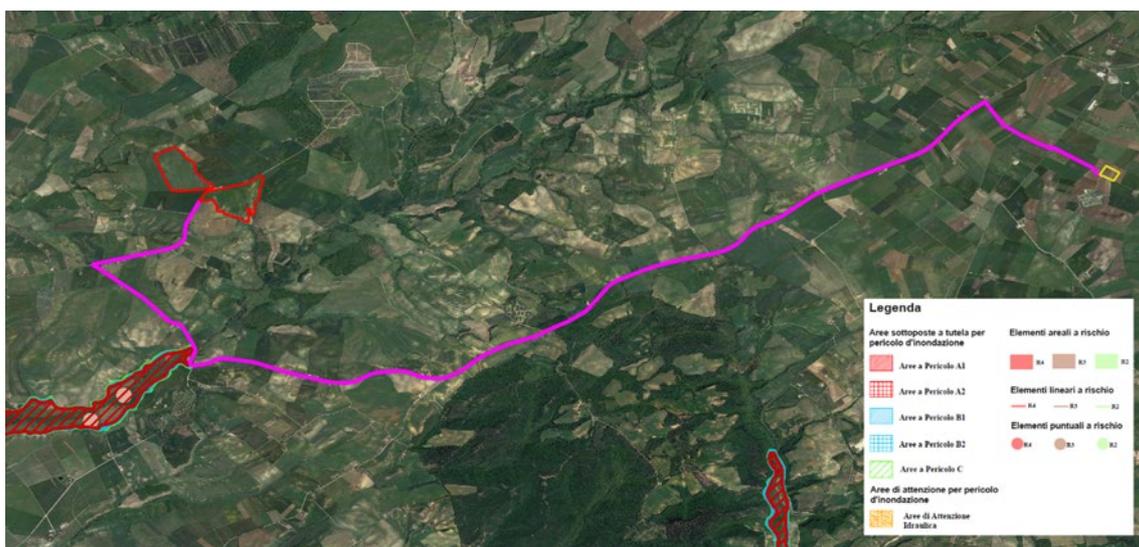


Figura 8 – Sovrapposizione vincoli PAI su area di intervento

Oltre ai vincoli del Piano di Assetto Idrogeologico, le aree di intervento sono interessate dal Piano di Gestione e Rischio Alluvioni (in seguito sinteticamente riportato PGRA) redatto in forza della direttiva 2007/60, recepita nell'ordinamento italiano dal D. lgs. n. 49/2010, ed approvato dal Presidente del Consiglio dei ministri con DPCM Pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale n. 28 del 3 febbraio 2017. La L.221/2015 ha modificato l'articolazione dei distretti idrografici precedentemente definiti con il D.Lgs.152/2006. Il nuovo assetto amministrativo consente, ai sensi dell'art. 4 comma 2 del DM 294/2016, di avere all'interno di ciascun Distretto un'unica Autorità competente. Il Piano è stato quindi elaborato per questo territorio con le relative mappe di pericolosità e di rischio.

Il PGRA riguarda tutti gli aspetti della gestione del rischio di alluvioni, in particolare la prevenzione, la protezione e la preparazione, comprese le previsioni di alluvione e il sistema di allertamento nazionale e tiene conto delle caratteristiche del bacino idrografico o del sottobacino interessato. Inoltre, può anche comprendere la promozione di pratiche sostenibili di uso del suolo, il miglioramento delle azioni di ritenzione delle acque, nonché l'inondazione controllata di certe aree in caso di fenomeno alluvionale. Nel PGRA sono definiti gli obiettivi della gestione del rischio di alluvioni evidenziando, in particolare, la riduzione delle potenziali conseguenze negative per la salute umana, il territorio, i beni, l'ambiente, il patrimonio culturale e le attività economiche e sociali, attraverso l'attuazione prioritaria di interventi non strutturali e di azioni per la riduzione della pericolosità.

In particolare, le aree oggetto di intervento si trovano al di fuori di qualsiasi rischio, come evidenziato dalla seguente figura.

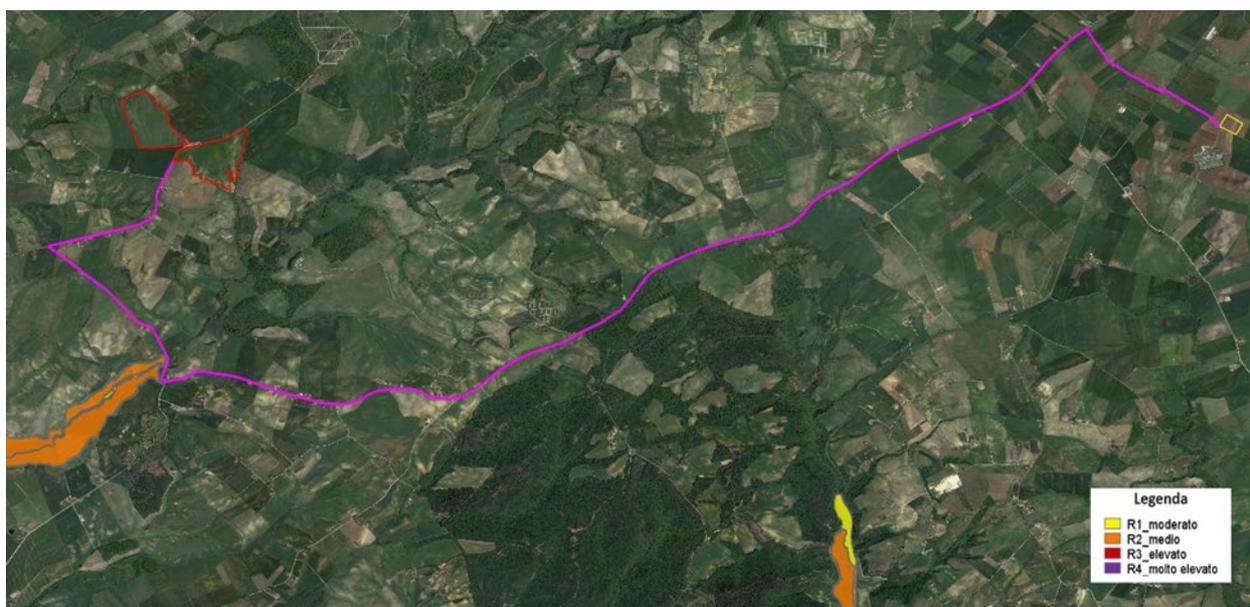


Figura 9 – Sovrapposizione vincoli PGRA su aree di intervento

STUDIO IDROLOGICO

PREMESSA

Il seguente studio idrologico è stato sviluppato nel rispetto delle indicazioni espresse nelle “Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali” - D.lgs 49/2010 “Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”, approvate dalla Regione Lazio con Delibera n.117 del 24 marzo 2020, in cui sono riportate le “soglie dimensionali” secondo le quali si differenziano le varie classi di intervento a cui è eventualmente associabile un determinato grado di impermeabilizzazione delle superficie ad esse interessate (Tabella 1, Capitolo 4.1). Come riportato nel Capitolo 4 delle sopracitate linee guida, ogni intervento che può essere ritenuto responsabile di una diminuzione “non trascurabile” di permeabilità (cfr. Tabella 1, classi di intervento 2-3-4) dovrà essere corredato da:

- a. uno studio idrologico-idraulico teso a valutare gli effetti indotti, sul reticolo idrico recettore di valle, dal possibile aumento delle massime portate di deflusso meteorico, conseguente alla trasformazione dell’uso del suolo (impermeabilizzazione potenziale delle superfici), rispetto allo stato dei luoghi;
- b. le opportune “azioni compensative”, mirate a garantire il “principio di invarianza idraulica”, predisposte sulla base degli esiti dello studio idrologico-idraulico, richiamato alla lettera a) (per maggiori dettagli si rimanda all’elaborato REL014).

Per maggiori dettagli si rimanda alle Linee guida sopracitate e in allegato alla presente relazione (Allegato A).

CARATTERISTICHE MORFOLOGICHE DEI BACINI

L’area interessata dall’intervento è suddivisa in 2 lotti, per ciascuno dei quali è stato individuato il bacino idrografico del corpo idrico recettore nel quale vengono scaricate le portate meteoriche provenienti dall’area interessata dalla trasformazione dell’uso del suolo. In particolare, i bacini idrografici delimitati sono stati nominati facendo riferimento al corrispondente lotto, come evidenziato nella successiva figura. Nella tabella 2 sono riportate le caratteristiche morfologiche dei bacini oggetto di studio, nello specifico la superficie, espressa in km², le quote minima, massima e media espresse in m, la lunghezza dell’asta principale espressa in km e la sua pendenza media in %.

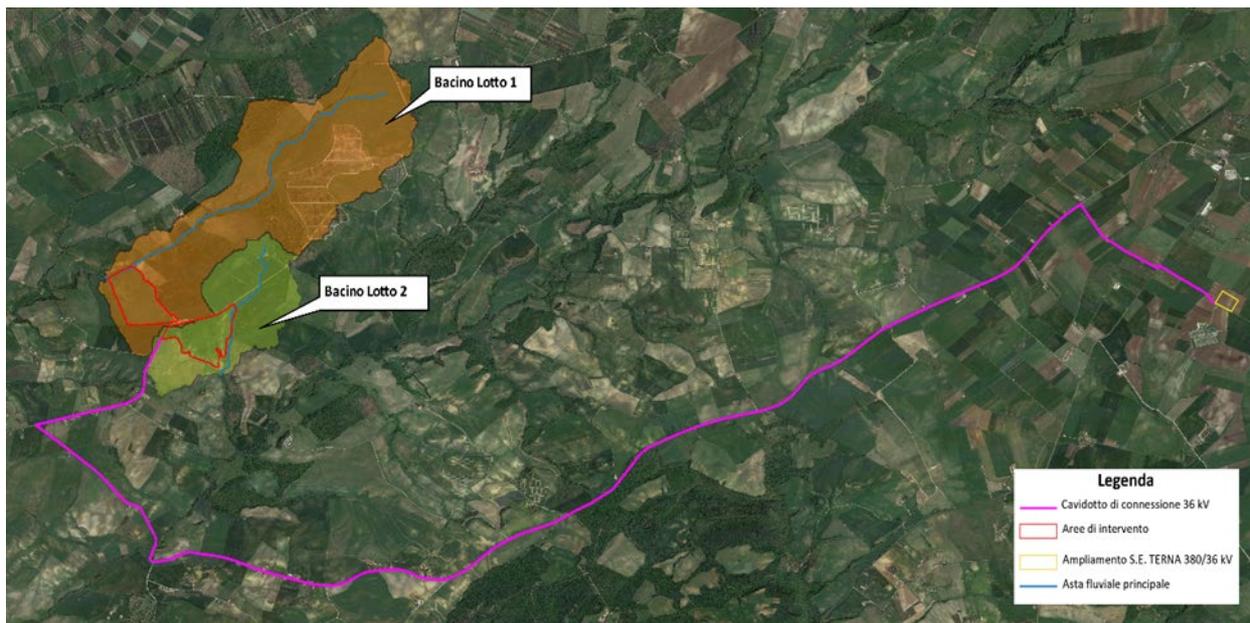


Figura 10 – Delimitazione e identificazione dei bacini idrografici di interesse

| ID | Area (km ²) | H _{min} (m) | H _{max} (m) | H _m (m) | L _{asta} (km) | p _m (%) |
|----------------|-------------------------|----------------------|----------------------|--------------------|------------------------|--------------------|
| Bacino Lotto 1 | 5,14 | 50,05 | 142,61 | 89,33 | 4,74 | 1,40% |
| Bacino Lotto 2 | 1,81 | 49,43 | 96,37 | 79,06 | 2,04 | 1,61% |

Tabella 2 – Caratteristiche morfologiche dei bacini

STIMA DEGLI AFFLUSSI

Il primo elemento fondamentale nella creazione del modello idrologico è costituito dalla stima degli afflussi.

Lo studio statistico delle piogge intense in un punto della superficie terrestre si sintetizza nella formulazione delle Curve di Possibilità Pluviometrica (CPP), ottenute a partire dall'elaborazione delle serie storiche dei valori massimi annuali delle altezze di precipitazione di assegnata durata, fornite da registrazioni pluviometriche.

Le CPP descrivono le proprietà statistiche degli eventi di pioggia intensa a scala puntuale ed esprimono un legame tra altezza di pioggia-durata-frequenza. In particolare, per un prefissato tempo di ritorno, la corrispondente CPP fornisce la relazione tra la durata della pioggia e la relativa altezza di precipitazione. In via di principio è possibile ricavare le curve relative alla pioggia media areale. L'operazione, però, oltre ad essere onerosa richiede la presenza nell'area in esame di un congruo numero di stazioni pluviometriche e funzionanti da un elevato numero di anni. Tale condizione non è però soddisfatta per la maggior parte del territorio italiano. Per questo motivo, generalmente, si procede stimando l'altezza di precipitazione puntuale che viene successivamente ragguagliata all'area attraverso un coefficiente di riduzione.

Nel caso in esame è stato eseguito un approccio regionale utilizzando la metodologia del progetto VAPI, sviluppato dal Gruppo Nazionale per la Difesa dalle Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI) del Consiglio Nazionale delle Ricerche [CNR, 1994].

L'adozione della legge TCEV è stata introdotta da Versace, Rossi et al. a seguito della constatazione del fatto che in numerosi pluviometri si sono registrati alcuni eventi assolutamente straordinari, indicati nella letteratura anglosassone come *outliers*. La probabilità di questi eventi è sottostimata da una legge di tipo Gumbel o da una legge log-normale, applicata a tutti i valori registrati.

Secondo l'approccio TCEV i valori estremi di una grandezza idrologica provengono da due diverse popolazioni: una degli eventi normali (componente bassa) ed un'altra dagli eventi eccezionali (*outliers*) legati a differenti fenomeni meteorologici.

Nel caso delle piogge intense il numero degli eventi straordinari registrati da un singolo pluviometro è molto basso, e ciò rende impossibile una stima efficace dei parametri della componente alta facendo riferimento alle singole serie di osservazioni. È necessario quindi far ricorso a metodi regionali, in modo da utilizzare per la stima dei parametri tutte le osservazioni di una regione pluviometricamente omogenea. La regionalizzazione viene eseguita sulle massime altezze giornaliere h_d , in modo da utilizzare anche i dati dei pluviometri ordinari, di cui si ha un ampio numero di registrazioni.

La distribuzione TCEV si esprime mediante la seguente espressione:

$$P_X(x) = e^{-A_1 e^{-\frac{x}{\theta_1}} - A_2 e^{-\frac{x}{\theta_2}}}$$

dove X è la variabile, x è un generico valore di X e i parametri indicano:

- Λ_1 e Λ_2 : il numero medio annuo di eventi indipendenti superiori a una soglia delle due popolazioni;
- Θ_1 e Θ_2 : il valore medio dell'intensità degli eventi che appartengono rispettivamente alla componente bassa e alla componente alta.

Ponendo $\Theta^* = \Theta_1 / \Theta_2$ e $\Lambda^* = \Lambda_2 / \Lambda_1 / \Theta^*$ si possono considerare per le successive elaborazioni i 4 parametri Λ^* , Θ^* , Λ_1 e Θ_1 .

Secondo la procedura proposta da Versace vengono considerati tre livelli di regionalizzazione, individuando:

- al primo livello, regioni omogenee rispetto ai parametri Λ^* e Θ^* , da cui deriva l'omogeneità rispetto al coefficiente di asimmetria;
- al secondo livello, zone omogenee anche rispetto al parametro Λ_b ; da cui deriva l'omogeneità rispetto al coefficiente di variazione;
- al terzo livello, sottozone omogenee rispetto alla dipendenza del parametro Θ_b , d e quindi della media μ_{hd} , da alcune grandezze geografiche locali.

Per la determinazione dell'intensità di pioggia per differenti tempi di ritorno, è utilizzata la procedura proposta da Calenda G., Casentino C. (1996) relativa all'analisi regionale delle piogge brevi dell'Italia Centrale.

Le curve di crescita necessarie per correlare il periodo di ritorno T con il coefficiente probabilistico di crescita K_T sono definite dalla seguente relazione:

$$T = \frac{1}{1 - F_k(K_T)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 \cdot e^{-\tau K_T} - \Lambda_2 \cdot \Lambda_1^{1/\delta} \cdot e^{-\tau K_T / \delta})}$$

I compartimenti di Roma e Pescara risultano suddivisi complessivamente in 3 zone omogenee, le quali sono suddivise ulteriormente per il terzo livello di regionalizzazione nei confronti delle precipitazioni intense secondo le aree riportate nella figura di seguito.

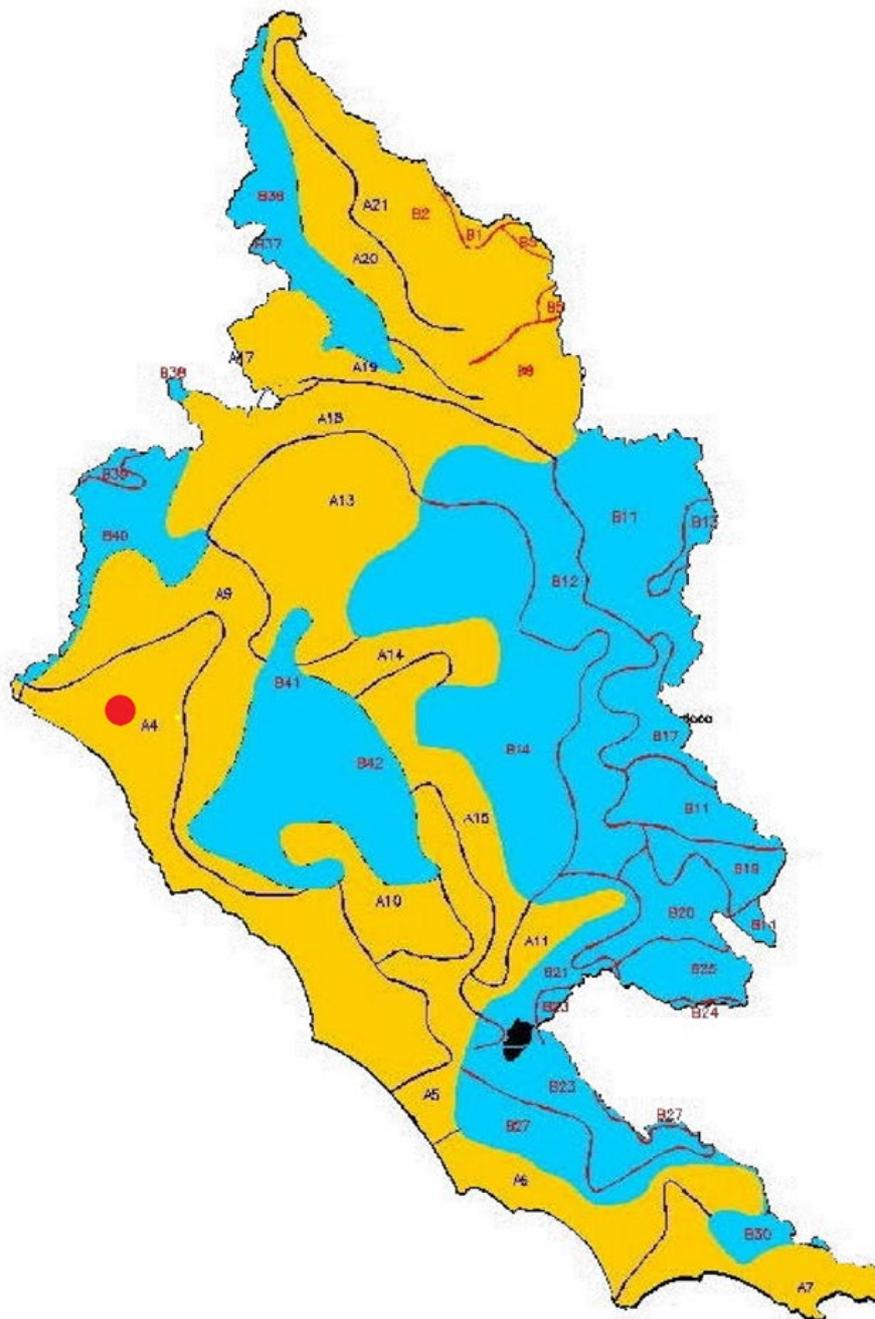


Figura 11 – Individuazione della sottozona dell’area in esame (pallino rosso)

L’area oggetto di studio, appartenente al comune di Roma (RM) ricade all’interno della zona A4 per la quale i parametri della regionalizzazione sono i seguenti:

| | | |
|----------------------------|---|-------------------------|
| SOLARSAP DUE s.r.l. | Relazione idrologica e idrogeologica | Elaborato REL011 |
| | | Rev. 00 del 15/12/2023 |

| REGIONE A - TIRRENICA | | | |
|--|------------------------------|--|---------------------------|
| 1° Livello di regionalizzazione | | 2° Livello di regionalizzazione | |
| Λ^* | θ^* | Λ_1 | β |
| 0.174 | 3.49 | 29.314 | 4.48 |

Tabella 3 – Parametri regionali piogge giornaliere

Nella tabella seguente sono riportati i valori del fattore di crescita K_T per la regione A – Tirrenica e per i diversi tempi di ritorno.

| T (anni) | 2 | 5 | 10 | 20 | 25 | 40 | 50 | 100 | 200 | 500 | 1000 |
|-----------------|----------|----------|-----------|-----------|-----------|-----------|-----------|------------|------------|------------|-------------|
| K_T (SZOA) | 0.89 | 1.22 | 1.49 | 1.84 | 1.97 | 2.29 | 2.45 | 2.98 | 3.52 | 4.23 | 4.77 |

Figura 12 – Fattori di crescita piogge giornaliere

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento alla seguente espressione semplificata:

$$K_T = \left(\frac{\theta^* \text{Ln } \Lambda^*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta^*}{\eta} \text{Ln } T$$

che, dati i valori assunti dai parametri della distribuzione TCEV nell'area esaminata, diventa:

$$(SZOA) K_T = -0.6086 + 0.779 \text{Ln } T$$

$$(SZOB) K_T = 0.6419 + 0.289 \text{Ln } T$$

$$(SZOC) K_T = 0.5296 + 0.459 \text{Ln } T$$

La stima dell'intensità di precipitazione puntuale (terzo livello di regionalizzazione) di durata d e tempo di ritorno T si ottiene moltiplicando il fattore di crescita (K_T) con l'intensità indice $[m(i_i)]$ definita dalla legge intensità-durata a tre parametri:

$$m(i_t) = m(i_o) \times \left(\frac{b}{b+t}\right)^m$$

dove:

- $m(i_o)$ media del massimo annuale dell'intensità istantanea
- b parametro di trasformazione della scala temporale indipendente dal tempo di ritorno (T) e dalla durata (t)
- m parametro adimensionale compreso tra 0 e 1 espresso secondo la seguente espressione

$$m = \frac{\ln[m(i_g)] - \ln[m(i_o)] + \ln[\delta]}{\ln\left[\frac{b}{b+24}\right]}$$

$\delta = m(i_{24}) / m(i_g) = 1.15$ ed è il rapporto tra l'intensità media nella 24 ore e quella giornaliera $m(i_g)$ media del massimo annuale dell'intensità giornaliera;

dipende linearmente dalla quota della stazione pluviometrica e vale $m(i_g) = (C \times Z + D) / 24$

| Sottozona | C (mm/m) | D (mm) | b (h) | m | m_{i0}/m_{i24} |
|-----------|-------------|-----------|----------|--------|------------------|
| A4 | 0,03390 | 67,67 | 0,1705 | 0,7881 | 49,62 |

Tabella 4 – Parametri di calcolo per la sottozona in esame

In definitiva, l'intensità di pioggia relativa all'area in esame ed associata ad un periodo di ritorno (T) è data da:

$$i_t(T) = K_T \times m(i_t) = K_T \times (116.0325 \times \left(\frac{0.1744}{0.1744 + t}\right)^{0.7943})$$

Di seguito si riportano i parametri calcolati secondo quanto illustrato in precedenza, insieme alla curva di possibilità pluviometrica.

Bacino Lotto 1

| | |
|--------------|------|
| T (anni) | 30 |
| K_T (SZOA) | 2,04 |

| $m(h_g)$ (mm/h) | m_{i24} (mm/h) | m_{i0} (mm/h) |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| 2,95 | 3,39 | 168,09 |

Tabella 5 – Valori parametri di calcolo per l'intensità di pioggia

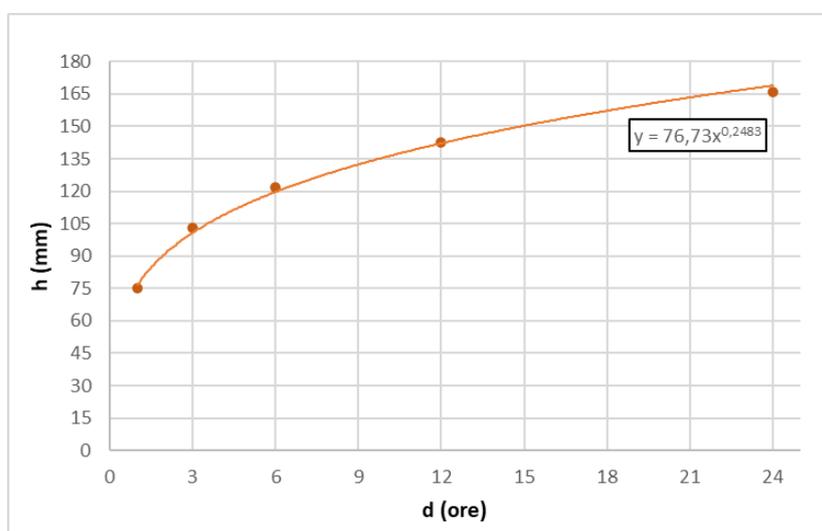


Figura 13 – Curva di possibilità pluviometrica Tr 30 anni

| TR | a | n |
|----|-------|------|
| 30 | 76,73 | 0,25 |

Tabella 6 – Valori parametri della CPP Tr 30 anni

Bacino Lotto 2

| | |
|--------------|------|
| T (anni) | 30 |
| K_T (SZOA) | 2,04 |

| $m(h_g)$ (mm/h) | m_{i24} (mm/h) | m_{i0} (mm/h) |
|--------------------|---------------------|--------------------|
| 2,93 | 3,37 | 167,27 |

Tabella 7 – Valori parametri di calcolo per la CPP

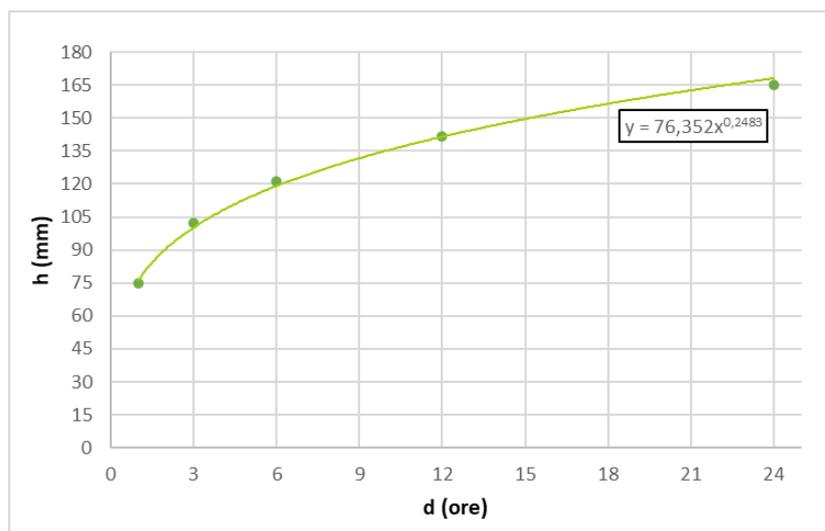


Figura 14 – Curva di possibilità pluviometrica Tr 30 anni

| TR | a | n |
|----|-------|------|
| 30 | 76,35 | 0,25 |

Tabella 8 – Valori parametri della CPP Tr 30 anni

Per ciascun lotto in esame, come indicato nelle Linee Guida della Regione Lazio (Allegato A) è stato utilizzato come durata critica un valore di 2 ore. Considerando questo valore, conoscendo le curve di possibilità pluviometrica relative ai diversi tempi di ritorno, è stata calcolata l'intensità di pioggia critica per ciascun lotto per un tempo di ritorno pari a 30 anni (Tabella 9).

| | T_r | i_c [mm/h] |
|----------------|-------|--------------|
| Bacino Lotto 1 | 30 | 45,57 |
| Bacino Lotto 2 | 30 | 45,34 |

Tabella 9 – Intensità di pioggia critica Tr 30 anni

CALCOLO DEL TEMPO DI CORRIVAZIONE

L'analisi statistica delle piogge richiede il calcolo del tempo di corrivazione dei bacini in esame (tempo che impiega la particella più "sfavorita" a raggiungere la sezione di chiusura). A tale fine, nel seguente studio, sono state adoperate differenti formule, utilizzando alla fine il valore medio dei tempi ottenuti:

1. Formula di Giandotti

$$t_c = \frac{4\sqrt{S} + 1.5L_a}{0.8\sqrt{H_{med} - H_0}}$$

dove:

- t_c (ore) è il tempo di corrivazione;
- S (kmq) l'area del bacino idrografico;
- L_a (km) la lunghezza dell'asta principale;
- H_{med} (m) l'altitudine media del bacino;
- H_0 (m) la quota della sezione di chiusura.

2. Formula di Viparelli

$$t_c = \frac{L_a}{V}$$

dove:

- t_c (ore) è il tempo di corrivazione;
- L_a (km) è la lunghezza dell'asta principale;
- V (km/h) è la velocità media di scorrimento.

3. Formula di Pezzoli

$$t_c = \frac{0.055 L}{\sqrt{i}}$$

dove:

- t_c (ore) è il tempo di corrivazione;
- L (km) è la lunghezza dell'asta principale;
- i (m/m) è la pendenza media dell'asta principale.

4. Formula di Ventura

$$t_c = 0.127 \frac{\sqrt{S}}{\sqrt{i}}$$

dove:

- t_c (ore) è il tempo di corrivazione;
- S (km²) è la superficie del bacino;
- i (m/m) è la pendenza media dell'asta principale.

5. Formula di Pasini

$$t_c = 0.108 \frac{\sqrt[3]{S L}}{\sqrt{i_v}}$$

dove:

- t_c (ore) è il tempo di corrivazione;
- S (km²) è la superficie del bacino;
- L (km) è la lunghezza dell'asta principale;
- i (m/m) è la pendenza media del bacino.

Di seguito si riportano i valori dei tempi di corrivazione ottenuti secondo quanto detto in precedenza.

| | <i>Giandotti</i> | <i>Pezzoli</i> | <i>Ventura</i> | <i>Pasini</i> | <i>Viparelli</i> | <i>Valore medio</i> |
|-----------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|--------------------------|
| | t_c (h) |
| Bacino Lotto 1 | 3,23 | 2,20 | 2,43 | 2,65 | 0,88 | 2,28 |
| Bacino Lotto 2 | 1,94 | 0,88 | 1,35 | 1,31 | 0,38 | 1,17 |

Tabella 10 – Valori dei tempi di corrivazione dei bacini in esame

COEFFICIENTE DI DEFLUSSO

Nota la pioggia areale, per la determinazione del deflusso diretto è necessario valutare la pioggia effettiva e, quindi, la quantità di pioggia che viene assorbita dal suolo e quella intercettata dalla vegetazione, mentre la quantità di pioggia persa per evapotraspirazione è trascurabile per eventi meteorici particolarmente intensi.

Per effettuare tale stima, devono essere definiti i coefficienti di deflusso (Φ). Il passaggio dalla precipitazione lorda alla precipitazione netta dipende da:

- caratteristiche del bacino: uso e tipo dei suoli, stato di umidità del suolo all'inizio dell'evento;
- caratteristiche degli afflussi: altezza totale di precipitazione, dinamica temporale e distribuzione spaziale dell'evento.

Le perdite idrologiche vengono generalmente suddivise in:

- intercettazione;
- evapotraspirazione;
- immagazzinamento nelle depressioni superficiali;
- infiltrazione.

Nei modelli di piena, l'infiltrazione sulle aree permeabili o semipermeabili costituisce senz'altro la componente principale. Meno significativa, ma spesso non trascurabile, è la perdita che avviene sul bacino per immagazzinamento nelle depressioni superficiali dalle quali l'acqua viene allontanata solo

per evaporazione o infiltrazione. Le perdite per intercettazione e per evapotraspirazione sono invece importanti esclusivamente nell'analisi della risposta del bacino su lunghi periodi temporali.

Nel caso in esame la determinazione del coefficiente Φ è stata effettuata, attraverso il metodo del *Curve Number* (CN), proposto dal *Soil Conservation Service* (SCS).

Il modello si basa sull'ipotesi che sussista la seguente relazione di proporzionalità:

$$\frac{S'}{S} = \frac{P_e}{P}$$

in cui S indica la massima capacità d'assorbimento del suolo in condizioni di saturazione e S' è il volume specifico di acqua complessivamente perduto.

$$P_e = P - S'$$

$$S' = P - P_e$$

$$P - P_e = S * \frac{P_e}{P}$$

$$P = P_e * \left(1 + \frac{S}{P}\right) = P_e * \left(\frac{P + S}{P}\right)$$

$$P_e = \frac{P^2}{P + S}$$

Introducendo al posto di P il termine $(P - I_a)$, con $I_a = c * S$, che rappresenta le perdite iniziali per unità di superficie, dove c'è un coefficiente generalmente variabile tra 0.1 e 0.2, si ottiene la seguente relazione finale:

$$P_e = \frac{(P - I_a)^2}{P - I_a + S}$$

La massima capacità d'assorbimento del suolo, S, dipende dalla natura del terreno e dall'uso del suolo, globalmente rappresentati dal parametro CN, secondo la seguente relazione:

$$S = S_0 * \left(\frac{100}{CN} - 1\right)$$

| | | |
|----------------------------|---|---|
| SOLARSAP DUE s.r.l. | Relazione idrologica e idrogeologica | Elaborato REL011 Rev. 00 del 15/12/2023 |
|----------------------------|---|---|

dove $0 < CN \leq 100$, ed S_0 è un fattore di scala ed è pari a 254 mm. Pertanto, il modello risulta monoparametrico, quindi, il CN è il solo parametro che descrive complessivamente il fenomeno dell'assorbimento.

L'SCS ha classificato i tipi di suolo, per sistemazione e condizione idrica, in quattro gruppi omogenei:

| <i>Tipo idrologico di suolo</i> | <i>Descrizione</i> |
|---------------------------------|--|
| A | Scarsa potenzialità di deflusso. Comprende sabbie profonde con scarsissimo limo e argilla; anche ghiaie profonde, molto permeabili. |
| B | Potenzialità di deflusso moderatamente bassa. Comprende la maggior parte dei suoli sabbiosi meno profondi che nel gruppo A, ma il gruppo nel suo insieme mantiene alte capacità di infiltrazione anche a saturazione. |
| C | Potenzialità di deflusso moderatamente alta. Comprende suoli sottili e suoli contenenti considerevoli quantità di argilla e colloidali, anche se meno che nel gruppo D. Il gruppo ha scarsa capacità di infiltrazione a saturazione. |
| D | Potenzialità di deflusso molto alta. Comprende la maggior parte delle argille con alta capacità di rigonfiamento, ma anche suoli sottili con orizzonti pressoché impermeabili in vicinanza delle superfici. |

Figura 15 – Classificazione dei tipi di suolo

Per il tipo di copertura (uso del suolo):

| Valori del parametro CN (adimensionale) | ← Tipo idrologico Suolo → | | | |
|--|---------------------------|----|----|----|
| | A | B | C | D |
| ↓ Tipologia di Uso del Territorio | | | | |
| Coltivazioni, in presenza di pratiche di conservazione del suolo | 62 | 71 | 78 | 81 |
| Coltivazioni, in assenza di pratiche di conservazione del suolo | 72 | 81 | 88 | 91 |
| Terreno da pascolo: cattive condizioni | 68 | 79 | 86 | 89 |
| buone condizioni | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Boschi, in presenza di copertura rada e senza sottobosco | 45 | 66 | 77 | 83 |
| Boschi e foreste, in presenza di copertura fitta e con sottobosco | 25 | 55 | 70 | 77 |
| Spazi aperti con manto erboso superiore al 75% dell'area | 39 | 61 | 74 | 80 |
| Spazi aperti con manto erboso compreso tra il 50 ed il 75% dell'area | 49 | 69 | 79 | 84 |
| Spazi aperti con manto erboso inferiore al 50% dell'area | 68 | 79 | 86 | 89 |
| Zone industriali (area impermeabile 72%) | 81 | 88 | 91 | 93 |
| Zone commerciali e industriali (area imperm. 85%) | 89 | 92 | 94 | 95 |
| Zone residenziali, lotti fino a 500 m ² (area imperm. 65%) | 77 | 85 | 90 | 92 |
| Zone residenziali, lotti di 500÷1000 m ² (area imperm. 38%) | 61 | 75 | 83 | 87 |
| Zone residenziali, lotti di 1000÷1500 m ² (area imperm. 30%) | 57 | 72 | 81 | 86 |
| Zone residenziali, lotti di 1500÷2000 m ² (area imperm. 25%) | 54 | 70 | 80 | 85 |
| Zone residenziali, lotti di 2000÷5000 m ² (area imperm. 20%) | 51 | 68 | 79 | 84 |
| Zone residenziali, lotti di 5000÷10000 m ² (area imperm. 12%) | 46 | 65 | 77 | 82 |
| Parcheggi, tetti, autostrade, | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Strade pavimentate o asfaltate, dotate di drenaggio | 98 | 98 | 98 | 98 |
| Strade con letto in ghiaia | 76 | 85 | 89 | 91 |
| Strade battute in terra | 72 | 82 | 87 | 89 |

Figura 16 - Classificazione di CN sulla base della classificazione dei tipi di suolo

Per quanto riguarda le condizioni di umidità del suolo, antecedenti (5 giorni) al momento dell'evento meteorico, l'SCS individua tre classi AMC I, AMC II e AMC III:

| Classe AMC | Stagione di riposo | Stagione di crescita |
|------------|--------------------|----------------------|
| I | < 12.7 mm | <35.5 mm |
| II | 12.7-28.0 mm | 35.5-53.3 mm |
| III | >28.0 mm | >53.3 mm |

Figura 17 - Condizioni di umidità

| | | |
|----------------------------|---|---|
| SOLARSAP DUE s.r.l. | Relazione idrologica e idrogeologica | Elaborato REL011 Rev. 00 del 15/12/2023 |
|----------------------------|---|---|

Nel caso in esame, secondo quanto riportato nel capitolo 3, dalla figura 15 le aree oggetto di intervento ricadono in classe C, quindi dalla successiva classificazione (figura 16) si ricava un CN medio pari a 78.

Calcolato il CN nelle condizioni medie (CNII), gli altri due valori possono essere adattati a diverse condizioni di umidità attraverso le relazioni:

$$CN(I) = \frac{CN(II)}{2.3 - 0.013CN(II)}$$

$$CN(III) = \frac{CN(II)}{0.43 + 0.0057CN(II)}$$

Di seguito sono riportati i valori del CN(I) e CN(III).

| CN (I) | CN (III) |
|--------|----------|
| 60,65 | 89,18 |

Tabella 11 – Valori del Curve Number per le diverse condizioni di umidità

Il coefficiente Φ , in particolare, è stato stimato con il metodo del Curve Number (CN) secondo cui vale:

$$\Phi = (H - 0.2 S)^2 / (H(H + 0.8 S))$$

dove:

- Φ è il coefficiente di deflusso
- H è l'altezza di precipitazione, in mm, che cade in un punto del bacino in una durata pari a t_c con l'assegnato Tempo di ritorno, nel caso in esame pari a 30 anni;
- S è la massima capacità d'assorbimento del suolo, definita in precedenza secondo il metodo del Curve Number (nel caso in esame, trattandosi di suolo agricolo, è stato calcolato un valore di S corrispondente al CN(I)).

Pertanto, per il “Bacino Lotto 1” è stato ricavato un coefficiente di deflusso (Φ) pari a 0.18, mentre per il “Bacino Lotto 2” pari a 0.13.

TRASFORMAZIONE AFFLUSSI – DEFLUSSI

I modelli di formazione dei deflussi si propongono di fornire una descrizione matematica dei processi idrologici che si svolgono nel bacino idrografico, considerandolo, in analogia alla teoria dei sistemi, come un sistema (sistema prototipo) soggetto ad un ingresso, un'intensità di pioggia, e ad un'uscita (o risposta) rappresentata dall'andamento della portata nel tempo $q(t)$ defluente attraverso la sezione di chiusura.

Nel caso in esame la trasformazione degli afflussi in deflussi è stata effettuata mediante il metodo razionale detto anche cinematico, il quale fornisce la portata di piena tramite l'espressione:

$$Q = \frac{\Phi \times i_c \times A}{3,6}$$

dove:

- Q è la portata in m^3/s ;
- Φ è il coefficiente di deflusso;
- A è l'area del bacino in km^2 ;
- i_c è l'intensità di pioggia per una durata pari al tempo di corrivazione t_c espressa in mm/h .

Le ipotesi su cui si basa la formula sono le seguenti:

- l'intensità di pioggia è costante su tutto il bacino nell'intervallo di tempo considerato;
- il coefficiente di deflusso medio del bacino rimane costante nell'intervallo di tempo considerato;
- il tempo di ritorno della piena è pari a quello dell'evento di pioggia;
- la portata massima alla sezione di chiusura si verifica dopo un intervallo di tempo a partire dall'inizio dell'evento piovoso pari al tempo di corrivazione.

Di seguito sono riportati i valori della portata di piena ottenuti dal calcolo.

| ID | Area (km ²) | Φ | i_c (mm/h) | Q (m ³ /s) |
|----------------|-------------------------|--------|--------------|-----------------------|
| Bacino Lotto 1 | 5,14 | 0,18 | 41,34 | 10,38 |
| Bacino Lotto 2 | 1,81 | 0,13 | 68,13 | 4,45 |

Tabella 12 – Calcolo delle portate di piena

CONCLUSIONI

Lo studio idrologico del progetto dell'impianto in questione, a valle di un inquadramento idrogeologico ha permesso di valutare l'idrologia locale dell'area in progetto nonché le portate di colmo per un tempo di ritorno pari a 30 anni.

Definito il regime idrologico, i parametri calcolati da quest'ultimo sono stati utilizzati per redigere il successivo studio di invarianza idraulica (secondo quanto riportato al paragrafo 6.1) al fine di stimare dei volumi di laminazione per ciascun lotto con portata massima allo scarico (considerando l'area impermeabilizzata) stimata per una durata di 2 ore e tempo di ritorno 30 anni.

In tal modo, si è verificato il principio di invarianza idraulica, secondo il quale le portate massime di deflusso meteorico scaricate dalle aree in trasformazione nei ricettori naturali o artificiali di valle non sono maggiori di quelle preesistenti alla trasformazione stessa.

ALLEGATO A



Repubblica Italiana

Bollettino Ufficiale della Regione Lazio

Disponibile in formato elettronico sul sito: www.regione.lazio.it

Legge Regionale n.12 del 13 agosto 2011

Data 2/04/2020

Numero 37

Periodicità bisettimanale

Direzione Redazione ed Amministrazione presso la Presidenza della Giunta Regionale Via Cristoforo Colombo, 212 – 00147 ROMA
Direttore del Bollettino: Dott. Alessandro Bacci

Regione Lazio

Atti della Giunta Regionale e degli Assessori

Deliberazione 24 marzo 2020, n. 117

**Approvazione delle "Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" - D.lgs 49/2010
"Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni".**

OGGETTO: Approvazione delle “Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali” - D.lgs 49/2010 “Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”.

LA GIUNTA REGIONALE

Su proposta dell'Assessore Lavori Pubblici e Tutela del Territorio, Mobilità di concerto con l'Assessore alle Politiche abitative, Urbanistica, Ciclo dei Rifiuti e impianti di trattamento, smaltimento e recupero;

VISTO lo Statuto della Regione Lazio;

VISTA la legge regionale 18 febbraio 2002, n. 6 concernente “Disciplina del sistema organizzativo della Giunta e del Consiglio e disposizioni relative alla dirigenza ed al personale regionale” e successive modifiche e integrazioni;

VISTO il regolamento regionale 6 settembre 2002, n. 1 recante “Regolamento di organizzazione degli uffici e dei servizi della Giunta regionale” e successive modifiche e integrazioni;

VISTA la Direttiva 2007/60/CE sulla valutazione e gestione del rischio alluvioni e il D.lgs 23 febbraio 2010 n. 49 “Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni”;

TENUTO CONTO che il D.lgs 23 febbraio 2010 n. 49 all'art 7, comma 4, lettera d), prevede che i piani di gestione del rischio di alluvioni comprendano misure per la gestione del suolo e delle acque;

VISTA la determinazione dirigenziale n°G13539 del 05/11/2015 avente per oggetto: “D.lgs 49/2010 in attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni – Approvazione documento finale del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni ai sensi dell'art 7 comma 3 lettera b) del D.lgs 49/2010 e trasmissione al Distretto Idrografico Appennino Settentrionale, Distretto Idrografico Appennino Centrale, e Distretto Idrografico Appennino Meridionale”;

VISTO il Decreto del Segretario Generale dell'Autorità dei Bacini del Lazio - numero 8 del 30/11/2015 avente per oggetto: “D.lgs 49/2010 attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni. Progetto di piano di gestione del rischio alluvioni dell'UoM Autorità dei Bacini Regionali del Lazio”;

CONSIDERATO che tra le misure da intraprendere nei progetti dei piani approvati vi è anche la misura di prevenzione classificata M21: Regolamentazione dell'uso del suolo;

VISTO il DPCM 19 giugno 2019 pubblicato sulla Gazzetta Ufficiale Serie Generale n. 194 del 20/08/2019 “Approvazione dell'aggiornamento del Piano di bacino del fiume Tevere - V stralcio funzionale per il tratto metropolitano di Roma da Castel Giubileo alla foce - PS5” in cui nell'allegato sono indicati i “Contenuti degli studi di compatibilità idraulica relativamente alla sicurezza idraulica e al concetto di invarianza idraulica”;

CONSIDERATO che il suddetto aggiornamento disciplina e tutela gli aspetti idrogeologici e ambientali dell'area vasta, con l'obiettivo di salvaguardare il sistema delle acque superficiali-sotterranee e valorizzare i Corridoi fluviali (Tevere, Aniene) e 14 Corridoi ambientali del reticolo secondario;

CONSIDERATO altresì che viene introdotto il concetto di invarianza idraulica, ovvero che ogni nuova trasformazione dello stato del suolo non deve costituire un aggravio di portata del reticolo idrografico;

RITENUTO necessario che in tutto il territorio regionale siano previste, in fase di progettazione e realizzazione per le future aree urbane, misure finalizzate all'invarianza idraulica, per non incrementare potenziali situazioni di rischio e conservare l'equilibrio idraulico del territorio;

VISTO l'allegato "A" alla presente deliberazione denominato "Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" che costituisce parte integrante e sostanziale della presente deliberazione;

PRESO ATTO delle finalità delle sudette Linee Guida sulla invarianza idraulica ovvero di prevedere nella trasformazione dell'uso del suolo, opportune "azioni compensative" tese a far sì che le massime portate di deflusso meteorico, provenienti dalle aree oggetto delle trasformazioni e recapitate nei corpi idrici recettori di valle, non risultino maggiori delle massime portate di deflusso meteorico preesistenti alla suddetta trasformazione;

RITENUTO che l'applicazione delle Linee Guida richiamate sia utile alla riduzione degli allagamenti causati da piogge intense, tipici del solo ambiente urbano e che preveda il miglioramento della capacità di drenaggio artificiale;

RITENUTO inoltre che l'applicazione delle Linee Guida garantirà, per le future aree urbane, la salvaguardia e non il peggioramento della capacità ricettiva del sistema idrogeologico, al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall'incremento dell'impermeabilizzazione dei suoli;

DELIBERA

- di approvare le "Linee Guida sulla invarianza idraulica nelle trasformazioni territoriali" di cui all'Allegato "A" che costituisce parte integrante e sostanziale della presente deliberazione.

Il presente provvedimento non comporta oneri a carico del bilancio regionale.

La presente deliberazione sarà pubblicata sul BUR Lazio e sul sito www.regione.lazio.it.

Allegato A**“LINEE GUIDA SULLA INVARIANZA IDRAULICA NELLE
TRASFORMAZIONI TERRITORIALI”**

Sommarario

| | |
|---|---|
| 1. FINALITÀ | 1 |
| 2. AMBITO DI APPLICAZIONE..... | 2 |
| 3. INDICAZIONI OPERATIVE | 2 |
| 4. DISCIPLINA DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA | 2 |
| 4.1 Soglie dimensionali..... | 3 |
| 4.2 Volume d’invaso | 3 |
| 5. CRITERI..... | 5 |

1. FINALITÀ

Le presenti linee guida sono volte a disciplinare il concetto di invarianza idraulica, ovvero che ogni nuova trasformazione dello stato del suolo non aggravi la portata del reticolo idrografico, evitando di incrementare potenziali situazioni di rischio e conservando l’equilibrio idraulico dello stato dei luoghi.

L’applicazione delle opportune verifiche attraverso *classi di intervento* e delle relative *soglie dimensionali* (di cui alla Tabella I), con le presenti misure garantirà, per gli ambiti di trasformazione, la salvaguardia ed il miglioramento della capacità ricettiva del sistema idrogeologico e di drenaggio artificiale, al fine di prevenire e mitigare i fenomeni di esondazione e di dissesto idrogeologico provocati dall’incremento dell’impermeabilizzazione dei suoli.

L’invarianza idraulica rappresenta il principio in base al quale, nella previsione di trasformazione dell’uso del suolo, dovranno prevedersi opportune “azioni compensative” tese a far sì che le massime portate di deflusso meteorico, provenienti dalle aree oggetto delle trasformazioni e recapitate nei corpi idrici recettori di valle, non risultino maggiori delle massime portate di deflusso meteorico preesistenti alla suddetta trasformazione.

2. AMBITO DI APPLICAZIONE

Per le finalità di cui al punto precedente, le presenti linee guida si applicano al territorio regionale non interessato da specifiche norme in materia emanate dalle competenti Autorità di Bacino Distrettuali.

Le presenti linee guida si applicano preventivamente all'adozione degli Strumenti Urbanistici Attuativi o comunque denominati, Varianti puntuali, Progetti approvati in variante, presentati posteriormente alla pubblicazione su BURL.

Le trasformazioni dell'uso del suolo, a cui si farà esplicito riferimento, saranno quelle alle quali sarà imputabile una "non trascurabile" riduzione di permeabilità superficiale (cfr. paragrafo 4., tabella I, classi di intervento), ovvero "un'apprezzabile" impermeabilizzazione potenziale, delle superfici interessate dalle trasformazioni medesime.

3. INDICAZIONI OPERATIVE

Gli Enti deputati al rilascio di pareri, nulla osta o altri atti di assenso comunque denominati, previsti dalla vigente normativa e relativi ad attività di trasformazioni dell'uso del suolo dalle quali può derivare una "non trascurabile" (cfr. paragrafo 4., tabella I, classi di intervento 2-3-4) riduzione di permeabilità superficiale, saranno tenuti ad accertare l'osservanza, da parte dei soggetti proponenti, delle disposizioni contenute nel presente documento.

Tali disposizioni non si applicano:

- ad attività di trasformazioni dell'uso del suolo (urbanistiche o di singolo intervento) che possono comportare una "trascurabile" (cfr. paragrafo 4., tabella I, classe di intervento I) impermeabilizzazione potenziale;
- ad attività di trasformazioni dell'uso del suolo (urbanistiche o di singolo intervento) che, per loro natura, possono comportare una variazione in "positivo", ovvero un aumento, della permeabilità superficiale.

4. DISCIPLINA DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA

Ogni strumento di pianificazione e/o intervento di cui al punto 2, che può esser ritenuto responsabile di una diminuzione "non trascurabile" (cfr. tabella I, classi di intervento 2-3-4) di permeabilità superficiale ovvero di "un'apprezzabile" impermeabilizzazione potenziale delle superfici destinate a trasformazione, dovrà essere corredato da:

- a) uno studio idrologico-idraulico teso a valutare gli effetti indotti, sul reticolo idrico recettore di valle, dal possibile aumento delle massime portate di deflusso meteorico, conseguente alla

trasformazione dell'uso del suolo (impermeabilizzazione potenziale delle superfici), rispetto allo stato dei luoghi;

- b)** le opportune “azioni compensative”, mirate a garantire il “principio di invarianza idraulica”, predisposte sulla base degli esiti dello studio idrologico-idraulico, richiamato alla lettera a).

Lo studio idrologico-idraulico menzionato alla lettera **a)**, dovrà essere firmato da un tecnico abilitato, iscritto all'albo del relativo ordine professionale e qualificato, ossia di comprovata esperienza nell'elaborazione di relazioni idrologiche-idrauliche finalizzate, in particolare, al raggiungimento degli scopi di cui alle presenti Linee Guida.

4.1 Soglie dimensionali

Le “soglie dimensionali”, in ordine alle quali differenziare le varie classi di intervento a cui è eventualmente associabile un determinato grado di impermeabilizzazione delle superfici da esso interessate, sono definite, uniformandosi a quanto già prodotto da altri enti pubblici, in Tabella I:

| Tabella I - classificazione degli interventi di trasformazione dell'uso del suolo ai fini dell'invarianza idraulica | |
|--|---|
| CLASSI DI INTERVENTO | SOGLIE DIMENSIONALI |
| 1) Trascurabile impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici di estensione inferiore a 0,1 ha (1.000 m ²) |
| 2) Modesta impermeabilizzazione potenziale | Intervento su superfici di estensione maggiore di 0,1 ha (1.000 m ²) ed inferiore ad 1 ha (10.000 m ²) |
| 3) Significativa impermeabilizzazione potenziale | – Intervento su superfici di estensione maggiore di 1 ha (10.000 m ²) ed inferiore a 10 ha (100.000 m ²); – Interventi su superfici di estensione superiore a 10 ha (100.000 m ²) con Imp^(*) < 0,3 |
| 4) Marcata impermeabilizzazione potenziale | Interventi su superfici di estensione superiore a 10 ha (100.000 m ²) con Imp^(*) > 0,3 |

(*) : frazione della superficie totale che sarà impermeabilizzata

Qualora l'Ente deputato al rilascio di eventuali pareri, nulla osta o altri atti di assenso comunque denominati, previsti dalla vigente normativa e relativi ad attività di trasformazioni dell'uso del suolo, ravvisi, durante la fase istruttoria, che l'intervento in essere risulti, ai fini dell'invarianza idraulica, di classe 2), 3) o 4) (cfr. tabella I), dovrà richiedere all'istante di produrre, salvo che quest'ultimo non abbia già provveduto a farlo, gli elaborati di cui alle lettere a) e b) del paragrafo 4.

4.2 Volume d'invaso

Il volume minimo d'invaso atto a garantire l'*invarianza idraulica*, in termini di portate di deflusso meteorico, provenienti dalle aree oggetto di trasformazioni dell'uso del suolo (urbanistiche o di

singolo intervento) e recapitate nei corpi idrici ricettori di valle, è stabilito dalla seguente espressione, ricavata dal “metodo dell’invaso”¹:

$$w = w^\circ \times \left(\frac{\varphi}{\varphi^\circ} \right)^{\frac{1}{1-n}} - (15 \times I) - (w^\circ \times P) \quad [1]$$

nella quale:

- $w^\circ = 100 \div 150$ mc/ha : volume di riferimento da assumersi nei territori di “*bonifica*”;
- $w^\circ = 50$ mc/ha: : volume di riferimento da assumersi nei territori “*non impermeabilizzati in ambito urbano*”;
- $w^\circ = 15$ mc/ha: : volume di riferimento da assumersi nei territori “*impermeabilizzati in ambito urbano*”;
- φ : coefficiente di deflusso *post trasformazione*;
- φ° : coefficiente di deflusso *ante trasformazione*;
- $n = 0,48$: esponente delle curve di probabilità pluviometrica [$h = a \times t^n$] di durata inferiore all’ora, assunto nell’ipotesi che le percentuali di pioggia oraria, precipitata nei 5, 15 e 30 minuti, siano rispettivamente il 30%, il 60% e il 75% come risulta, orientativamente, da vari studi sperimentali²;
- I : quota (%) dell’area oggetto d’intervento, interessata dalla trasformazione (*).
(*) Tale quota è comprensiva anche delle aree che seppur non pavimentate (impermeabilizzate), a seguito della trasformazione, vengono, eventualmente, sistemate e/o regolarizzate;
- P : quota (%) dell’area oggetto d’intervento, non interessata dalla trasformazione (*), tale che [$I + P = 100\%$].
(*) Tale quota è rappresentata solo da quelle aree che non vengono sistemate e/o regolarizzate né sottoposte a qualsivoglia altro tipo di intervento, anche non impermeabilizzate;

Il volume [w] misurato in [mc/ha] e ricavato applicando l’espressione [1], dovrà essere moltiplicato per l’area totale d’intervento [S_t] (*superficie territoriale*); questo a prescindere dalla quota [P] dell’area oggetto dell’intervento stesso, non interessata dalla trasformazione.

Per determinare i coefficienti φ° e φ che compaiono all’interno dell’espressione [1], si dovrà far riferimento alle seguenti relazioni:

¹ Il “metodo dell’invaso” assimila il comportamento di un bacino a quello di un serbatoio nel quale arriva una portata Q_1 e dal quale esce, attraverso una luce, una portata Q_2 . La portata Q_1 , generalmente variabile nel tempo [$Q_1 = Q_1(t)$], rappresenta la portata di deflusso meteorico che si “scarica” sul bacino, mentre la portata Q_2 , anch’essa variabile nel tempo, è quella che transita nella sezione di chiusura del bacino medesimo a seguito dell’evento di pioggia. Il serbatoio è dotato di una propria capacità [W] la quale simula il volume immagazzinato nella rete idrografica che corre a monte della sezione di chiusura.

² vedasi a tal riguardo, ad es., Centro Studi Deflussi Urbani (C.S.D.U.) - “Sistemi di fognatura: manuale di progettazione” (1997).
pag. 4/6

$$\varphi^{\circ} = 0,9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0,2 \times \text{Per}^{\circ}$$

$$\varphi = 0,9 \times \text{Imp} + 0,2 \times \text{Per}$$

nelle quali:

- Imp° : quota parte dell'area totale da ritenersi impermeabile, **prima** della trasformazione;
- Per° : quota parte dell'area totale da ritenersi permeabile, **prima** della trasformazione;
- Imp : quota parte dell'area totale da ritenersi impermeabile, **dopo** la trasformazione;
- Per : quota parte dell'area totale da ritenersi permeabile, **dopo** la trasformazione.

Infine, richiamando quanto elencato nella Tabella I, si stabilisce che, relativamente alle classi di intervento denominate “Significativa” e “Marcata”, è consentita l'adozione di un valore del parametro [n] anche diverso da quello indicato del presente documento, a condizione che tale valore derivi da uno specifico studio idrologico riferito al sito interessato dalla trasformazione dell'uso del suolo.

5. CRITERI

Alla luce di quanto sopra rappresentato e sempre richiamando quanto elencato nella Tabella I del paragrafo 4.1, si definiscono i seguenti criteri:

- a) nel caso di classe di intervento denominata: “*Modesta impermeabilizzazione potenziale*”, i volumi disponibili per la laminazione dovranno soddisfare i requisiti dimensionali di cui all'espressione [1] del paragrafo 4.2., le luci di scarico dell'invaso (condotti o stramazzi) nel corpo idrico recettore di valle non dovranno superare le dimensioni di un tubo avente un diametro pari a 200 mm e i tiranti idrici consentiti nell'invaso dovranno esser tali da non risultare maggiori di 1,00 metro;
- b) nel caso di classe di intervento denominata “*Significativa impermeabilizzazione potenziale*”, le luci di scarico e i tiranti idrici consentiti nell'invaso, dovranno esser tali da garantire che il valore della portata massima, defluente dall'area oggetto di trasformazione dell'uso del suolo, sia pari al valore assunto dalla stessa precedentemente all'impermeabilizzazione dell'area medesima, almeno per una durata di pioggia di 2 ore e un tempo di ritorno di 30 anni;
- c) nel caso di classe di intervento denominata: “*Marcata impermeabilizzazione potenziale*”, si necessita di uno studio idrologico-idraulico di maggior dettaglio i cui contenuti sono di seguito riportati:

- 1) individuazione del bacino idrografico del corpo idrico recettore di valle, nel quale vengono scaricate le portate meteoriche provenienti dall'area interessata dalla trasformazione (impermeabilizzazione) dell'uso del suolo;
- 2) valutazione dell'idrogramma di piena del corpo idrico recettore di valle, relativo al colmo della portata attesa;
- 3) valutazione dell'idrogramma di piena relativo alla sola area interessata dalla trasformazione (impermeabilizzazione) dell'uso del suolo, rispettivamente prima e dopo la trasformazione medesima. Tale idrogramma viene valutato, di regola, ricorrendo al "metodo cinematico", con riferimento ad un evento di pioggia caratterizzato da un tempo di ritorno di 200 anni e di durata pari al tempo di corrivazione del bacino idrografico del corpo idrico recettore di valle;
- 4) valutazione, con l'ausilio di un opportuno modello idrologico, dell'effettiva "laminazione" esercitata dai previsti dispositivi di invaso;
- 5) dimensionamento delle luci di scarico, in relazione al tirante idrico consentito nei suddetti dispositivi, al fine di assicurare l'invarianza del colmo di portata;
- 6) sovrapposizione dell'idrogramma di piena di cui al punto 2) con l'idrogramma di piena di cui al punto 3) dopo la trasformazione (impermeabilizzazione) dell'uso del suolo;
- 7) verifica, a seguito della sovrapposizione di cui al punto 6), del mantenimento del colmo di portata alle condizioni *ante trasformazione*.