



HEPV19 S.R.L.  
via Alto Adige, 160/A - 38121 Trento (TN)  
hepv19srl@legalmail.it

MANAGEMENT:

**EHM.Solar**

EHMSOLAR S.R.L.  
Via della Rena, 20 39100 Bolzano - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799  
info@ehm.solar

c.fiscale, p.iva e R.I. 03033000211

NOME COMMESSA:

**CONSTRUZIONE ED ESERCIZIO NUOVO IMPIANTO AGRIVOLTAICO AVENTE POTENZA NOMINALE PARI A 9.400 kW E POTENZA MODULI PARI A 11.466,65 kWp, CON RELATIVO COLLEGAMENTO ALLA RETE ELETTRICA, SITO NEL COMUNE DI GUAGNANO (LE) - IMPIANTO SV03**

STATO DI AVANZAMENTO COMMESSA:

**PROGETTO DEFINITIVO PER AUTORIZZAZIONE UNICA**

CODICE COMMESSA:

**HE.19.0049**

PROGETTAZIONE INGEGNERISTICA:

**Heliopolis**



Galleria Passarella, 1 20122 Milano - Italy  
tel. +39 02 37905900  
via Alto Adige, 160/A 38121 Trento - Italy  
tel. +39 0461 1732700  
fax. +39 0461 1732799

www.heliopolis.eu  
info@heliopolis.eu

c.fiscale, p.iva e R.I. Milano 08345510963

PROGETTISTA:



COLLABORATORE: Direttore Tecnico Dott. Ing. Giovanni Leuzzi



AMBIENTE IDRAULICA STRUTTURA

L.L. Engineering Srl *Tecnico incaricato Ing. Giovanni Leuzzi*  
Via XX Settembre n. 9 - 74123 Taranto  
Via Enrico Dandolo n. 68 - 74021 Carosino  
E-mail: llstudioingegneria@gmail.com - Pec:llengineering@pec.it



STUDI PEDO-AGRONOMICI

Dott. Agr. Convertini Stefano  
Via G. Sampietro n. 5  
72015 Fasano (BR)  
P.IVA 02241970744  
e-mail constef@gmail.com

STUDI ACUSTICI

Dott. Ing. Marcello LATANZA  
Via Costa n. 25/b  
74027 S. Giorgio Jonico (TA)  
P.IVA 02848560732  
e-mail marcellolatanza@gmail.com

STUDI ARCHEOLOGICI

MUSEION Soc. Coop. a R.L.  
Via del Tratturello Tarantino n. 6  
74123 Taranto  
P. IVA 02509950735  
e-mail info@museion-taranto.it

STUDI GEOLOGICI

Dott. Geol. Luigi Chiffi  
Via Kennedy n. 10  
73054 Presicce-Acquarica (LE)  
P.IVA 03966280756  
e-mail studiogeologicochiffi@gmail.com

OPERE DI RETE PER LA CONNESSIONE

SE 380/150kV CELLINO SAN MARCO  
dott.ing.Luigi Barbera Opere Elettromeccaniche  
dott.ing.Vito Calò Ambiente idraulica strutture  
dott.geol. Franco Magno Geotecnica  
dr.ssa.agr. M.Nunzella  
dott. Gianfranco Dimitri archeologo  
ELETTRODOTTI AT  
dott.ing.Giulia Bettiol Opere Elettromeccaniche  
Gruppo di Lavoro LL Ambiente Idraulica Agronomica Acustica Archeologica Geologica  
CABINA PRIMARIA AT/MT E LINEA MT  
per.ind.Mirko Girardi Opere Elettromeccaniche  
Gruppo di Lavoro LL Ambiente Idraulica Agronomica Acustica Archeologica Geologica

CONSULENZA LEGALE

STUDIO LEGALE PATRANO  
Via Argiro, 33 Bari  
t.f. +39 080 8693336



OGGETTO:

Relazione illustrativa idraulica

SCALA:

--

NOME FILE:

EKGBS62\_RelazioneIdraulica\_02

DATA:

NOVEMBRE 2022

ELABORATO:

D\_GG\_RE\_04

N. REV.	DATA	REVISIONE
0	11/2022	Emissione

ELABORATO

Dott. Ing. Giovanni Leuzzi

VERIFICATO

responsabile commessa  
per.ind. Mirko Girardi

VALIDATO

direttore tecnico  
Dott. Ing. Alberto Albuizzi



Costruzione ed esercizio impianto Agrivoltaico avente potenza nominale pari a 9.400 kW e potenza moduli pari a 11.466,65 kWp, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito in Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

**Comune di  
Guagnano**

*Relazione idraulica*

1	PREMESSA .....	1
2	ANALISI IDRAULICA .....	1
2.1	Teoria del modello idraulico.....	2
2.2	Descrizione del modello computazionale.....	3
2.3	Scelta dei limiti di rappresentazione delle aree di allagamento.....	4



Costruzione ed esercizio impianto Agrivoltaico avente potenza nominale pari a 9.400 kW e potenza moduli pari a 11.466,65 kWp, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito in Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

Comune di  
Guagnano

Relazione idraulica

## 1 PREMESSA

La presente relazione descrive l'approccio utilizzato nello Studio di compatibilità idrologica e idraulica per la determinazione delle aree di allagamento per un tempo di ritorno pari a 200 anni.

Nello specifico lo studio ha dato luogo allo sviluppo di più fasi che vengono nel seguito elencate:

- Inquadramento territoriale e verifica dell'assoggettabilità alle NTA del PAI. Si verifica se gli interventi ricadono all'interno delle fasce di modellamento attivo e di pertinenza fluviale (di cui agli artt. 6 e 10 delle NTA del PAI) o all'interno delle aree a diversa pericolosità idraulica di cui agli artt. 7, 8 e 9 delle NTA del PAI.
- Analisi geomorfologica:
  - Acquisizione delle informazioni planoaltimetriche: si sono utilizzati i dati ufficiali a disposizione (CTR in scala 1:5.000, IGM 1:25.000), acquisizione del Modello Digitale del Terreno dell'intero territorio;
  - Individuazione delle linee preferenziali di deflusso;
  - Determinazione dei bacini tributari e delle rispettive caratteristiche morfometriche.
  - Classificazione dei suoli e determinazione della loro capacità di infiltrazione.
- Analisi idrologica:
  - Analisi delle piogge, eseguita utilizzando le indicazioni riportate sul progetto Valutazione Piene (VAPI) del Gruppo Nazionali Difesa Catastrofi Idrogeologiche (GNDCI);
  - Valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo che mette in crisi il bacino idrografico oggetto di studio (tempo di corrivazione e ietogramma di progetto);
  - Valutazione della pioggia efficace (pioggia netta) mediante l'applicazione del metodo del Curve Number;
  - Stima del picco di piena relativamente al prefissato tempo di ritorno eseguito utilizzando il metodo del Soil Conservation Service.
- Modellazione idraulica:
  - Modellazione idraulica bidimensionale in condizioni di moto vario relativa al tempo di ritorno di 200 anni per valutare l'estensione della piena di progetto, specificando le condizioni iniziali e al contorno utilizzate per l'implementazione del modello.

Nei paragrafi che seguono viene descritta la metodologia utilizzata nella modellazione idraulica effettuata.

## 2 ANALISI IDRAULICA

Nell'analisi idraulica si è proceduto alla verifica della sussistenza delle condizioni di sicurezza idraulica così come definite dalle NTA del PAI e alle aree di allagamento, mediante la simulazione della propagazione delle piene in moto vario nel dominio a due dimensioni (InfoWorks).

L'output dello studio idrologico-idraulico, simulando tra gli altri un evento con tempo di ritorno di 200 anni, consente di individuare la parte di territorio che si trova in "condizioni di sicurezza idraulica": infatti le NTA del PAI definiscono, all'art.36, la sicurezza idraulica come "condizione associata alla pericolosità idraulica per fenomeni di insufficienza del reticolo di drenaggio e generalmente legata alla non inondabilità per eventi di assegnata frequenza. Agli effetti del PAI si intendono in sicurezza idraulica le aree non inondate per eventi con tempo di ritorno fino a 200 anni".



Costruzione ed esercizio impianto Agrivoltaico avente potenza nominale pari a 9.400 kW e potenza moduli pari a 11.466,65 kWp, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito in Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

Comune di  
Guagnano

Relazione idraulica

Va da sé che si possano considerare in “condizione di sicurezza idraulica” tutte le aree al di fuori delle zone di deflusso per  $T_r=200$  anni.

Una volta individuate le aree e quindi verificate in relazione a quelle rappresentate nel PAI della Puglia si potrà stabilire le condizioni di sicurezza idraulica e le eventuali opere di mitigazione del rischio.

## 2.1 Teoria del modello idraulico

Il modello idraulico adoperato è **InfoWorks**, in grado di simulare la propagazione delle piene in due dimensioni e implementare le modellazioni idrologiche al suo interno al fine di risolvere le equazioni cella per cella del dominio di calcolo.

InfoWorks ICM 4.0 è specializzato nella modellazione mono e bi-dimensionale di sistemi idraulici complessi costituiti da reti idrauliche e corsi d'acqua naturali.

Definita l'estensione dell'oggetto “poligonale” (dominio 2D) all'interno di esso viene generata una “magliatura”, cioè un insieme di maglie accoppiate, di forma triangolare, che costituiscono l'unità del calcolo bidimensionale. Le maglie vengono create attraverso un apposito comando in maniera automatica e tengono conto di tutti gli elementi che influenzano il moto bidimensionale all'interno del dominio. Per effettuare il processo di magliatura sono state utilizzate le informazioni piano - altimetriche del rilievo LIDAR nel formato ASCII.

Una volta creato il dominio 2D, le impostazioni relative alle maglie vengono definite nella pagina di proprietà del poligono. Tra le principali variabili vi sono:

- **Massima Area Triangolo (Maximum Triangle Area):** questo valore molto importante definisce la dimensione massima che può assumere ogni singola maglia triangolare durante il processo automatico di magliatura, quindi più il valore è piccolo e più dettagliata sarà la griglia di calcolo
- **Condizioni al contorno (Boundary Type):** questa proprietà definisce il comportamento che l'acqua deve assumere qualora arrivasse a lambire il confine del poligono durante la simulazione. Nel presente studio è stata utilizzata l'impostazione: “Normal condition” ovvero si assume che la pendenza del terreno bilanci le forze d'attrito (flusso normale o uniforme); l'altezza e la velocità vengono mantenute costanti quando l'acqua raggiunge il confine, in modo che l'acqua possa fluire al di fuori del poligono senza perdite di carico;
- **Scabrezza Manning (Roughness):** la scabrezza viene attribuita a tutti i triangoli creati durante il processo di magliatura. È possibile indicare localmente altri valori di scabrezza, il valore generale indicato in questo campo verrà utilizzato dove non specificato diversamente. Il modello usato per la rappresentazione matematica del flusso, sia mono che bi-dimensionale è basato sull'equazione dell'acqua superficiale, relativa cioè all'altezza media che si ricava dalle equazioni di Navier – Stokes:

$$\frac{\partial h}{\partial t} + \frac{\partial(hu)}{\partial x} + \frac{\partial(hv)}{\partial y} = q_{1D}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hu)}{\partial t} + \frac{\partial}{\partial x} (hu^2 + gh^2/2) + \frac{\partial(huv)}{\partial y} \\ = S_{0,x} - S_{f,x} + q_{1D}u_{1D} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \frac{\partial(hv)}{\partial t} + \frac{\partial(huv)}{\partial x} + \frac{\partial}{\partial y} (hv^2 + gh^2/2) \\ = S_{0,y} - S_{f,y} + q_{1D}v_{1D} \end{aligned}$$



Costruzione ed esercizio impianto Agrivoltaico avente potenza nominale pari a 9.400 kW e potenza moduli pari a 11.466,65 kWp, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito in Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

Comune di  
Guagnano

Relazione idraulica

Dove:

- $h$  è l'altezza dell'acqua;
- $u$  e  $v$  sono rispettivamente le velocità nelle direzioni  $x$  e  $y$ ;
- $S_{0,x}$  e  $S_{0,y}$  sono rispettivamente le pendenze dell'alveo nelle direzioni  $x$  e  $y$ ;
- $S_{f,x}$  e  $S_{f,y}$  sono rispettivamente gli attriti nelle direzioni  $x$  e  $y$ ;
- $q_{1D}$  è la portata per unità di area;
- $u_{1D}$  e  $v_{1D}$  sono rispettivamente le componenti di velocità della portata  $q_{1D}$  nelle direzioni  $x$  e  $y$ .

Questa formulazione conservativa dell'equazione dell'acqua superficiale è discretizzata utilizzando un sistema di primo ordine esplicito del volume finito. La tecnica di frazionamento del flusso assicura la proprietà del buon equilibrio bilanciando la pendenza con la pressione, termini a riposo. Per gestire la distinzione tra celle bagnate ed asciutte, viene utilizzata una soglia detta  $h_0$ . Durante il calcolo, le celle a cui è associato un tirante idrico inferiore alla soglia sono considerate asciutte, dunque sia il tirante che la velocità vengono posti a zero. Il valore di default per questa profondità di soglia è 1mm.

## 2.2 Descrizione del modello computazionale

Il primo step di applicazione dei modelli idraulici ha riguardato la ricostruzione del modello plano-altimetrico dell'area di studio. Nel nostro studio sono state utilizzate le informazioni plano - altimetriche del rilievo del SIT Puglia.

Considerata l'estensione dell'area di studio e i numerosi reticoli idrografici in interferenza con le opere a realizzarsi, si è ritenuto opportuno procedere alla definizione di due domini computazionali.

Per ciascun modello è stata definita la dimensione della cella della griglia di calcolo, valutata in relazione al livello di dettaglio ricercato. La maglia utilizzata varia tra una superficie massima di 100 m<sup>2</sup> e una minima di 10 m<sup>2</sup> con un valore massimo di variazione in altezza pari ad 0.25 m.

Inoltre, ai domini di studio è stato associato un coefficiente di scabrezza "n" pari a 0,033.

L'immissione delle portate corrispondenti all'evento di piena è stata effettuata tramite l'inserimento di punti sorgenti 2D posizionabili in un punto qualunque della magliatura e in corrispondenza delle aste di reticolo idrografico interferenti con le opere di progetto. A ciascun punto sorgente 2d è stato associato un idrogramma di piena.

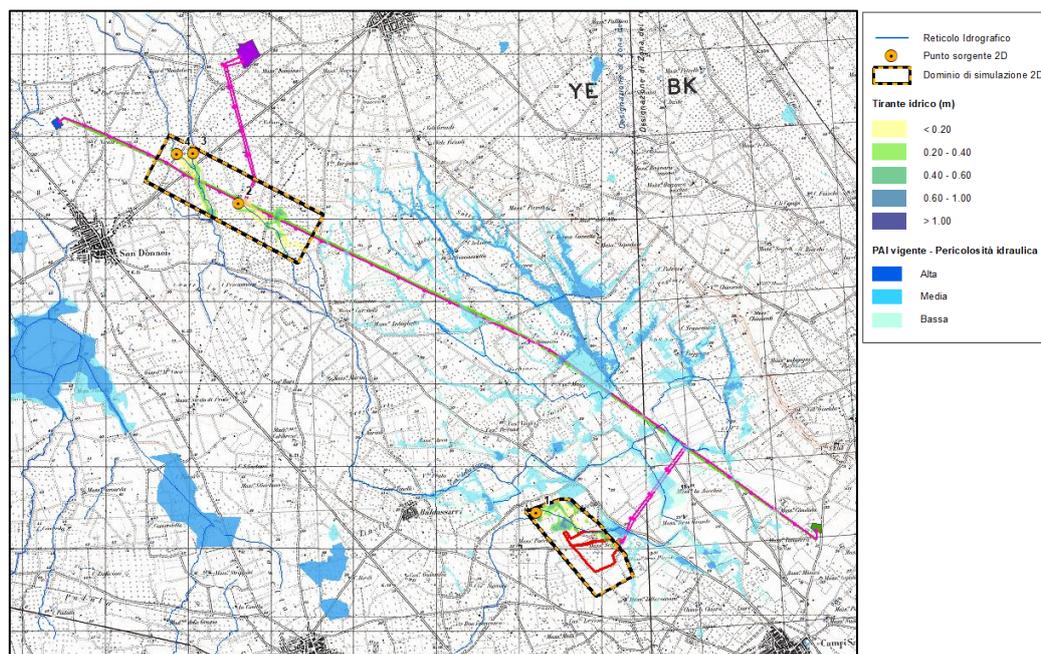


Figura 9: Analisi Idraulica Bidimensionale



Costruzione ed esercizio impianto Agrivoltaico avente potenza nominale pari a 9.400 kW e potenza moduli pari a 11.466,65 kWp, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito in Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

Comune di  
Guagnano

Relazione idraulica

Le planimetrie di dettaglio delle aree inondabili sono riportate in allegato alla presente relazione.

### 2.3 Scelta dei limiti di rappresentazione delle aree di allagamento

Le valutazioni idrauliche condotte in questo studio, hanno consentito di individuare le aree interessate dall'inondazione in riferimento alle piene relative ad un tempo di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

L'indicazione di allagamento di una superficie non è di per sé un fattore di pericolosità, particolari condizioni di allagamento però possono mettere in condizioni di pericolo le persone presenti nelle aree in cui essi si verificano.

Oltre al tirante idrico, i fattori che influiscono sul livello di pericolo sono la velocità di scorrimento idrico e la persistenza del fenomeno. Infatti un allagamento che presenta un tirante idrico di 0,1 metri risulta diverso da quello derivante da 2 metri, anche se si verifica con lo stesso tempo di ritorno. Al contrario, se il primo possiede una elevata velocità di scorrimento, potrebbe diventare più pericoloso del secondo valore se fosse quest'ultimo quasi statico.

L'Autorità di Bacino della Puglia non da indicazioni a riguardo, tuttavia altre Autorità di Bacino propongono una serie di approcci per procedere alla perimetrazione delle aree di allagamento.

L'Autorità di Bacino del Tevere ha proposto un diagramma che mette in relazione i due parametri fondamentali nella determinazione del livello di pericolosità dell'inondazione, tirante e velocità.

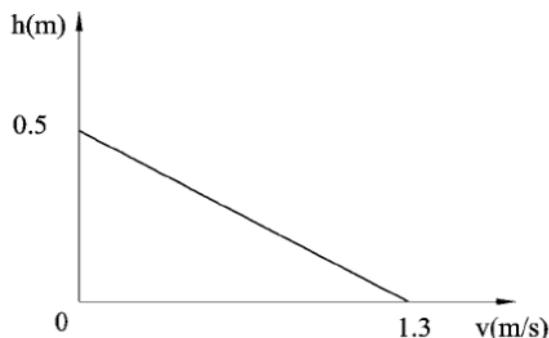


Grafico 18: Diagramma della vulnerabilità (autorità di Bacino del Tevere)

Nel caso dell'Autorità del Tevere la superficie esondata è stata suddivisa in sotto-zone caratterizzate da un medesimo valore della spinta idrostatica. Il valore della spinta è funzione della velocità di scorrimento  $U$ , e del tirante idrico  $h$ ; nel grafico sottostante ( $U$ - $h$ ) sono identificate porzioni caratterizzate da stesso valore della spinta. A seconda della coppia  $U$ - $h$  ogni punto geografico dell'area allagata è catalogato con il riferimento (1, 2, 3, 4) relativo alla porzione del grafico all'interno del quale ricade il punto ( $U$ - $h$ ).

Vengono così definite aree "marginali", quelle ricadenti nella porzione 4 del grafico precedente o colorato in nero nel grafico successivo; qui le condizioni di rischio in termini di incolumità delle persone risultano accettabili anche per minori e disabili con accompagnamento.

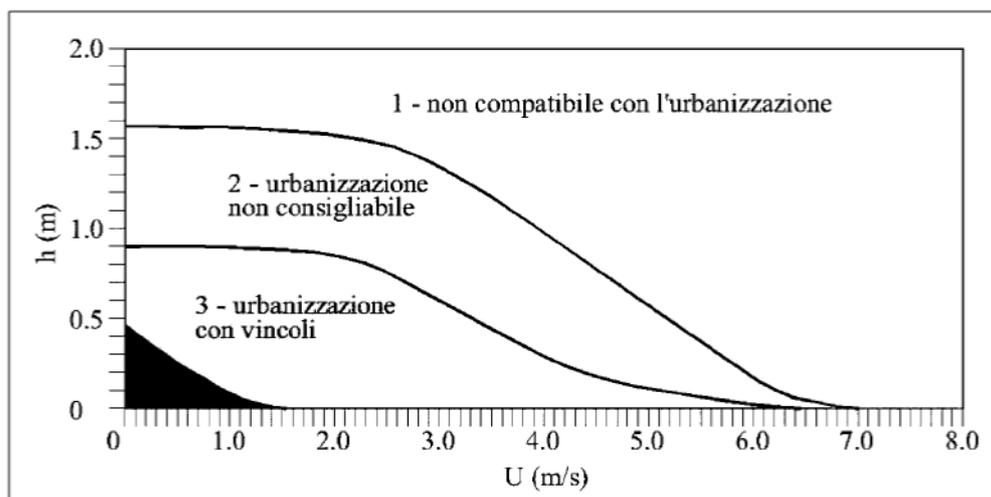
Si giunge quindi ad una distinzione generale delle aree a pericolosità in tre classi: dirette, indirette e marginali. I primi due termini derivano da considerazioni prettamente idrauliche, già esposte in precedenza e funzione delle caratteristiche del deflusso, il terzo esprime una condizione di effettiva trascurabilità del rischio.



Costruzione ed esercizio impianto Agrivoltaico avente potenza nominale pari a 9.400 kW e potenza moduli pari a 11.466,65 kWp, con relativo collegamento alla rete elettrica, sito in Guagnano (LE) - IMPIANTO SV03

Comune di  
Guagnano

Relazione idraulica



fonte: A.B. Tevere, 2002

In definitiva viene messo in evidenza il fatto che le condizioni di rischio non dipendono solo dalla presenza/assenza d'acqua e dell'entità del tirante idrico ma anche il fattore velocità di scorrimento (valutata localmente) gioca un ruolo nell'attribuzione del livello di danno effettivo.

Altro esempio, da prendere come riferimento, sono le indicazioni dell'Autorità di Bacino dell'Adige che ha individuato 4 aree di pericolosità idraulica (molto elevata, elevata, media, moderata) in base allo schema seguente:

- 1) aree di pericolosità idraulica molto elevata (P4): aree allagate in occasione dell'evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni nel quale risulti o la presenza di una lama d'acqua sul piano di campagna superiore ad 1m o una velocità massima di trasferimento superiore ad 1m/s;
- 2) aree di pericolosità idraulica elevata (P3): aree allagate o in occasione di un evento di piena con tempo di ritorno di 30 anni e condizioni di lama d'acqua massima raggiunta sul piano di campagna tra 50 cm ed 1m, o per un evento più raro ( $Tr=100$  anni) con condizioni come quelle stabilite per pericolosità molto elevata (lama d'acqua massima maggiore di 1m oppure velocità superiore ad 1 m/s);
- 3) aree di pericolosità idraulica media (P2): aree allagate per un evento caratterizzato da un tempo di ritorno di 100 anni nelle quali si instaurino condizioni di lama d'acqua massima sul piano di campagna compresa tra 0 cm ed 1 m;
- 4) aree di pericolosità idraulica moderata (P1): aree esondabili con eventi di piena meno frequenti ( $Tr=200$  anni) in qualunque condizioni di lama d'acqua e velocità sul piano di campagna.

Sulla base di questa distinzione sono state perimetrare aree a diversa pericolosità, attraverso un modello di propagazione dell'onda di piena. Ovviamente le ultime due classi di pericolosità danno luogo ad un rischio NON elevato e quindi non pericoloso per l'incolumità di persone o cose.

Nel caso in oggetto le aree con potenziale di pericolosità sono state ricercate attraverso l'intersezione tra la mappa dei tiranti e la mappa delle velocità, utilizzando la seguente espressione:

$$h+0,5/1,3 \cdot v > 0,2$$

Gli output delle simulazioni in corrispondenza del tempo di ritorno di 200 anni vengono riportati come allegati allo Studio di compatibilità idrologica e idraulica.