



REGIONE MOLISE
 COMUNE DI TERMOLI
 (PROVINCIA DI CAMPOBASSO)



STEFANA SOLARE S.R.L.

SOCIETA' PROPONENTE:

Via Giuseppe barbato n° 20, cap. 86100 Campobasso (CB)
 P.IVA 01846370706 – PEC: stefana.solare@legalmail.it

NOME IMPIANTO: "STEFANA SOLARE"

PROGETTO: PROGETTO DEFINITIVO PER LA REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO
 SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE
 DELLA POTENZA MASSIMA DI IMMISSIONE DI 24 MWE CON IMPIANTI
 ED OPERE DI CONNESSIONE SITE IN ZONA INDUSTRIALE DEL
 COMUNE DI TERMOLI (CB)

ALLEGATO	TAVOLA A24	FOGLIO	MAPPALÈ	SCALA
----------	---------------	--------	---------	-------

OGGETTO

RELAZIONE ASSEVERATA SULLA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ
 RISPETTO ALLA PERICOLOSITÀ IDRAULICA

REDAZIONE PROGETTO:

TIMBRI E VISTI D'APPROVAZIONE

ING. CONTE ANGELO
 DOTT. ALFONSO IANIRO

IL PROGETTISTA E DIRETTORE DEI LAVORI

Cervaro lì 20-07-2022



ING. CONTE ANGELO



Studio Tecnico Ing. Angelo Conte

Via Campolungo n° 8, cap. 03044 Cervaro (FR)
 tel./fax. 0776344451 cell. 3494709135 P.IVA: 02422120606
 e-mail: conte.angelo@libero.it pec: angelo.conte@ingpec.eu



RELAZIONE TECNICA ASSEVERATA

SULLA RIDUZIONE DELLA VULNERABILITÀ DELL'IMPIANTO

FOTOVOLTAICO E DELLE OPERE CONNESSE PRESENTI NEL LOTTO INDUSTRIALE

EX-ACCIAIERIA "STEFANA", RISPETTO ALLA PERICOLOSITA' IDRAULICA

Il Sottoscritto Ing. Angelo Conte nato a Cassino (FR) il 27-05-1977, residente a Cervaro (FR) via Campolungo n. 8, codice fiscale CNTNGL77E27C034I / partita IVA n. 02422120606, iscritto all'Albo degli Ingegneri della Provincia di Frosinone Sez. A n. 1342, nei Settori Civile-Ambientale, Industriale e dell'informazione, in qualità di professionista incaricato tramite la Società STEFANA SOLARE srl per la redazione del progetto di realizzazione di un impianto fotovoltaico sito in Zona Industriale di Termoli (CB) di potenza di immissioni di 24 MWe comprensivo delle opere di rete di collegamento alla rete elettrica nazionale (Nuova Cabina di Smistamento a 150kV e relativi raccordi sulla linea Portocannone-Termoli Z.I.), consapevole delle sanzioni penali previste in caso di dichiarazioni non veritiere o di uso di atti falsi, come previsto dall'art. 76 del citato DPR 445/2000, "Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia di documentazione amministrativa" sotto la propria responsabilità e dopo aver effettuato i relativi controlli e verifiche, con la presente redige una relazione asseverata n merito agli aspetti di pericolosità idrogeologica presenti sull'area oggetto degli interventi, sulla base dei dati disponibili.

Il sito di progetto risulta interferire con areali a pericolosità idraulica perimetrati nell'ambito del Piano Strategico per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Biferno (PAI approvato con DPCM del 19/06/2019), con aree a **pericolosità idraulica elevata PI3 e moderata PI2**, come riportato nel seguente estratto dalla tavola T04 -18 del piano.

CARTA DELLA PERICOLOSITA' IDRAULICA



PI3 Aree a pericolosità idraulica elevata



PI2 Aree a pericolosità idraulica moderata



PI1 Aree a pericolosità idraulica bassa



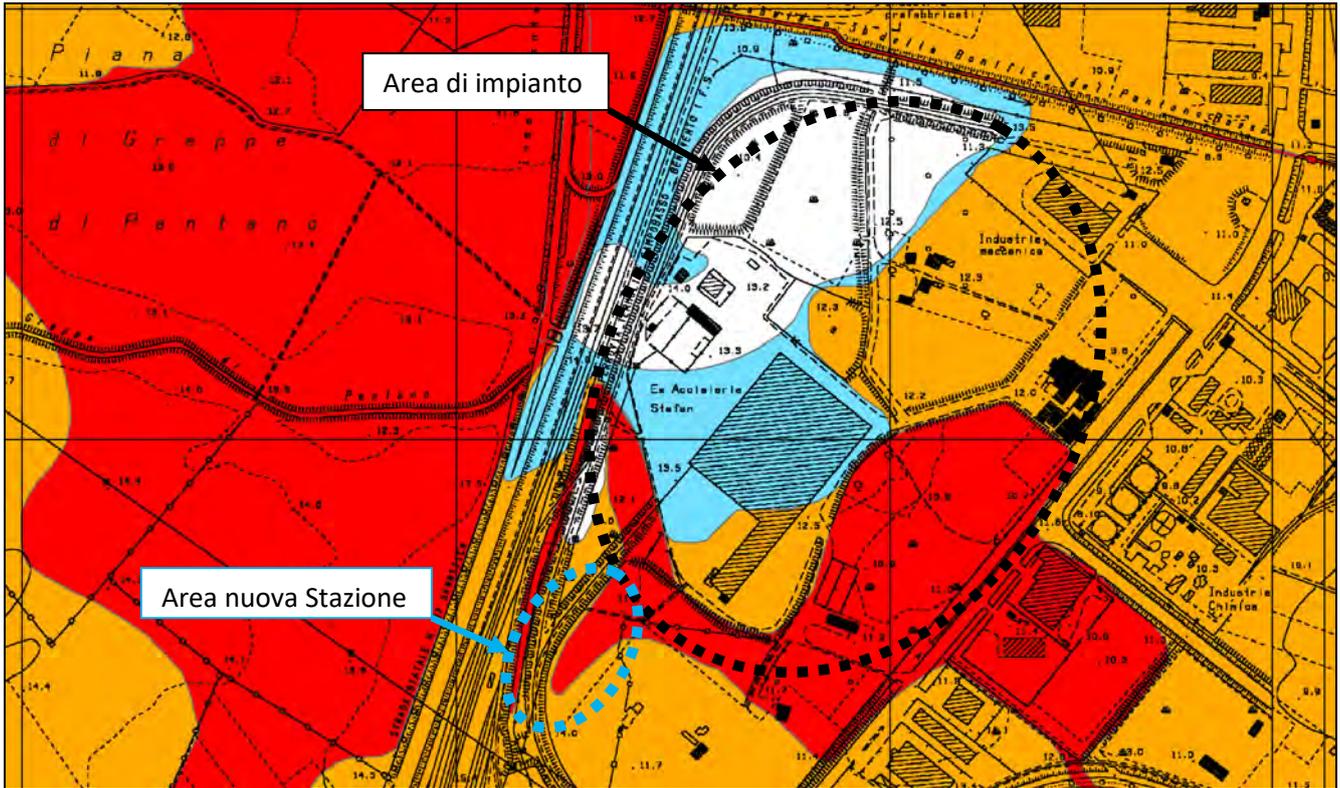
Fascia di riassetto fluviale



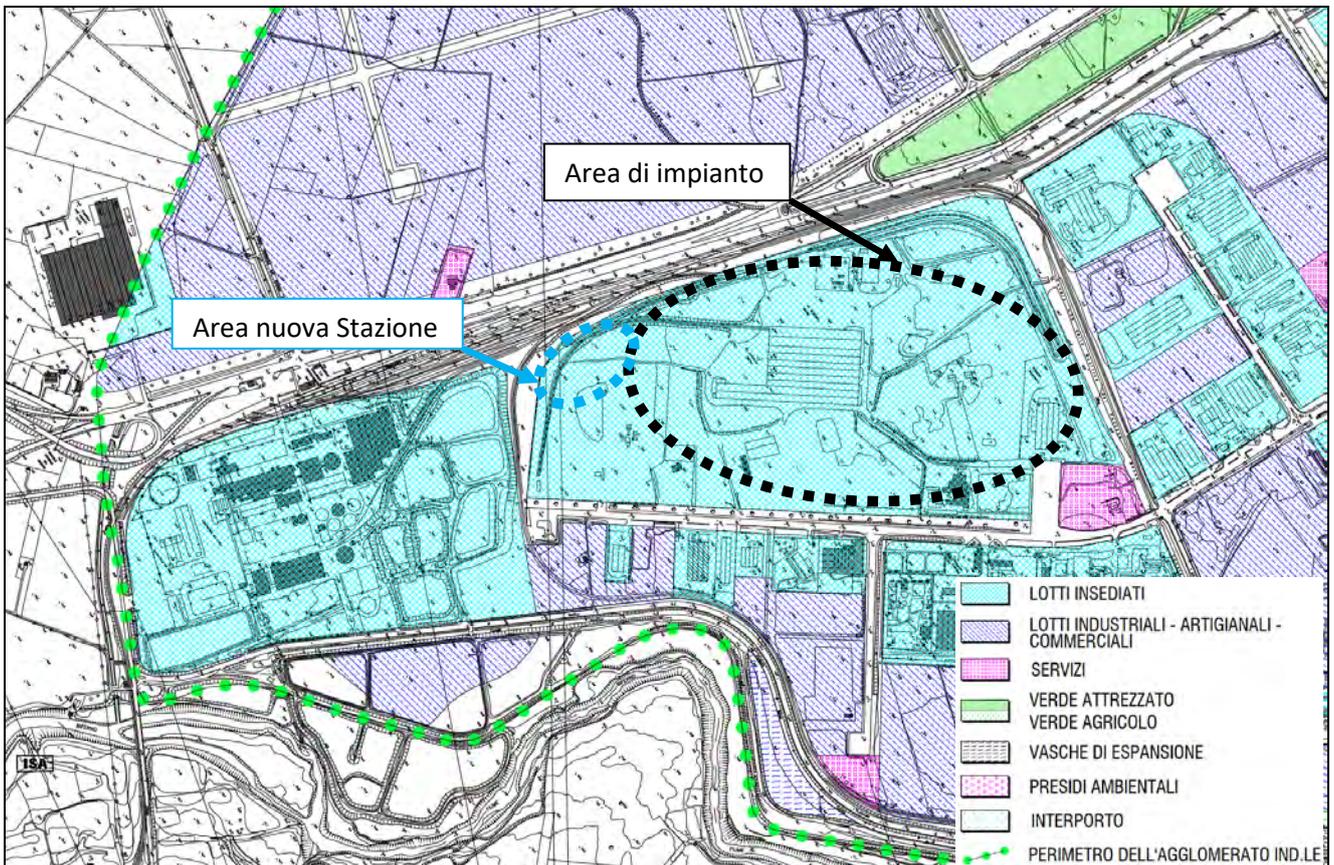
Limiti comunali



Limiti di bacino



Dall'analisi della Zonizzazione del Piano Regolatore Territoriale del COSIB -*Consorzio Di Sviluppo Industriale della Valle del Biferno*- approvata con Delibera di Consiglio Regionale n. 432 del 29-10-2002, si evidenzia che l'area oggetto degli interventi rientra in un lotto industriale **già insediato**:





Premesso che l'art. 13 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano, "Aree a pericolosità idraulica alta (PI3)", prevede che esternamente alla fascia di riassetto fluviale, oltre agli interventi ammessi all'art. 12 sono consentiti i seguenti interventi:

"a) interventi sui manufatti esistenti di restauro e risanamento conservativo come definiti dall'art. 3 comma 1, lettera c) del D.P.R. n. 380 del 06-06-2001 e s.m.i., senza aumentare la vulnerabilità dell'edificio (cambio di destinazione che aumenti il carico insediativo, aumenti di superfici e volumi, ecc.);

b) interventi di ristrutturazione edilizia come definiti dall'art. 3, comma 1, lettera d) del D.P.R. n. 380 del 06-06-2001 e s.m.i., senza aumentare la vulnerabilità dell'edificio, purché non riguardino parti di edificio con volumi interrati o seminterrati.

c) interventi di ristrutturazione urbanistica di cui all'art. 3, comma 1, lettera e) del n. 380 del 06-06-2001 e s.m.i., previa autorizzazione dell'Autorità idraulica competente e acquisito il parere del Comitato Tecnico dell'Autorità di Bacino, a condizione che: siano stati realizzati o siano realizzati contestualmente interventi congruenti con gli interventi previsti dal PAI; - siano previsti opportuni accorgimenti tecnico-costruttivi; - non aumentino il rischio idraulico; - risultino assunte le azioni di protezione civile di cui al presente Piano ed ai piani comunali di settore."

Per quanto su esposto, gli interventi ricadendo su un'area industriale dismessa da riqualificare in cui erano già presenti in sito, un'attività industriale ed una cabina elettrica in alta tensione a 150KV, i nuovi interventi, configurandosi, come una ristrutturazione edilizia, definita dall'art. 3, comma 1, lettera d) del D.P.R. n. 380-2001 e s.m.i., rientrano in opere consentite ai sensi della lettera b) dell'art. 13 delle Norme Tecniche di Attuazione del Piano. Di seguito si riporta la definizione di ristrutturazione edilizia, prevista dal DPR 380/2001 smi:

*"d) "**interventi di ristrutturazione edilizia**", gli interventi rivolti a trasformare gli organismi edilizi mediante un insieme sistematico di opere che possono portare ad un organismo edilizio in tutto o in parte diverso dal precedente. Tali interventi comprendono il ripristino o la sostituzione di alcuni elementi costitutivi dell'edificio, l'eliminazione, la modifica e l'inserimento di nuovi elementi ed impianti...;*

Dalle risultanze dello studio idrogeologico effettuato sull'area, nell'ottica della realizzazione dell'impianto fotovoltaico e della costruzione di una nuova cabina elettrica di smistamento, le stesse occupando volumi ed ingombri minori rispetto alla situazione esistente, miglioreranno sensibilmente la pericolosità idraulica dell'area circostante. Pertanto, ai fini della compatibilità idrogeologica, gli interventi previsti in progetto anche se miglioreranno la pericolosità idraulica, è previsto che le nuove strutture vengano posizionate ad una quota altimetrica pari a 13 metri sul livello del mare corrispondente alla quota centenaria. Di seguito si riportano le indicazioni progettuali finalizzate alla riduzione della vulnerabilità degli impianti, rispetto alla criticità evidenziate:



Caratteristiche generali dell'impianto

Nel suo insieme l'impianto fotovoltaico è costituito da più file di moduli fotovoltaici di lunghezza variabile, conservando la vegetazione esistente nelle fasce di rispetto. A confine del lotto si sottolinea inoltre la presenza di un canale artificiale di scolo esterno alla perimetrazione dell'area d'intervento, realizzato nell'ambito della bonifica dell'area e finalizzato a raccogliere le acque meteoriche, determinando di conseguenza uno sbarramento all'area in questione, in caso di particolari eventi meteorici alluvionali.

Moduli fotovoltaici e struttura di sostegno

I moduli sono assemblati in modo da creare stringhe fotovoltaiche installate su strutture di sostegno in acciaio infisse direttamente nel terreno. Le strutture previste modello "iTracker", composte da un inseguitore solare orizzontale monoassiale, bifila, disposto in file parallele, in modo tale che assumano un'inclinazione da -35° a $+35^\circ$ attorno all'asse nord-sud. Gli assi di rotazione degli inseguitori saranno collocati ad un'altezza abbastanza elevata rispetto al piano di campagna, così come prescritto nella relazione idrogeologica, tanto da scongiurare eventuali danni in caso di allagamento dell'area. Le strutture di sostegno in acciaio avranno un interasse di 9 metri; lasceranno libero il terreno su cui saranno installati, fatta esclusione per i telai di supporto infissi nel terreno e disposti longitudinalmente rispetto allo sviluppo delle file. L'adozione della soluzione a palo infisso senza fondazioni lascerà inalterato il grado di permeabilità del terreno, favorendo il drenaggio delle eventuali acque derivanti da fenomeni alluvionali. Tutti i componenti sono esenti da manutenzione, inclusi l'attuatore lineare e il suo motore, che possiede un grado di protezione dinamica IP66 (involucro protetto contro le ondate). I cuscinetti di rotazione sono composti da rulli in acciaio inossidabile con rondelle autolubrificanti. La struttura è collegata a terra attraverso il palo motorizzato.

Cavidotti

Sia i cavi elettrici interni all'impianto di produzione, per il collegamento in parallelo delle stringhe fotovoltaiche, che quelli interrati per l'allaccio alla RTN, sono inseriti e/o in canaline montate sulle strutture stesse e i vari collegamenti sono realizzati con elettrodotti interrati allo scopo di minimizzare l'impatto visivo, il tutto con caratteristiche di classe di protezione dinamica IP66.

Apparati per la trasformazione della corrente e per la connessione alla rete elettrica (Cabine)

La cabina elettrica di Smistamento è posizionata ad una quota centenaria pari a 13 metri sul livello del mare, tanto da scongiurare eventuali allagamenti rispetto alla naturale depressione del terreno circostante.



In considerazione dello studio di compatibilità idraulica e degli accorgimenti previsti nel progetto oltre alle recenti indicazioni impartite dall'Autorità di Bacino dell'Appennino Meridionale, attraverso la Circolare di Semplificazione Legge n. 120/2020, relativa alle richieste di parere di compatibilità idrogeologica e procedure PAUR-VIA-VINCA-VAS, gli interventi in progetto, essendo compatibili, non è prevista l'acquisizione del parere dell'Autorità di Bacino Distrettuale (vedi Allegato n. 1). Sulla scorta delle considerazioni sopra esposte, visti gli accorgimenti di natura tecnica e tecnologica che verranno applicati durante la realizzazione degli impianti previsti (impianto fotovoltaico e cabina elettrica di smistamento), si ritiene di aver ottemperato alla riduzione della vulnerabilità rispetto alla pericolosità idraulica, essendo nella riqualificazione industriale dell'area, ridotti sensibilmente i volumi dei fabbricati esistenti, nel rispetto delle prescrizioni imposte dall'art. 13 delle Norme di attuazione del Piano Strategico per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Biferno (PAI approvato con DPCM del 19/06/2019) lettera b), per gli interventi che sono consentiti nelle aree a pericolosità idraulica alta PI3, che riguardino le ristrutturazioni edilizie, definite dall'art. 3, comma 1, lettera d) del D.P.R. n. 380-2001 e s.m.i.

Pertanto, per quanto su esposto si

DICHIARA E ASSEVERA

- ✓ che gli interventi di riqualificazione edilizia ai sensi della lettera b) dell'art. 13 delle NTA risultano compatibili e realizzabili senza l'acquisizione del parere dell'Autorità di Bacino Distrettuale.

Tanto si doveva ad espletamento dell'incarico ricevuto, il sottoscritto resta a disposizione per qualsiasi chiarimento ed approfondimento alla presente dichiarazione e asseverazione.

Cervaro (FR) 20-07-2022

TECNICO DICHIARANTE E ASSEVERANTE

Ing. Angelo Conte



Allegato 1: "Circolare di Semplificazione Legge n. 120/2020, relativa alle richieste di parere di compatibilità idrogeologica e procedure PAUR-VIA-VINCA-VAS";

Allegato 2: "Studio di Compatibilità idrogeologico".



Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

www.distrettoappenninomeridionale.it – PEC: protocollo@pec.distrettoappenninomeridionale.it

Ai Comuni della Regione Calabria
PEC istituzionali

e p.c.

Alla REGIONE CALABRIA:

Dipartimento Infrastrutture, Lavori Pubblici, Mobilità
Dirigente Generale Ing. Domenico Maria Pallaria
dipartimento.lavoripubblici@pec.regione.calabria.it

Dipartimento Agricoltura e Risorse Agroalimentari
Dirigente Generale Dr Giacomo Giovinazzo
dipartimento.agricoltura@pec.regione.calabria.it

Dipartimento Tutela dell'Ambiente
Dirigente Generale Reggente ING. Gianfranco Comito
dipartimento.ambienteterritorio@pec.regione.calabria.it

Dipartimento Urbanistica
Dirigente Generale Arch. Domenicantonio Schiava
dipartimento.urbanistica.bbcc@pec.regione.calabria.it

Agli ORDINI PROFESSIONALI:

Agronomi
protocollo.odaf.calabria@conaspec.it

Architetti
oappc.catanzaro@archiworldpec.it
oappc.cosenza@archiworldpec.it
architetticrotone@archiworldpec.it
architettireggiocalabria@oappc-rc.it
oappc.vibovalentia@archiworldpec.it

Geologi
segreteria@geologicalabria.com

Ingegneri
ordine.catanzaro@ingpec.eu
ordine.cosenza@ingpec.eu
ordine.crotone@ingpec.eu
ordine.vibovalentia@ingpec.eu
segreteria@pec.ordingrc.it

Oggetto: *Circolare di semplificazione relativa alle richieste di parere di compatibilità idrogeologica e procedure PAUR-VIA-VINCA-VAS*

Con D.Lgs. 152/2006 e s.m.i. sono state soppresse le Autorità di Bacino di cui alla L. 183/89 e contestualmente istituite le Autorità di Bacino Distrettuali, tra le quali quella relativa al Distretto



Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

www.distrettoappenninomeridionale.it – PEC: protocollo@pec.distrettoappenninomeridionale.it

Idrografico dell'Appennino Meridionale, che con la pubblicazione del DPCM 04/04/2018 sulla G.U. n. 135 del 13/06/2018, ha avuto piena operatività.

In relazione alle attività ed ai piani e programmi di competenza, realizzati e poste in essere la scrivente Autorità di Bacino distrettuale dell'Appennino Meridionale, ha provveduto, come da norme vigenti, a capitalizzare e mettere a sistema gli strumenti di pianificazione in vigore redatti dalla ex Autorità di bacino interregionale.

Nel contempo, l'Autorità di Bacino Distrettuale ha posto in essere le attività connesse alla revisione e all'integrazione dei PAI attualmente vigenti, alla realizzazione di nuovi strumenti quali i Piani di gestione Acque e Rischio alluvione, nonché a predisporre azioni e/o sub piani integrativi finalizzati ai Piani di gestione (rischio da frana, sistema costiero - vedere relazione allegata).

Considerate le numerose richieste di pareri di compatibilità e ripermetrazioni, che continuano a pervenire alla scrivente Autorità, si ritiene utile fornire alcuni chiarimenti in merito all'*iter* dei primi e a quanto predisposto dalla Legge n. 120/20 in materia di "*semplificazione dell'iter per la ripermetrazione delle aree a rischio*".

Pianificazione vigente

Attualmente, l'esame istruttorio delle richieste di parere formulate a questa Autorità di Bacino Distrettuale è condotto con riferimento ai seguenti Piani:

- *Piano d'Assetto Idrogeologico (PAI)* Calabria dell'Autorità di Bacino Distrettuale, così come aggiornato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria con la delibera n° 27 del 02/08/2011 e s.m.i., le *Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia (NAMS)* e la cartografia allegate;
- *Piano Stralcio per l'Erosione Costiera (PSEC)* Calabria dell'Autorità di Bacino Distrettuale, come approvato dal Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale della Calabria con la delibera n° 4 del 11/04/2016, le Norme di Attuazione e la cartografia allegate.
- *Piano di Gestione Rischio Alluvioni (PGRA)*¹ e *Piano di Gestione delle Acque (PGA)*².

¹ *Piano di Gestione Rischio Alluvioni*, elaborato ai sensi dell'art. 7 della Direttiva 2007/60/CE e dell'art. 7 del D.Lgs. 49/2010 ed adottato, nella fase di primo ciclo (2010-2015), con relativa VAS, ai sensi dell'art. 4 comma 3 del D.Lgs. 219/2010, con Del. n. 2 del Comitato Istituzionale Integrato del 03/03/2016 e DPCM del 27/10/2016 G.U. Serie generale n. 28 del 03/02/2017.

Adottato, nella fase di secondo ciclo (2016-2021) dalla Conferenza Istituzionale Permanente (CIP) il 20/12/2019 con Del. n. 1 del 20/12/2019, di adozione delle mappe di aggiornamento della Pericolosità e del Rischio da Alluvioni e con Del. n. 2 del 20/12/2019 di adozione, ai sensi dell'art.65 del D.Lgs. 152/2006, delle Misure di Salvaguardia per i territori individuati a diverso grado di Pericolosità nel PGRA e non nei PAI, entrambe pubblicate sulla Gazzetta Ufficiale n. 98 del 14/04/2020. Il Progetto di Piano II Ciclo, progetto del primo aggiornamento, è stato adottato dalla CIP nel dicembre 2020 con *Delibera N.2 - II ciclo Piani di Gestione Rischio Alluvioni. I aggiornamento - Art. 14, comma 3 Direttiva 2007/60/CE. Adozione progetto di aggiornamento dei PGRA ai sensi degli artt. 65 e 66 del D.Lgs. 152 del 2006.* - Attualmente in fase di consultazione finalizzata al completamento dello stesso entro il 31 dicembre 2021.

² *Piano di Gestione Acque*, elaborato ai sensi dell'art. 13 della Direttiva 2000/60/CE e dell'art. 17 del D.Lgs. 152/2006. Primo ciclo del PGA (2000-2009) con la relativa procedura VAS, approvato con DPCM del 10/04/2013 e pubblicato sulla G.U. n. 160 del 10/07/2013. Secondo ciclo del PGA (2010-2015) adottato ai sensi dell'art. 66 del D.Lgs. 152/2006, con Del. n. 2 del Comitato Istituzionale del 17/12/2015, approvato ai sensi dell'art. 4 comma 3 del D.Lgs. 219/2010, con Del. n. 1 del Comitato Istituzionale Integrato del 03/03/2016 e con DPCM del 27/10/2016 G.U. Serie generale n. 25 del 31/01/2017.

Il Progetto di Piano III Ciclo (2021-2027) è stato adottato dalla CIP nel dicembre 2020 con *Delibera N.1 - Terzo ciclo Piani di gestione delle acque. II aggiornamento. Art. 14 direttiva 2000/60/CE. Adozione del progetto di aggiornamento del PGA ai sensi degli art. 65 e 66 del d.lgs. 152/2006.* - Attualmente in fase di consultazione finalizzata al completamento dello stesso entro il 31 dicembre 2021.



Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

www.distrettoappenninomeridionale.it – PEC: protocollo@pec.distrettoappenninomeridionale.it

Per quanto attiene al *Piano di Gestione del Rischio Alluvioni* (PGRA) si rappresenta che esso è lo strumento di riferimento nella pianificazione in ambito distrettuale della strategia per la gestione del rischio da alluvioni. In considerazione dell'art.7 co.6 lett. a) e b) del D.Lgs. 49/2010, gli Enti territorialmente interessati sono tenuti a conformarsi alle disposizioni del PGRA rispettandone le prescrizioni nel settore urbanistico, ai sensi dei commi 4 e 6 dell'articolo 65 del decreto legislativo n. 152 del 2006 e predisponendo o adeguando, nella loro veste di organi di protezione civile, per quanto di competenza, i piani urgenti di emergenza di cui all'articolo 67, comma 5, del decreto legislativo n. 152 del 2006, facendo salvi i piani urgenti di emergenza già predisposti ai sensi dell'articolo 1, comma 4, del decreto legge 11 giugno 1998, n. 180, convertito, con modificazioni, dalla legge 3 agosto 1998, n. 267.

Da ultimo, con Decreto Segretariale n. 540 del 13/10/2020 (pubblicato sulla G.U n. 270 del 29/10/2020 e notificato ai Comuni con nota prot. n. 19632 del 14/10/2020), sono state adottate, ai sensi degli artt. 68 bis e ss del D.lgs 152/2006, le "Misure di Salvaguardia" relativamente alle aree soggette a modifica di perimetrazione e/o classificazione della pericolosità e del rischio di cui ai Piani di Assetto Idrogeologico, configurate nei progetti di varianti di aggiornamento dei PAI alle nuove mappe del PGRA, da approvarsi ai sensi dell'art. 68 comma 4-ter del citato D.Lgs.; dette misure di salvaguardia sono immediatamente vincolanti con efficacia dal 14/10/2020 (data di pubblicazione del relativo Decreto sul sito dell'Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale) e restano in vigore fino alla conclusione dei procedimenti di cui al comma 4 bis dell'articolo 68 del D.Lgs. n. 152/2006 così come aggiunto dall'art. 54 della Legge 120 dell'11 settembre 2020.

Contesto normativo di competenza

Nell'ambito della ripartizione delle funzioni amministrative fra Stato, Regioni ed Enti Locali, prevista dal nostro ordinamento, il comma 1 dell'art. 118 della Costituzione introduce il principio della sussidiarietà verticale. Le funzioni amministrative, pertanto, sono attribuite ai Comuni, salvo che la legge statale o regionale le attribuisca a Province, Città metropolitane, Regioni o Stato, ove vi sia la necessità di esercitarle ad un livello territoriale più ampio. Nella fattispecie dei quesiti formulati, la competenza in materia urbanistica e di vigilanza dell'attività edilizia spetta ai Comuni.

Viceversa, rientra tra le competenze della scrivente Autorità fornire ai Comuni, attraverso le vigenti Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del PAI (NAMS, Testo aggiornato dal Comitato Istituzionale della ex Autorità di Bacino della Calabria con Delibera n. 27 del 02/08/2011), così come le Norme di Attuazione del PSEC 2014³ e le Misure di salvaguardia di cui al DS n.540/2020⁴, sia le misure e le azioni di salvaguardia, sia un quadro normativo che deve essere recepito dagli stessi all'interno dei propri strumenti di pianificazione, normativi e di gestione e controllo del territorio. In questo senso, le prerogative delle suddette Norme e Misure, in ambito di attività edilizia, sono quelle di prescrivere quali tipologie di interventi edilizi - così come gli stessi vengono definiti dal DPR 380/2001- sono ammesse in una determinata area, in funzione dei livelli di pericolosità e di rischio associato nella stessa presenti.

³ *Piano di Bacino Stralcio di Erosione Costiera* adottato con Delibera di Comitato Istituzionale n.2/2014 (PSEC, BURC n. 54 parte seconda del 3 novembre 2014).

⁴ Decreto del Segretario Generale n. 540 del 13/10/2020 (DSG; avviso pubblicato in G.U. n. Serie generale - n.270 del 29/10/2020).

A



Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

www.distrettoappenninomeridionale.it – PEC: protocollo@pec.distrettoappenninomeridionale.it

La Pianificazione a scala di Bacino e di Distretto condotta dalle ex Autorità di Bacino e ad oggi dall'Autorità di Bacino Distrettuale, in particolare tutta la documentazione inerente alla gestione del territorio ed alla normativa ad essa connessa, è sovraordinata (artt. 3 e 4 delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del PAI, NAMS, 2011; artt. 54 e 63 del D.lgs. 152/2006, come mod. dall'art. 51 della L. 221/2015).

In forza della suddetta strutturazione, le valutazioni di merito circa la qualificazione di un determinato intervento edilizio, realizzato o da realizzare, nonché il corretto inquadramento dello stesso nell'ambito di quelli definiti dal DPR 380/2001, il rilascio del permesso per costruire sono inequivocabilmente di competenza dell'Amministrazione Comunale.

Quest'ultima costituisce in prima istanza l'Autorità legittimata ad esprimere pareri e/o giudizi/permessi sull'attività edilizia, entrandovi nel merito, nonché operando con proprie istruttorie nell'ambito dei procedimenti amministrativi che la legge riconosce a tale Ente locale.

Iter procedurale da seguire

Tutto quanto premesso e considerato, in rispetto agli strumenti di pianificazione vigenti e atti sopra richiamati, in particolare, ai sensi dell'art. 5 comma 4 delle summenzionate e vigenti NAMS, nello specifico, l'Amministrazione Comunale, in quanto Ente attuatore dei summenzionati strumenti di pianificazione vigenti deve, pertanto:

1. *accertare anticipatamente se gli interventi in progetto ricadono in qualche area a vincolo, disciplinate dal pertinente articolo delle vigenti norme e misure;*
2. *verificare se gli interventi siano tra quelli consentiti dalle medesime norme e misure;*
3. *inquadrare gli stessi tra i vari tipi di intervento ammissibili;*

e nel caso in cui gli stessi interventi, rispetto alle vigenti NAMS:

4. *non siano ammissibili;*
5. *non rientrino tra gli interventi vietati;*
6. *siano tra quelli consentiti e ammissibili, per i quali non è previsto il parere dell'Autorità di Bacino Distrettuale;*

il procedimento istruttorio, per quanto di competenza, potrà essere concluso con un atto formale da parte dell'Amministrazione comunale, verificandone la "compatibilità idrogeologica" laddove previsto dalla suddette norme e misure.

L'Autorità di Bacino Distrettuale, per quanto di competenza, esprime di fatto parere obbligatorio e vincolante sui progetti, relativamente alla "compatibilità idrogeologica", laddove espressamente previsto dalle vigenti NAMS del PAI, dalle Norme di Attuazione del PSEC e dalle Misure di salvaguardia di cui al succitato DS n. 540/2020.

Pertanto, alla luce di quanto sopra, si invitano le Amministrazioni in indirizzo ad attenersi alla seguente procedura:

- *attenzione e seguire quanto sopra riportato (da 1 a 6);*



Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

www.distrettoappenninomeridionale.it – PEC: protocollo@pec.distrettoappenninomeridionale.it

- richiedere, alla scrivente Autorità di Bacino, il parere di “*compatibilità idrogeologica*” solo laddove espressamente previsto dalle predette vigenti norme e misure;
- di contro, concludere, come già detto, il procedimento istruttorio con un atto formale, dopo avere verificato, per quanto di competenza, per gli interventi consentiti e ammissibili la “*compatibilità idrogeologica*” alla predetta Pianificazione di Bacino (vedi p.6), senza quindi provvedere a richiedere il parere, come riportato nei dettami delle vigenti norme e misure, alla scrivente Autorità di Bacino Distrettuale.

Verifica di compatibilità idrogeologica

A tal proposito, si rappresenta che ai fini della verifica di “*compatibilità idrogeologica*”, la progettazione degli interventi per la mitigazione del rischio di frana, inondazione ed erosione costiera e, in genere, di tutte le opere di bonifica e sistemazione, nonché di ulteriori interventi consentiti e ammissibili deve essere corredata da uno “studio di compatibilità”, contenuto in uno specifico elaborato.

Per quanto attiene alle aree a rischio frana e aree a pericolo associato, per gli interventi ammissibili, per come espressamente previsto dalle predette NAMS del PAI, occorre produrre uno *studio di compatibilità geomorfologica* (a firma congiunta geologo-progettista) redatto in conformità alle **Linee Guida** per la redazione dello “*studio di compatibilità geomorfologica relativo agli interventi per la mitigazione del rischio di frana*”, approvate dal Comitato Istituzionale dell'ex Autorità di Bacino Regionale della Calabria nella seduta del 31.07.2002. Detto studio di compatibilità geomorfologica deve dimostrare che gli interventi a farsi siano compatibili con le condizioni di pericolosità/rischio dell'area in modo tale da garantire sia l'efficacia e sicurezza delle opere stesse, sia che la loro realizzazione non dia luogo a condizioni di instabilità/trasferimento della pericolosità in altri settori dell'ambito geomorfologico all'interno del quale si localizzano ed evolvono i dissesti, oltre a non costituire elemento pregiudizievole alla realizzazione di interventi futuri di mitigazione del rischio.

Per quanto attiene al rischio idraulico, analogamente, per come espressamente previsto dalle predette NAMS del PAI e dalle Misure di salvaguardia di cui al succitato DS n. 540/2020, deve essere predisposto uno “*studio di compatibilità idraulica*” (a firma di un ingegnere) redatto in conformità alle **Linee Guida** sulle “*verifiche di compatibilità idraulica delle infrastrutture interferenti con i corsi d'acqua, sugli interventi di manutenzione, sulle procedure per la classificazione delle aree d'attenzione e l'aggiornamento delle aree a rischio inondazione*”, approvate dal Comitato Istituzionale dell'ex Autorità di Bacino Regionale della Calabria nella seduta del 31.07.2002.

Per quanto attiene, infine, al rischio di erosione costiera, si rinvia integralmente alle norme del PSEC, Art. 7 - *Criteri di progettazione e studi di compatibilità*:

1. in tutte le zone delimitate dal presente Piano, tutti i provvedimenti che autorizzano interventi o attività lungo la costa devono essere basati su preventive valutazioni degli effetti che essi possono produrre sulle condizioni di pericolosità e rischio di erosione costiera e sulla tutela degli ecosistemi.
2. i criteri di massima per la progettazione, la realizzazione e la manutenzione ordinaria e straordinaria delle opere e degli interventi di difesa dai fenomeni di erosione costiera sono



Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

www.distrettoappenninomeridionale.it – PEC: protocollo@pec.distrettoappenninomeridionale.it

indicati nelle “Linee Guida per la Progettazione ed Esecuzione degli Interventi” redatte nel 2006 nell’ambito dell’Accordo di Programma Quadro difesa del Suolo – Erosione delle Coste (scaricabili dal sito istituzionale dell’ABR: www.regione.calabria.it/abr).

3. per le zone delimitate dal presente Piano interessate da possibili risalite dell’onda (*run-up*), le opere e le attività consentite sono comunque subordinate alla redazione di uno studio di compatibilità idraulico-marittimo e sedimentologico (firmato congiuntamente da tecnici abilitati: geologo – ingegnere) commisurato alla natura e all’importanza dell’intervento. Detto Studio dovrà essere conforme ai contenuti minimi riportati nelle “Linee Guida” di cui al precedente comma 2.

Tempi per l’emanazione dei pareri di competenza

- La Pianificazione a scala di Bacino e di Distretto condotta dalle Autorità di Bacino è sovraordinata agli altri strumenti di pianificazione territoriale (artt. 3 e 4 delle Norme di Attuazione e Misure di Salvaguardia del PAI, NAMS, 2011; artt. 54 e 63 del Dlgs 152/2006, mod. dall’ art. 51 della L. 221/2015);
- La Legge 241/90 e s.m.i., prevede:
 - art. 2
 - comma 2 - “*Nei casi in cui disposizioni di legge ovvero i provvedimenti di cui ai commi 3, 4 e 5 non prevedono un termine diverso, i procedimenti amministrativi di competenza delle amministrazioni statali e degli enti pubblici nazionali devono concludersi entro il termine di trenta giorni.*”
 - comma 3 - “*Con uno o più decreti del Presidente del Consiglio dei ministri, adottati ai sensi dell’articolo 17, comma 3, della legge 23 agosto 1988, n. 400, su proposta dei Ministri competenti e di concerto con i Ministri per la pubblica amministrazione e l’innovazione e per la semplificazione normativa, sono individuati i termini non superiori a novanta giorni entro i quali devono concludersi i procedimenti di competenza delle amministrazioni statali. Gli enti pubblici nazionali stabiliscono, secondo i propri ordinamenti, i termini non superiori a novanta giorni entro i quali devono concludersi i procedimenti di propria competenza.*”;
 - art. 14-bis, comma 2 - “*La conferenza è indetta dall’amministrazione procedente entro cinquegiorni lavorativi dall’inizio del procedimento d’ufficio o dal ricevimento della domanda, se il procedimento è ad iniziativa di parte. A tal finel’amministrazione procedente comunica alle altre amministrazioni interessate:..omissis... lettera c) “il termine perentorio, comunque non superiore a quarantacinque giorni, entro il quale le amministrazioni coinvolte devono rendere le proprie determinazioni relative alla decisione oggetto della conferenza, fermo restando l’obbligo di rispettare il termine finale di conclusione del procedimento. Se tra le suddette amministrazioni vi sono amministrazioni preposte alla tutela ambientale, paesaggistico-territoriale, dei beni culturali, o alla tutela della salute dei cittadini, ove disposizioni di legge o i provvedimenti di cui all’articolo 2 non prevedano un termine diverso, il suddetto termine è fissato in novanta giorni;*”
 - art. 14-ter, comma 2 - “*I lavori della conferenza si concludono non oltre quarantacinque giorni decorrenti dalla data della riunione di cui al comma 1. Nei casi*



Autorità di Bacino Distrettuale dell'Appennino Meridionale

www.distrettoappenninomeridionale.it – PEC: protocollo@pec.distrettoappenninomeridionale.it

di cui all'articolo 14-bis, comma 7, qualora siano coinvolte amministrazioni preposte alla tutela ambientale, paesaggistico-territoriale, dei beni culturali e della salute dei cittadini, il termine è fissato in novanta giorni. Resta fermo l'obbligo di rispettare il termine finale di conclusione del procedimento”;

- art.17 bis, comma 3 (Aggiornato dalla L.124/2015) - “Le disposizioni dei commi 1 e 2 si applicano anche ai casi in cui è prevista l'acquisizione di assensi, concerti o nulla osta comunque denominati di amministrazioni preposte alla tutela ambientale, paesaggistico-territoriale, dei beni culturali e della salute dei cittadini, per l'adozione di provvedimenti normativi e amministrativi di competenza di amministrazioni pubbliche. In tali casi, ove disposizioni di legge o i provvedimenti di cui all'articolo 2 non prevedano un termine diverso, il termine entro il quale le amministrazioni competenti comunicano il proprio assenso, concerto o nulla osta è di novanta giorni dal ricevimento della richiesta da parte dell'amministrazione procedente. Decorso i suddetti termini senza che sia stato comunicato l'assenso, il concerto o il nulla osta, lo stesso si intende acquisito”.
- art. 20, comma 4 - “Le disposizioni del presente articolo non si applicano agli atti e procedimenti riguardanti il patrimonio culturale e paesaggistico, l'ambiente, la tutela dal rischio idrogeologico, la difesa nazionale, la pubblica sicurezza e l'immigrazione, l'immigrazione, l'asilo e la cittadinanza, la salute e la pubblica incolumità, ai casi in cui la normativa comunitaria impone l'adozione di provvedimenti amministrativi formali, ai casi in cui la legge qualifica il silenzio dell'amministrazione come rigetto dell'istanza, nonché agli atti e procedimenti individuati con uno o più decreti del Presidente del Consiglio dei ministri, su proposta del Ministro per la funzione pubblica, di concerto con i Ministri competenti”.

Ulteriori chiarimenti, laddove necessari, possono essere richiesti alla scrivente Autorità attraverso la sezione dedicata del sito web: <https://www.distrettoappenninomeridionale.it/index.php>

Il Segretario Generale
Vera Corbelli

Funzionari Referenti:
Ing. Massimo More 
Geol. Annamaria Pellegrino 



INDICE

1. PREMESSE	1
• GENERALITÀ	2
• DATI IDENTIFICATIVI DELL'AREA	3
• RIFERIMENTI NORMATIVI	3
2. QUADRO CONOSCITIVO.....	4
• INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO.....	4
• FISIOGRAFIA ED ASSETTO IDROGEOMORFOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME BIFERNO	6
• CARATTERI CLIMATOLOGICI.....	9
3. ANALISI IDROLOGICA	12
• PLUVIOMETRIA.....	12
• MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI	14
• VALUTAZIONE DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DI PIENA	16
4. MODELLAZIONE IDRAULICA	21
• SIMULAZIONE IDRAULICA.....	21
• CALCOLO IDRAULICO	22
• RISULTATI DELLA MODELLAZIONE E MAPPATURA DELLE AREE INONDABILI	23
• RISCHIO IDRAULICO E INTERFERENZE CON IL PROGETTO	26
5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE.....	34

ALLEGATI:

PROFILO LONGITUDINALE DEL DI FIUME BIFERNO NEL TRATTO DI INTERESSE PROGETTUALE¹
SEZIONI IDRAULICHE A MONTE E A VALLE DI INTERESSE PROGETTUALE²

¹ Tratto da *Studio del rischio idrogeologico nella Regione Molise*

² Tratte da *Studio del rischio idrogeologico nella Regione Molise*

1. PREMESSE

- GENERALITÀ

In ottemperanza a quanto disposto dalla Legge n. 183 del 18/05/1989 e con riferimento alle NTA del PAI (Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico) dell'Autorità di Bacino Regionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, la Ditta *STEFANA SOLARE srl*, ha affidato ai sottoscritti uno studio di compatibilità idrogeologica relativo alla "Costruzione un parco fotovoltaico per la produzione di energia elettrica", da realizzarsi in agro del Comune di Termoli (CB), presso lo stabilimento dell'ex Acciaieria Stefana.

Il presente rapporto illustra la metodologia di studio adottata per la valutazione del livello di rischio idraulico cui sono soggette aree potenzialmente inondabili per eventi di piena fluviale, con tempi di ritorno (Tr) di 30 e 200 anni, di un tratto del *Fiume Biferno*, posto a monte e a valle dell'area interessata dall'intervento; lo stesso è strutturato in quattro sezioni che semplificano la sequenza metodologica per valutare lo scenario associato a fenomeni di inondazione, di seguito sinteticamente descritte.

Per verificare la compatibilità del progetto con gli strumenti del territorio, si è proceduto dapprima alla raccolta di tutti quei dati cartografici, climatologici, idrologici e di letteratura tecnica, così da ottenere una conoscenza completa ed accurata del bacino idrografico sotteso dal *Fiume Biferno*, al fine di valutarne l'evoluzione nel tempo del sistema idrologico. Per ogni dato acquisito è stata specificata la fonte di provenienza, la datazione e l'attendibilità dell'informazione. L'attività di raccolta dati è stata coadiuvata da un adeguato supporto informatico (database) che consente un rapido aggiornamento e una facile consultazione degli stessi.

Successivamente si è riportata la modellistica idrologica per il bacino idrografico di riferimento, cui rientra l'opera in oggetto³, basata sul modello probabilistico TCEV (*modello di valore estremo a doppia componente*) messo a punto nell'ambito del progetto VAPI-CNR. La scelta di caratterizzare le portate fluviali di piena a partire dai dati di pioggia è stata giustificata nella miglior qualità e maggior numerosità spazio-temporale di questi ultimi rispetto ai dati di portata.

Una volta definiti gli idrogrammi di piena attraverso la trasformazione afflussi/deflussi, si è passato alla analisi idraulica dei tratti di fiume in studio per i tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni, con simulazioni effettuate in regime di **moto vario monodimensionale**. Sulla base dei risultati della modellazione idraulica effettuata sono state quindi definite le *aree inondabili* per i suddetti tempi di ritorno, sulla base dei livelli idrometrici raggiunti in alveo e nelle macro-celle in cui sono state suddivise le aree di potenziale esondazione, sede delle strutture dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Al fine di costruire i modelli geometrici alla base della modellistica idraulica, sono stati elaborati i DTM a maglia 40x40 m della Regione Molise derivanti dalla Carta Tecnica Regionale in scala 1: 5.000.

Questo studio, riporta in sintesi i contenuti e le informazioni provenienti da studi precedenti e fonti varie, con un grado di dettaglio maggiore nella definizione degli idrogrammi di piena e della pericolosità e del rischio da inondazione sulle aree prossime al progetto in esame.

³ "Studio del Rischio Idrogeologico nella Regione Molise", Europrogetti & Finanza – Suggest – Physis, Maggio 2001 e successivo approfondimento condotto nel "Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Trigno – parte abruzzese", Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, 2001.

• **DATI IDENTIFICATIVI DELL'AREA**

Il lotto di terreni in esame possiede i seguenti riferimenti amministrativi, geografici, catastali e geologici:

Riferimenti amministrativi:

- ❖ Regione: Puglia
- ❖ Provincia: Foggia
- ❖ Comuni: Termoli
- ❖ Località: Stabilimento ex Stefana

Riferimenti geografici e cartografici:

- ❖ Carta d'Italia dell'Istituto Geografico Militare Italiano: Foglio 155, Tavoletta IV NO "Termoli" – Stralcio all'interno della relazione.
- ❖ Carta Tecnica Regionale: elementi n. 381081 "Stazione Ferroviaria F.S. Guglionesi-Portocannone" in scala 1: 5.000 (Stralcio all'interno della relazione).
- ❖ Ortofotocarta in scala 1:10.000 (Voli 2005 e 2016 - Stralcio all'interno della relazione).
- ❖ Modello digitale del terreno della Regione Molise (DTM) risoluzione 40 x 40 metri (Stralcio all'interno della relazione);

Riferimenti geologici e idrogeologici:

- ❖ Carta geolitologica tratta da SINA in scala 1:100.000 (Stralcio all'interno della relazione);
- ❖ Carta dell' Uso del Suolo tratta da Progetto CORINE LAND COVER in scala 1.100.000;
- ❖ Cartografia dedotta dal Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) dell'Autorità di Bacino Regionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore (Stralcio all'interno della relazione).
- ❖ Annali idrologici del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale

• **RIFERIMENTI NORMATIVI**

Legge 18 maggio 1989, n.183

Norme per il riassetto organizzativo e funzionale della difesa del suolo

DPCM 29 settembre 1998

Atto di indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art.1, commi 1 e 2 del DL 11 giugno 1998, n.180

Delibera del 28 ottobre 2005, n.87 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di Bacino Regionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore

Adozione del Progetto del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Biferno e Minori ai sensi dell'art.1-bis della Legge 365/2000

DCR del 04 agosto 2011, n. 602

Approvazione del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Biferno e Minori

Leggi regionali in materia di pianificazione e di Vincolo Idrogeologico

Ordinanze NTA del PAI dell'Autorità di Bacino Regionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

2. QUADRO CONOSCITIVO

• INQUADRAMENTO GEOGRAFICO E MORFOLOGICO

L'impianto fotovoltaico in progetto ricade all'interno dell'ex Acciaieria Stefana (**vedi fig. 1**), quasi all'estremo meridionale del territorio comunale di Termoli (CB), confinante ad ovest e a sud/ovest con quello del Comune di Guglionesi (CB), a sud con quello di Portocannone (CB) e sud-est con quello di Campomarino (CB).

Con riferimento alla cartografia ufficiale I.G.M. l'impianto fotovoltaico si colloca nella Tav.^{ta} in scala 1:25.000 "Termoli" (IV-NO) del Foglio n. 155 della Carta d'Italia ed è altresì inquadrabile nell' elemento cartografico n. 381042 della Carta Tecnica della Regione Molise in scala 1: 5.000 (**vedi fig. 2**).

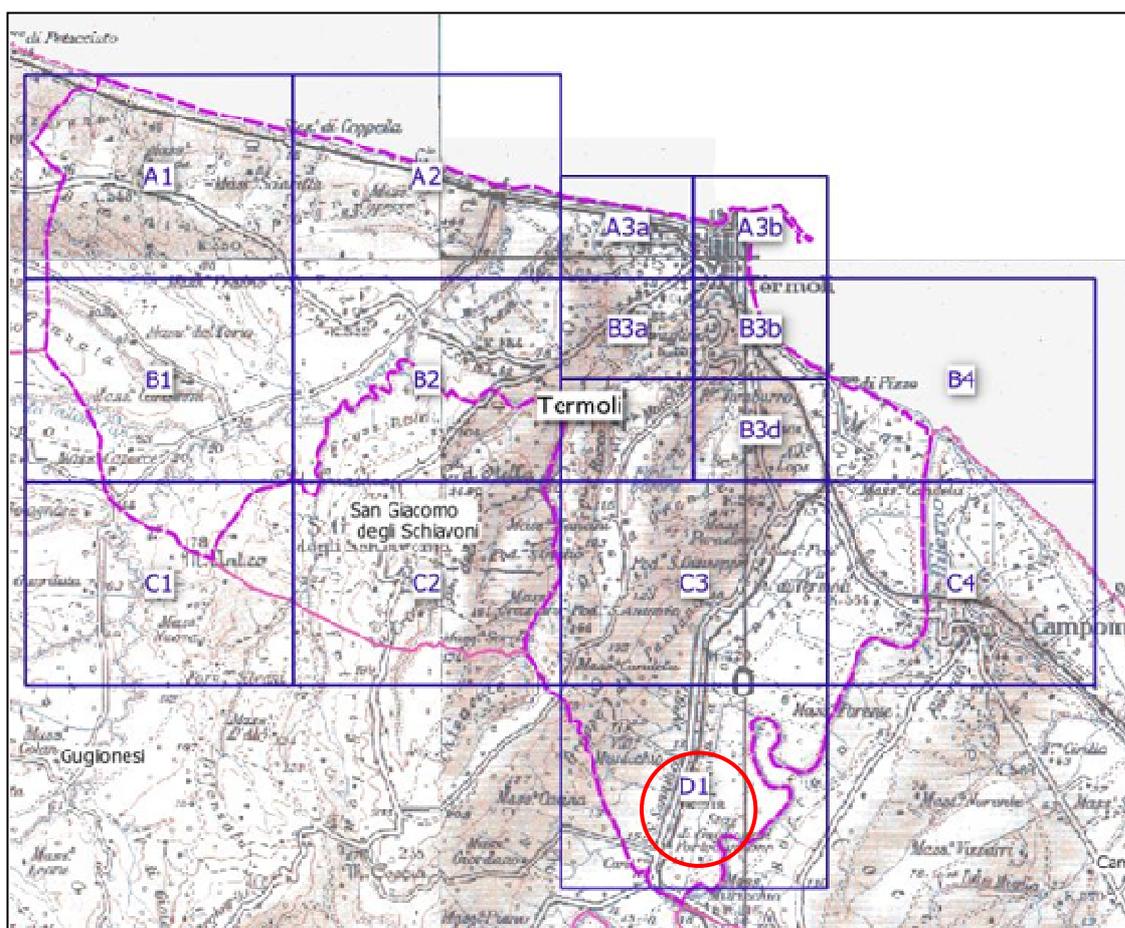


Figura 1 – Inquadramento corografico dell'area di progetto, in cerchio rosso (Tratto da Sistema Informativo Territoriale del Comune di Termoli, base topografica Tav.^{ta} IV-NO "Termoli")

Le quote medie dell'area oggetto di studio risultano comprese tra i 14 m s.l.m. delle zone di culmine (porzione sud-occidentale dell'impianto dell'ex Acciaieria) e i 10 m s.l.m. delle porzioni topografiche più depresse, in prossimità del tracciato del canale della *Bonifica del Pantano Basso*.

L'area in studio e la quasi totalità del settore costiero antistante sono caratterizzati da una morfologia complessivamente blanda e pianeggiante in cui le forme e i processi esogeni predominanti sono quelli tipici della morfologia costiera e fluviale. L'evoluzione geomorfologica dell'area, nonché l'attuale assetto geologico, sono strettamente collegati all'azione incrociata di movimenti tettonici di sollevamento della catena appenninica e oscillazioni eustatiche del livello del mare.

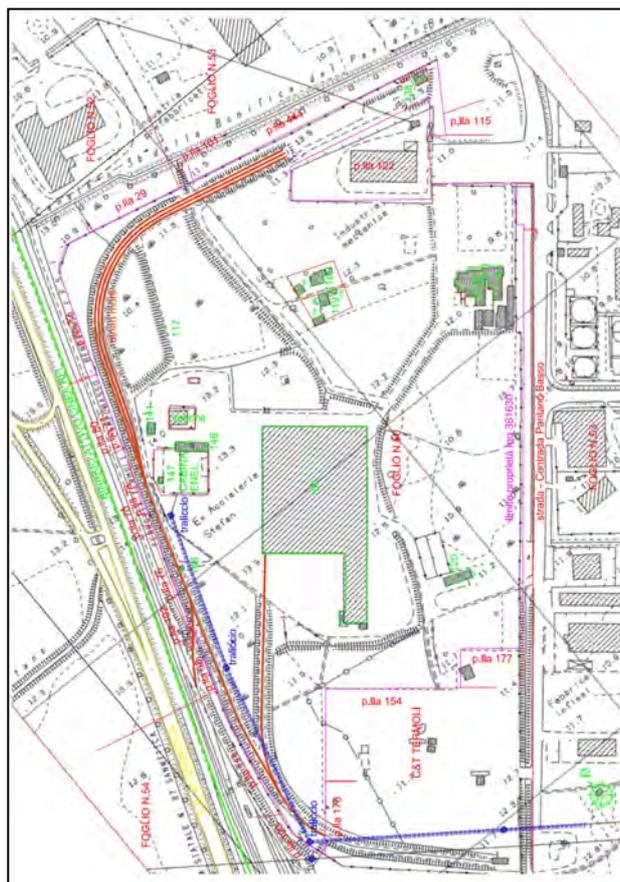
Cicli di trasgressione e regressione che si sono succeduti dal Pleistocene all'attualità hanno determinato mutazioni nella posizione della linea di costa e, conseguentemente, nell'evoluzione della locale rete idrografica, delimitata a sud dall'estuario del *Fiume Biferno* e a nord dal *Vallone San Rocco*.

Le fasi trasgressive hanno permesso il deposito di sedimenti marini con formazione di un habitat di pianura costiera che si spingeva verso l'attuale entroterra, mentre fasi regressive hanno determinato riprese dell'erosione fluviale, testimoniate dalla presenza di diversi ordini di terrazzi; una prova della variazione del livello del mare è nella presenza dei terrazzi marini sui quali sorgono gli abitati di Termoli e Campomarino. La linea di congiunzione ideale tra i centri abitati sopradetti rappresenta, quindi, un'antica linea di costa, in posizione più interna rispetto a quella attuale.

Nella zona in esame si rinviene una sequenza regressiva costituita da una parte basale, potente e prettamente pelitica, attribuibile alle formazioni plio-pleistoceniche delle "Argille di Montesecco" e "Formazione di Atessa", e da una copertura relativamente uniforme di termini alluvionali, fluvio-lacustri e palustri, il cui spessore, in progressivo aumento verso la linea di costa, può variare da pochi metri fino a superare anche la decina di metri. Trattasi questi ultimi di sedimenti eterogenei, sia lateralmente che verticalmente, perlopiù costituiti da limi e argille, variamente sabbiose, di colore grigiastro o avana, a cui localmente si intercalano livelli o lenti sabbioso-ghiaiose e rari livelli torbosi di origine palustre.

Questi sedimenti si dispongono ad assetto sub-orizzontale o con dolce inclinazione verso l'attuale linea di costa e vengono incisi alla base dai principali corsi d'acqua. La morfologia si presenta quindi complessivamente pianeggiante, allungata parallelamente alla linea di costa (in adiacenza ad un locale tratto della S.S. n. 87 "Sannitica") e delimita da impluvi secondari tributari del *Fiume Biferno*. Trattasi questi ultimi di fossi e canali che, a pressoché medesima disposizione e normalmente attivi solo nella stagione piovosa, dati i dislivelli comunque contenuti, non esercitano una significativa azione erosiva sui terreni attraversati e non minano la stabilità d'insieme del versante

Figura 2 – Inquadramento catastale dell'area di progetto su CTR in scala 1:10.000 (base topografica elemento n.381081 della CTR della Regione Molise)



L'area da impegnare dalle strutture dell'impianto fotovoltaico, infatti, si caratterizza per pendenze appena apprezzabili tali da fargli assumere l'aspetto di un pianoro lievemente inclinato a N-NW, verso la linea di costa.

• *FISIOGRAFIA ED ASSETTO IDROGEOLOGICO DEL BACINO DEL FIUME BIFERNO*

Il bacino del *Fiume Biferno e Minori* comprende i territori ricadenti nella Regione Molise per una superficie complessiva di 1.552,83 Km²; tale porzione di territorio, posta a confine delle Regioni Abruzzo, Puglia e Campania (**vedi fig.3**) è solcata per circa 1726 km da un reticolo idrografico composto dall'asta principale e dai suoi affluenti, di cui i principali sono il *Torrente Callora*, il *Torrente Cigno*, il *Torrente Rio*, il *Torrente Quirino* e il *Fiume Sinarca*.



Figura 3 – Delimitazione geografica del bacino idrografico del *Fiume Biferno e Minori* all'interno del Distretto Idrografico dell'Appennino meridionale (tratto da Autorità di Bacino Regionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, *Relazione Generale*).

Il *Fiume Biferno* nasce alle falde del Matese, nei pressi di Bojano, alimentato da tre gruppi di sorgenti: *Maiella*, *Pietrecadute* e *Riofreddo* e si snoda con la sua asta principale per circa 93 km di lunghezza. Il suo percorso naturale è stato variato dal bacino artificiale, in funzione dal 1975, del *Lago di Guardalfiera*, nei pressi di *Ponte Liscione*.

Il fiume presenta un carattere torrentizio, sotto l'aspetto idrologico e morfologico, dalle origini del versante nord-est dei monti del Matese fino all'invaso di Ponte Liscione. Lungo tale corso le pendenze sono accentuate, il trasporto solido è elevato e l'alveo risulta ristretto e contenuto fra i piedi delle colline circostanti.

Dopo la diga l'alveo inizia ad assumere caratteristiche prettamente "fluviali", in conseguenza dell'ampliarsi del fondo valle e del ridursi delle pendenze. Dapprima l'alveo si sviluppa sull'ampia conoide di deposizione del materiale solido trasportato, nella forma caratteristica dritta e pluricursale dei tratti pedemontani, per passare, dopo un tratto di transizione, nella piana alluvionale antistante il mare, alla forma caratteristica unicursale a meandri, in parte alterata nell'ultimo tratto da interventi artificiali.

Da un punto di vista orografico, il territorio in esame è occupato, per oltre la metà, da rilievi montuosi che raggiungono i 2050 metri di quota con il *Monte Miletto*, che rappresenta uno dei passaggi dello spartiacque appenninico. Quest'area è caratterizzata da dorsali con versanti aspri ed acclivi solcati da valli strette ed incassate disposte parallelamente alle strutture regionali; tali valli si presentano asimmetriche col fianco più ripido in corrispondenza degli strati posti a reggi-poggio e quello meno ripido in corrispondenza delle superfici di strato. Il rimanente territorio è costituito da colline che degradano verso la fascia costiera pianeggiante. Si ritrovano una serie di dossi a morfologia ondulata che raccordano i rilievi montuosi con la costa adriatica, per una quota di alcune centinaia di metri sul livello del mare; i versanti appaiono modellati dolcemente in conseguenza della plasticità delle litologie presenti; soltanto localmente i versanti presentano sensibili energie di rilievo generalmente connesse a fenomeni di evoluzione morfologica (**vedi fig. 4**)

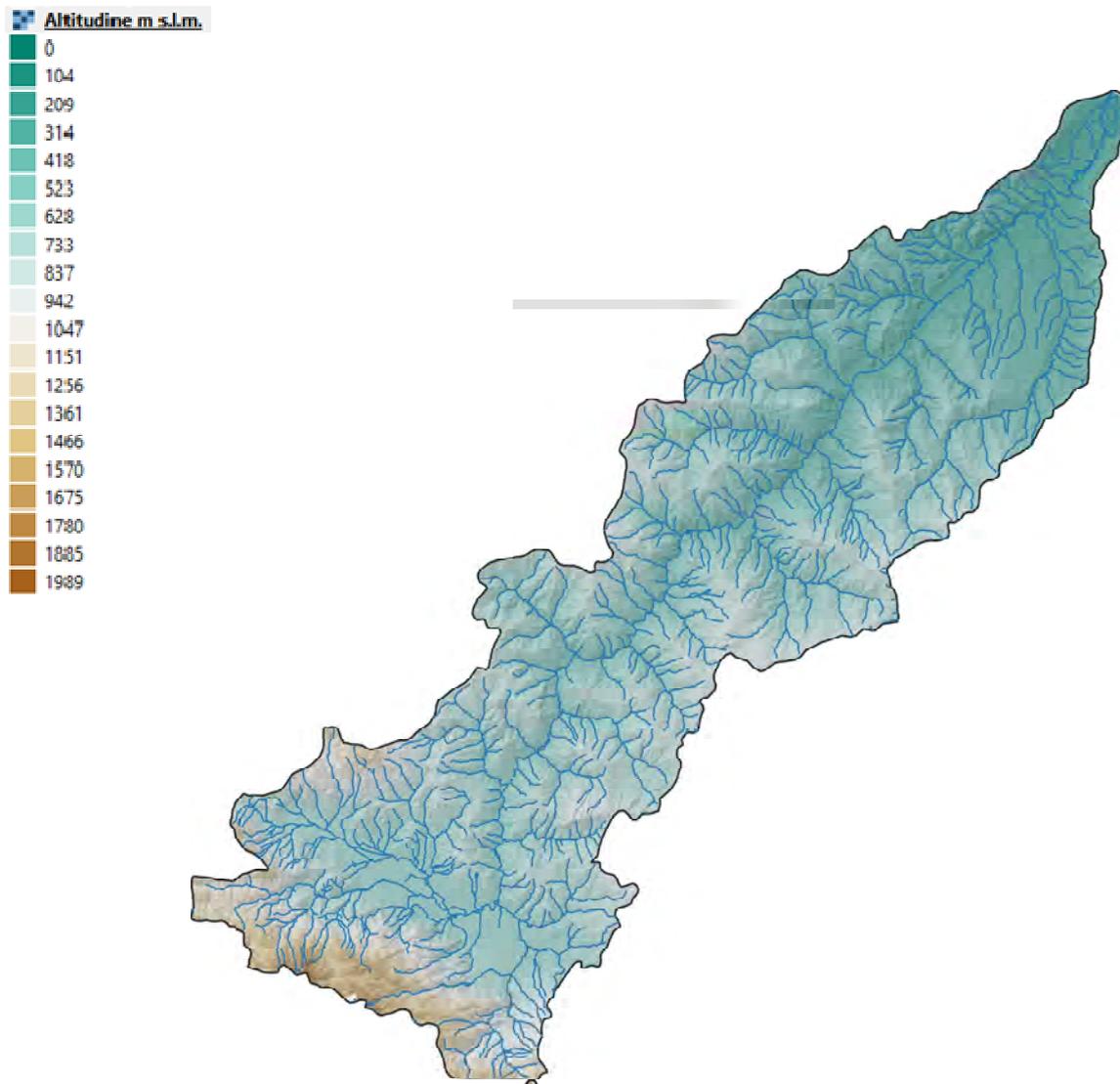


Figura 4 – Modello digitale del terreno del bacino idrografico del *Fiume Biferno* (in scala 1:500.000)

In alcune zone l'andamento collinare è interrotto dagli affioramenti litoidi rocciosi su cui sorgono molti centri abitati. Nelle fasce intramontane e nella fascia costiera si individuano paesaggi sub pianeggianti solcati, generalmente da un corso d'acqua; di

frequente, in fregio al fiume si osservano consistenti depositi di materiale alluvionale fluviale degradante a depositi a granulometria fine in direzione della foce. La fascia costiera, con sviluppo di circa 35 km si presenta quasi sempre bassa e costituita generalmente da sabbia fine; localmente il paesaggio presenta degli alti morfologici in corrispondenza dei terrazzi. In sintesi, relativamente agli aspetti geomorfologici, si evidenzia il prevalere di processi fluviali dovuti al dilavamento ed alla neotettonica, a fenomeni di crollo, degradazione ed alterazione delle rocce nella parte montana, a consistenti fenomeni di versante di evoluzione gravitativa nella fascia collinare ed, infine processi di deposizione e sedimentazione nella fascia pianeggiante e costiera, ad eccezione di fenomeni di erosione costiera collegata ai regimi delle correnti marine ed alla loro interferenza con gli apporti fluviali (**vedi fig.5**).

Da un punto di vista idrogeologico è possibile individuare sul territorio tre fasce con caratteristiche di permeabilità sensibilmente differenti. La fascia montana delle strutture carbonatiche, la fascia collinare dei complessi argilloso marnoso in facies di flysch che bordano le strutture carbonatiche ed infine la fascia costiera a cui possono essere assimilate anche le coperture vallive alluvionali intramontane caratterizzate da depositi alluvionali. Le diversità litologiche, e strutturali, condizionano i caratteri idrogeologici in quanto controllano i processi di infiltrazione e la circolazione sotterranea. Nell'area di affioramento dei calcari della piattaforma carbonatica, che si affaccia sulla piana di Boiano, l'assetto tettonico è caratterizzato da importanti piani di faglia che fratturano intensamente la roccia conferendole elevata permeabilità. Sono inoltre presenti fenomeni accentuati di carsismo ipogeo. L'acquifero presente all'interno di questo complesso crea numerose importanti emergenze, tra queste le sorgenti del Biferno e Riofreddo. Acquiferi di minore importanza possono essere rinvenuti in corrispondenza delle alluvioni terrazzate o dei livelli sabbioso-arenacei sovrapposti a litologie argillose. In corrispondenza dell'affioramento dei materiali argillosi la permeabilità è da bassa a nulla ad eccezione dei livelli arenaci o calcarenitici che danno origine a piccole emergenze collegate a falde locali. Molto spesso gli olistostromi litoidi che lasciano la parte bassa delle vallate importanti, determinano emergenze idriche non trascurabili, collegate agli acquiferi contenuti nella massa calcarea, che si manifestano al contatto tra gli olistostromi e le argille in cui gli stessi sono inglobati. (esempio: Fonte Bivaro in destra idrografica del Fiume Biferno a valle di Oratino con portata costante di circa 4 l/s). Le litologie argillose sono caratterizzate da permeabilità molto bassa che favorisce un deflusso superficiale su un reticolo fluviale di tipo dendritico.

Legenda

■	Arenarie ed argille (subordinati calcari ed evaporiti)
■	Argille
■	Argille e marne talvolta con olistostromi
■	Calcari e calcari biodetritici neritici e di piattaforma
■	Calcari e calcari marnosi detritici di scarpata
■	Calcari e tavolta dolomie neritici e di piattaforma
■	Calcari micritici e micriti argillose di piattaforma
■	Calcari organogeni e biodetritici neritici e di piattaforma
■	Calcari organogeni, calcareniti
■	Depositi lacustri e fluviolacustri
■	Detriti, alluvioni terrazzate, fluviolacustri e fluvioglaciali
■	Detriti, depositi alluvionali e fluviolacustri, spiagge attuali
■	Laghi e ghiacciai
■	Marne e marne calcaree detritiche di facies di scarpata
■	Sabbie e conglomerati
■	Unita' arenacee e arenaceo-marnose
■	Unita' argillose ed argilloso-calcaree (torbiditiche)
■	Unita' calcareo-marnose (torbiditiche)

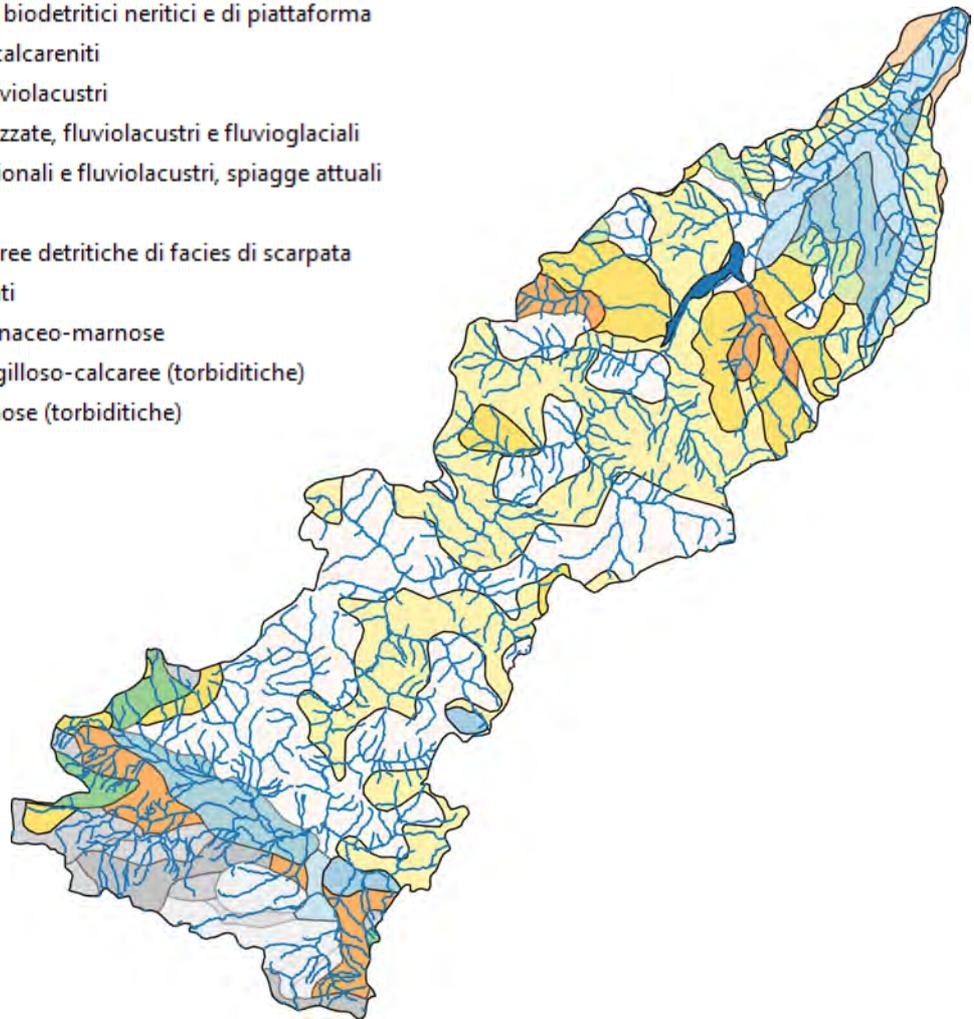


Figura 5 – Carta geolitologica (in scala 1:500.000) del Bacino idrografico del Fiume Biferno

- CARATTERI CLIMATOLOGICI

Lungo il bacino del Fiume Biferno e Minori il rilevamento delle variabili meteorologiche è garantito da una rete di stazioni di misura gestite dai seguenti enti e istituzioni: 1) Regione Molise, alla quale il DPCM del 24/07/2002 ha trasferito le competenze in precedenza appartenenti agli uffici compartimentali del Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN); 2) Servizio Meteorologico dell'Aeronautica Militare; 3) Ufficio Centrale di Ecologia Agraria (UCEA); 4) Ente Regionale per lo Sviluppo Agricolo

del Molise (ERSAM); 5) Consorzio Regionale Molisano di Difesa (CO.RE.DI.MO.); 6) Ente per le Risorse Idriche del Molise (ERIM); 7) Università degli Studi del Molise.

La maggior parte delle stazioni è di tipo automatico, con tempi di acquisizione delle misure variabili a seconda dell'ente gestore: in genere è almeno garantito il rilevamento orario. I parametri con maggiore copertura territoriale sono le precipitazioni e la temperatura dell'aria.

Ai fini dello studio sono state analizzate le stazioni afferenti all'ex Servizio Idrografico e Mareografico Nazionale (SIMN) che garantiscono un'ampia distribuzione territoriale (**vedi fig. 6**) e una buona copertura temporale; la maggior parte di esse è operativa dal 1920 e diverse sono le stazioni che presentano serie termo-pluviometriche ultracentenarie. L'analisi è stata condotta su un totale di 29 stazioni pluviometriche, di cui 7 esterne al bacino di riferimento attrezzate anche per la misura della temperatura dell'aria. Le stazioni non appartenenti al bacino idrografico di riferimento sono state prese in considerazione allo scopo di evitare l'effetto «bordo» che avrebbe aumentato criticamente l'errore di stima nelle zone di confine durante la fase di interpolazione delle variabili prese in considerazione.

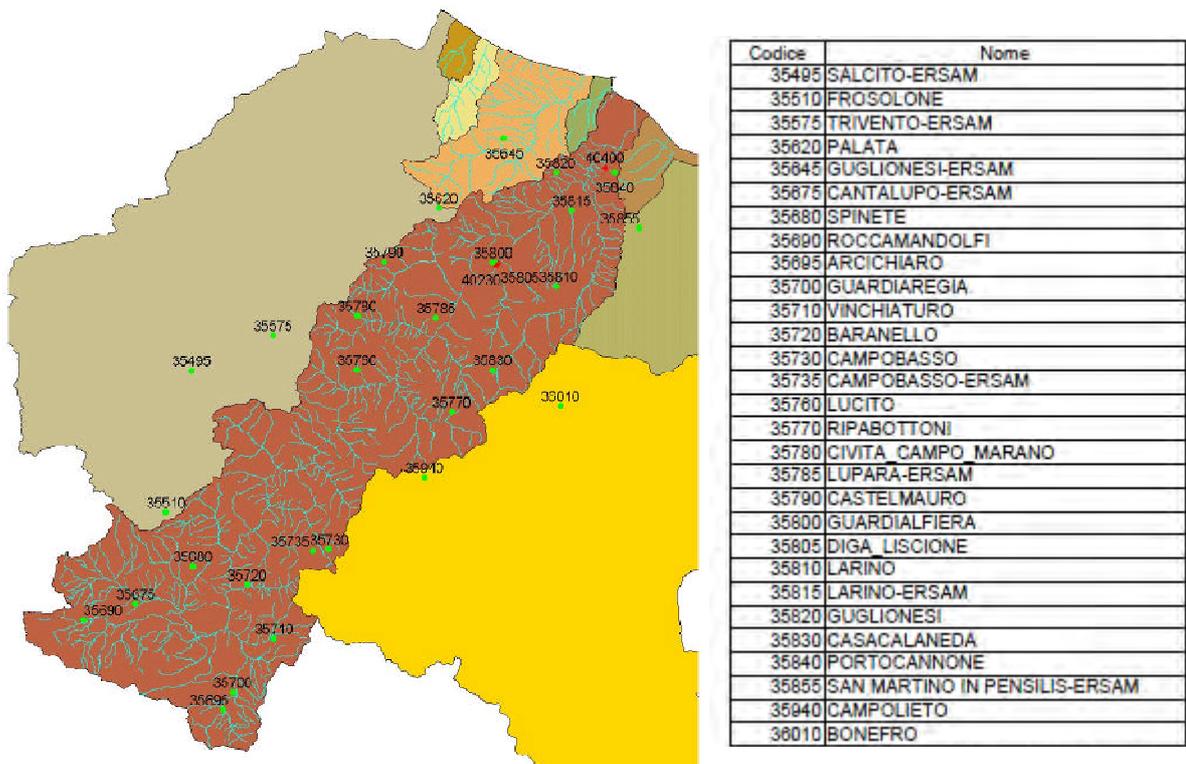


Figura 6 – Stazioni termo-pluviometriche utilizzate per la definizione dei caratteri climatici del bacino del Fiume Biferno e Minori (tratto da Autorità di Bacino Regionale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore, *Relazione Integrativa*).

Un fattore molto importante nel condizionare la distribuzione sul territorio delle altezze di precipitazione e della temperatura è l'altitudine. Normalmente, all'aumentare della quota sul livello del mare si osserva un incremento del volume di precipitazione e una diminuzione della temperatura, ma non va trascurato il ruolo giocato dall'orografia locale che, producendo condizioni di esposizione diverse, può portare a delle situazioni che si discostano notevolmente dalle previsioni. A tal proposito, è utile ricordare le notevoli differenze esistenti tra il versante settentrionale e quello meridionale di un bacino idrografico, con il primo in genere considerevolmente più freddo e piovoso del secondo, oppure le possibili conseguenze di una diversa esposizione alle correnti atmosferiche dominanti o,

ancora, l'effetto derivante dalla differente direzione che le correnti atmosferiche prevalenti in una determinata regione mostrano al variare della quota, cosa che conduce al fenomeno dell'inversione del gradiente pluviometrico (Affronti, 1960).

Nonostante questa grande variabilità prodotta dalle condizioni locali, in aree sufficientemente omogenee, una legge di tipo lineare rappresenta una buona approssimazione della variazione delle precipitazioni e delle temperature in funzione dell'altitudine.

L'analisi della distribuzione spaziale delle precipitazioni permette di identificare sul bacino idrografico di riferimento la presenza di alcune aree principali a diversa piovosità. Infatti, procedendo dalla costa verso le zone interne, si osserva in media un graduale incremento delle precipitazioni, con i valori minimi registrati lungo l'area che comprende la fascia costiera e la zona collinare bassa a ridosso di essa.

Immediatamente a ridosso della zona collinare bassa in cui si riscontrano i valori minimi di precipitazione annua, si osserva un progressivo incremento di piovosità, che, con un gradiente piuttosto ridotto, si sviluppa fino all'area centrale montuoso-collinare, trovando il suo limite interno in corrispondenza di una linea ideale che si snoda, passando per Baranello e Vinchiaturò, fino a Campobasso.

Un campo di pioggia profondamente diverso è quello che caratterizza tutto il settore occidentale del Molise, ossia quello in cui dominano i rilievi montuosi. In questo settore si registra un sostanziale innalzamento della piovosità media (1.350 mm contro i 650 mm della porzione centro-orientale del Molise).

Per quanto riguarda la distribuzione delle temperature, è da notare una corrispondenza diretta con le classi altimetriche, con un andamento molto vicino alla linearità e un gradiente termico pari a $-0.6\text{ }^{\circ}\text{C}$ ogni 100 m. Tale andamento regolare comporta una distribuzione regionale delle temperature che riflette quella delle morfostutture principali, con valori medi annui compresi tra i $16\text{ }^{\circ}\text{C}$ di Termoli e i $7\text{ }^{\circ}\text{C}$ circa in corrispondenza delle cime dei massicci appenninici (*vedi fig.7*).

Le temperature medie annue diminuiscono procedendo dalla costa adriatica verso l'interno, per poi tornare nuovamente ad aumentare nel settore sud-occidentale del Molise; qui, infatti, si registra a partire dalla piana di Isernia un incremento progressivo della temperatura, la quale raggiunge nei territori a confine con la Campania valori medi compresi tra 15 e $17\text{ }^{\circ}\text{C}$. In quest'ultimo caso, si evidenzia l'influenza esercitata dalle correnti tirreni che riescono a risalire lungo la valle del Volturno, facendo sì che le aree ricadenti nella piana di Isernia sperimentino, soprattutto in estate, condizioni di maggiore umidità e temperature più elevate rispetto alle zone della regione in cui l'accesso delle correnti tirreniche è limitato per la presenza dei Monti del Matese

Molise	Gen	Feb	Mar	Apr	Mag	Giu	Lug	Ago	Set	Ott	Nov	Dic	Anno
Campobasso													
T°C Media	4	4	7	10	15	19	22	22	18	14	9	6	12
T°C Max	6	7	10	14	19	23	26	26	22	17	11	8	16
T°C Min	1	1	3	6	10	14	17	17	14	10	6	3	9
Pioggia	55	60	50	51	48	36	35	40	46	58	81	68	628
Termoli - CB													
T°C Media	8	8	10	13	17	21	24	24	21	17	13	9	15
T°C Max	10	11	13	16	20	24	27	27	24	20	15	12	18
T°C Min	5	6	7	10	14	18	21	21	18	14	10	7	12
Pioggia	53	56	51	53	51	36	33	41	46	56	81	71	627

Figura 7 – Valori medi annui di precipitazione e temperatura e loro distribuzione mensile per le città di Campobasso e Termoli, rispettivamente media e bassa valle del *Fiume Biferno*.

3. ANALISI IDROLOGICA

L'analisi idrologica è finalizzata alla valutazione delle portate di piena di assegnata probabilità di accadimento (sintetizzata nel parametro tempo di ritorno), indispensabili ai fini della modellazione idraulica per la valutazione degli effetti sul territorio di eventi di inondazione.

Di seguito si riportano sinteticamente i risultati di due studi fondamentali, dai quali sono stati stralciati i risultati relativi alla pericolosità e rischio da inondazione sulle aree prossime al progetto in esame: “*Studio del rischio idrogeologico nella Regione*” (Regione Molise, 2001) e il successivo approfondimento condotto nel “*Progetto di Piano stralcio per l'assetto idrogeologico del bacino del fiume Trigno – parte abruzzese*” (Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, 2001).

- *PLUVIOMETRIA*

Per il calcolo idrologico finalizzato alla determinazione delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) è stato utilizzato il modello TCEV (*modello di valore estremo a doppia componente*) messo a punto nell'ambito del progetto VAPI-CNR e già impiegato nei due Studi citati.

La scelta di caratterizzare le portate fluviali di piena a partire dai dati di pioggia trova giustificazione nella miglior qualità e maggior numerosità spazio-temporale di questi ultimi rispetto ai dati di portata. A tal fine è stato necessario utilizzare un modello idrologico afflussi/deflussi, in grado di generare le portate per preassegnati tempi di ritorno nelle sezioni di interesse dei corsi d'acqua considerati a partire dalle CPP (curve di possibilità pluviometrica). Il ricorso al modello statistico TCEV è giustificato dalla necessità di operare a scala di bacino per ricavare una funzione di distribuzione valida per una certa area. È infatti possibile effettuare un'efficace stima dei parametri di tipo regionale ovvero determinare i parametri utilizzando tutti i dati registrati nelle stazioni interne a una data regione, detta omogenea, nella quale si dimostra che tali parametri sono costanti.

Il modello TCEV è caratterizzato da 4 parametri, Λ_1 e θ_1 , relativi alla componente di base (rispettivamente numero di eventi medio annuo e media della componente di base), Λ_2 e θ_2 , relativi alla componente straordinaria. La funzione di distribuzione di probabilità cumulata (*PDF*) del modello ha la seguente espressione:

$$P(x_d) = \exp(-\Lambda_1 \exp(-x_d/\theta_1) - \Lambda_2 \exp(-x_d/\theta_2))$$

dove:

- $P(x_d)$ = probabilità di avere un evento di intensità minore di x_d ;
- x_d = altezza di pioggia massima annuale di assegnata durata d ;

È dimostrabile che il rapporto tra la variabile aleatoria “altezza di pioggia massima annuale di assegnata durata” x_d ed il suo valore atteso $E[x_d]$ (*pioggia indice*) risulta identicamente distribuito in una sottozona omogenea al 2° livello⁴. Tale rapporto, esplicitato rispetto al *tempo di ritorno* T così definito:

⁴ Zona all'interno della quale stazioni termo-pluviometriche hanno serie storiche di almeno 15 anni di lunghezza, ritenendole sufficientemente significative al fine di poter procedere, con l'inferenza statistica, alla determinazione della cosiddetta *curva di crescita*, ossia la legge che esprime il ritmo con cui l'altezza di pioggia di assegnata durata cresce al crescere al tempo di ritorno dell'evento

$$T_{xd} = 1 / (1 - P_{xd}).$$

Ai detti valori, vanno applicati coefficienti moltiplicativi relativamente alla **Curva di Crescita KT** (funzione del tempo di ritorno dell'evento di progetto, espresso in anni).

$$K_T = a T^m$$

La stima di **a** ed **m**, parametri comuni a tutte le stazioni in quanto è unica la zona omogenea al 2° livello e la curva di crescita, avviene per regressione lineare sui valori di KT relativi al campo di tempi di ritorno di interesse (**vedi fig.8**). Tali parametri sono riportati di seguito.

a	m
0.9297	0.2101

Regressione lineare della funzione K_T sulla curva $K_T = a T^m$

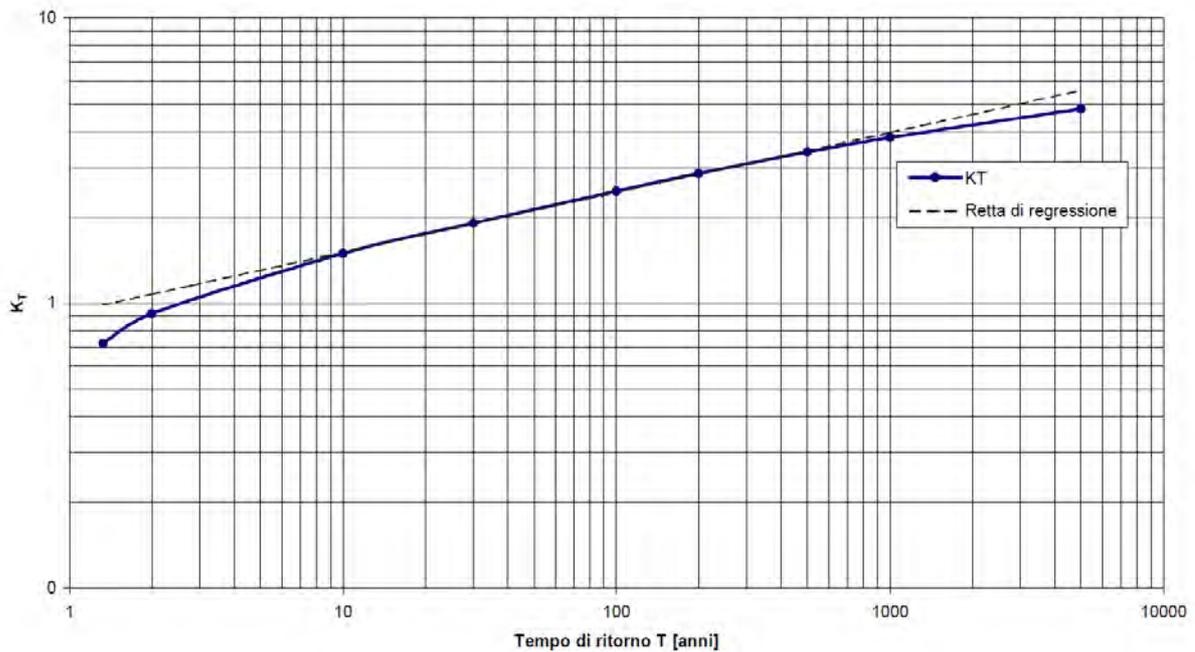


Figura 8 – Curva di crescita delle piogge K_T e sua regressione lineare

La curva di crescita è tabulata di seguito per alcuni tempi di ritorno

Tempo di ritorno (anni)	KT
10	1.494
30	1.911
100	2.471
200	2.849
500	3.389

Sulla base dei risultati dell'analisi statistica regionale al secondo livello sono state ricavate per ciascuna stazione le *curve di possibilità pluviometrica* (CPP) che assumono la seguente espressione:

$$h(T,d) = KT a d^n$$

essendo $h(T,d)$ l'altezza di pioggia funzione del tempo di ritorno considerato e della durata dell'evento, KT la curva di crescita in funzione del tempo di ritorno, a ed n due parametri variabili da sito a sito.

La stima di a ed n per ciascuna stazione avviene per regressione lineare sulle piogge indici di durata da 1 a 24 ore. Le piogge indici e i parametri a ed n di ciascuna stazione, utilizzate per la regionalizzazione, sono riportati integralmente nell'elaborato "Studio del rischio idrogeologico nella Regione", di cui segue uno stralcio per le stazioni di interesse progettuale (**cf. fig.6**).

Stazione	codice	a	n
Frosolone	35510	19.83	0.325
Trivento	35575	18.75	0.327
Palata	35620	21.99	0.346
Roccamandolfi	35690	29.64	0.462
Guardiaregia	35700	25.28	0.464
Campobasso	35730	22.36	0.274
Lucito	35760	16.90	0.344
Castelmauro	35790	19.26	0.338
Guardiafiera	35800	18.66	0.329
Larino	35810	21.39	0.352
Casacalenda	35830	22.03	0.357
Campolieto	35940	17.36	0.408
Bonefro	36010	19.10	0.394

- **MODELLO DI TRASFORMAZIONE AFFLUSSI-DEFLUSSI**

La simulazione dei fenomeni idrologici è stata condotta mediante la modellistica a parametri distribuiti che consente l'analisi delle principali dinamiche che si verificano nel bacino idrografico applicando, a livello distribuito, le equazioni di base del bilancio idrologico.

Con tale approccio, adottando la schematizzazione spaziale a griglia (*raster*), si attribuisce ad ogni cella le informazioni relative alla morfologia del bacino, allo sviluppo del reticolo idrografico, alle caratteristiche del suolo, agli afflussi meteorici, che vengono successivamente utilizzate nelle varie equazioni di bilancio e di trasferimento per il calcolo dei deflussi nelle varie sezioni dei corsi d'acqua.

Come già richiamato, il modello necessita di una serie di mappe relative alle grandezze idrologiche e geomorfologiche. La redazione delle mappe relative alle grandezze idrologiche viene in genere condotta a partire dalla **geolitologia** del bacino attribuendo a ciascun tipo di suolo o formazione geologica dei valori di riferimento e una data variabilità spaziale. Per i dati geografici si utilizza un **modello digitale del terreno** (DTM) di maglia adeguata a consentire l'individuazione delle linee di impluvio e una corretta individuazione dei bacini imbriferi.

Il modello riceve in input i dati di precipitazione in una serie di stazioni ricadenti nel bacino o limitrofe ad esso. Tali dati puntuali possono essere distribuiti spazialmente con diverse metodologie (es. metodo dei topoi). La taratura del modello viene effettuata sulla base di eventi noti ove, oltre alle precipitazioni, siano disponibili i dati di portata in una o più sezioni del bacino⁵. Pertanto, per l'analisi statistica delle portate al colmo di piena massime annuali dei dati idrometrici a scala regionale si rimanda al citato Studio per ogni approfondimento. In figura 8 si riporta, per alcuni tempi di ritorno di interesse, il confronto tra le portate da modello idrologico e quelle da statistica diretta sulle stazioni di misura del S.I.M.N. Viene riportato anche il confronto tra le superfici dei bacini sottesi ricavate in via automatica dal DEM (e utilizzate quindi dal modello idrologico) e quelle dichiarate dal S.I.M.N. sulle proprie pubblicazioni⁶.

DESCRIZIONE	Codifica sezione	Area del bacino Sotteso (kmq)		Portata Tr = 30 [mc/s]		Portata Tr = 100 [mc/s]		Portata Tr = 200 [mc/s]	
		da DEM (modello)	da dati S.I.M.I.	Modello	TCEV	Modello	TCEV	Modello	TCEV
Biferno a P.te della Fiumara	Bife_011	19	27	46	52	64	76	77	93
Biferno a Ripalimosani	Bife_022	589	593	609	883	881	1302	1074	1580
Biferno a Ponte Liscione	Bife_030	1033	1043	1064	877	1519	1294	1846	1570
Biferno ad Altopantano	Bife_052	1286	1290	1439	1372	2022	2023	2437	2456
Cigno a Ponte Cigno	Bife_041	41	33	170	30	228	44	269	53

Figura 9 – Confronto tra portate da modello idrologico di trasformazione afflussi/deflussi e da statistica diretta (TCEV), per diversi tempi di ritorno lungo le sezioni idrometriche del Fiume Biferno (tratto da Studio del Rischio idrogeologico nella Regione Molise)

Il modello idrologico utilizzato può essere classificato come *distribuito* in quanto i parametri sono definiti per ognuna delle singole celle. Dal punto di vista concettuale il modello valuta dapprima la formazione del deflusso superficiale mediante la simulazione del fenomeno dell'intercettazione e, successivamente, il trasferimento di tale deflusso sino alla sezione di chiusura.

Il modello che simula il fenomeno dell'intercettazione calcola il deflusso superficiale di ciascuna cella, considerando sia la capacità di ritenuta del suolo che la velocità di infiltrazione a saturazione. Il modello mette in conto anche la componente di deflusso ipodermico che raggiunge il reticolo con tempi maggiori rispetto al deflusso superficiale.

La simulazione delle modalità di trasferimento del deflusso superficiale si basa sulla schematizzazione del fenomeno mediante una componente di tipo cinematico e su una di tipo "serbatoio lineare" (modello tipo *Clark*). Il tempo di trasferimento per ciascuna cella, dipendente da entrambi i fenomeni sopra richiamati, è stimato in funzione della sua distanza dalla foce.

Il calcolo viene condotto per ciascuna cella e per tutti i passi temporali secondo le seguenti fasi (**vedi fig. 10**):

- **intercettazione:** in questa fase si effettua una stima della quantità di acqua che viene comunque sottratta al deflusso superficiale. La stima è riferita ad una componente iniziale che comprende le varie perdite per intercettazione (vegetazione, assorbimento del suolo) e ad una componente a regime riferita alla capacità di infiltrazione a saturazione;

⁵ Nell'ambito dello Studio del Rischio idrogeologico nella Regione Molise la taratura fu effettuata a scala regionale in base a eventi significativi di piena registrati in varie stazioni idrometriche lungo l'asta del Biferno, utilizzando i dati ad alta risoluzione temporale forniti dall'Ufficio Compartimentale di Pescara del S.I.M.N.. Si rimanda a tale studio per gli approfondimenti.

⁶ Discordanze tra stime del modello e statistica TCEV per diverse stazioni sono imputabili probabilmente a errori di misura, o alla limitata lunghezza della serie dei dati di alcune stazioni che porta inevitabilmente a statistiche di bassa affidabilità.

- *suolo*: in questa fase si ricostruisce il bilancio idrologico del suolo, valutando la quantità d'acqua che va ad alimentare il volume profondo e la componente del deflusso ipodermico;
- *canale*: in questa fase si simula il trasferimento del deflusso superficiale e di quello ipodermico dalla singola cella alla sezione di chiusura.

All'inizio dell'evento di precipitazione una parte della pioggia si infiltra nel suolo, fino a saturare la capacità di ritenuta del suolo. Saturato tale volume, l'acqua continua a infiltrare nel suolo con un tasso definito dalla velocità di infiltrazione. Se l'afflusso eccede la velocità di infiltrazione si ha deflusso superficiale verso il canale. Tale deflusso contribuisce alla portata con un ritardo dettato dal modello di trasferimento.

Il bilancio del serbatoio "suolo" tiene pertanto conto da una parte dell'afflusso per infiltrazione, dall'altra delle perdite.

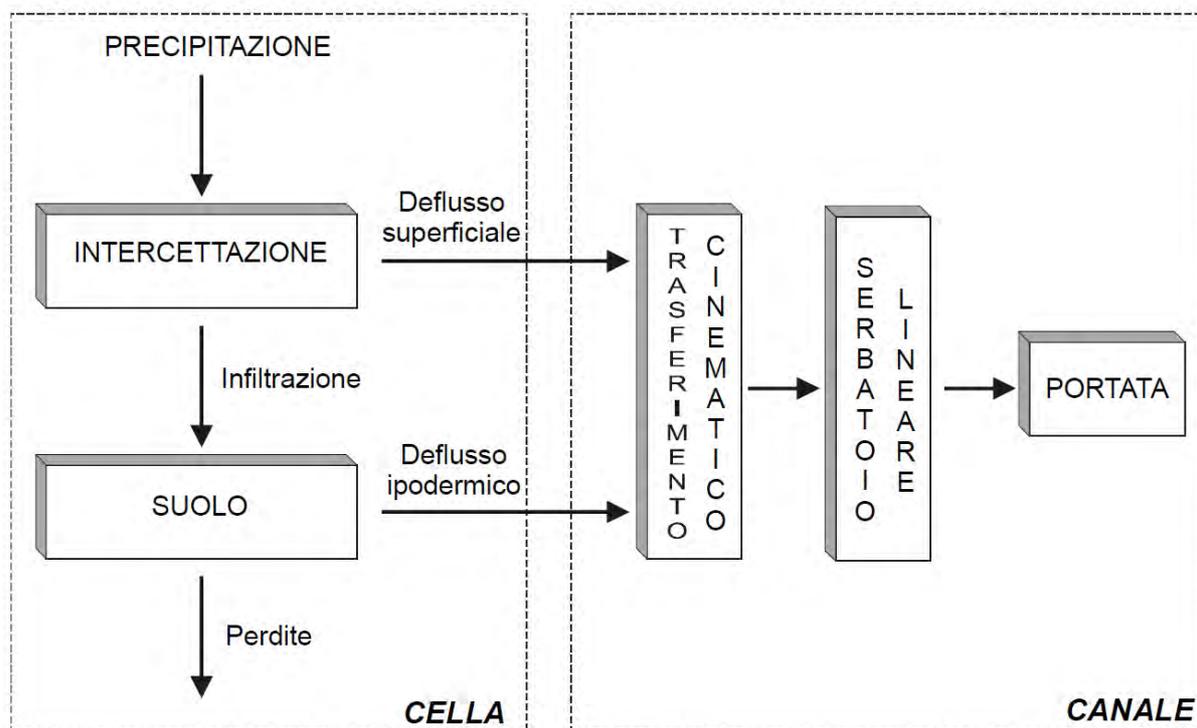


Figura 10 –Schema sintetico del modello afflussi-deflussi per la determinazione dell'idrogramma di piena (bilancio del serbatoio "suolo")

- **VALUTAZIONE DELLE PORTATE E DEI VOLUMI DI PIENA**

L'*input* di precipitazione, in termini di ietogramma, è stato definito sulla base delle curve di possibilità pluviometrica (CPP) ottenute come descritto nei capitoli precedenti. È stato adottato un particolare ietogramma di intensità variabile, noto in letteratura scientifica come *ietogramma Chicago*, che prevede la seguente formulazione per la parte antecedente e successiva al picco di intensità della precipitazione (**vedi fig.11**):

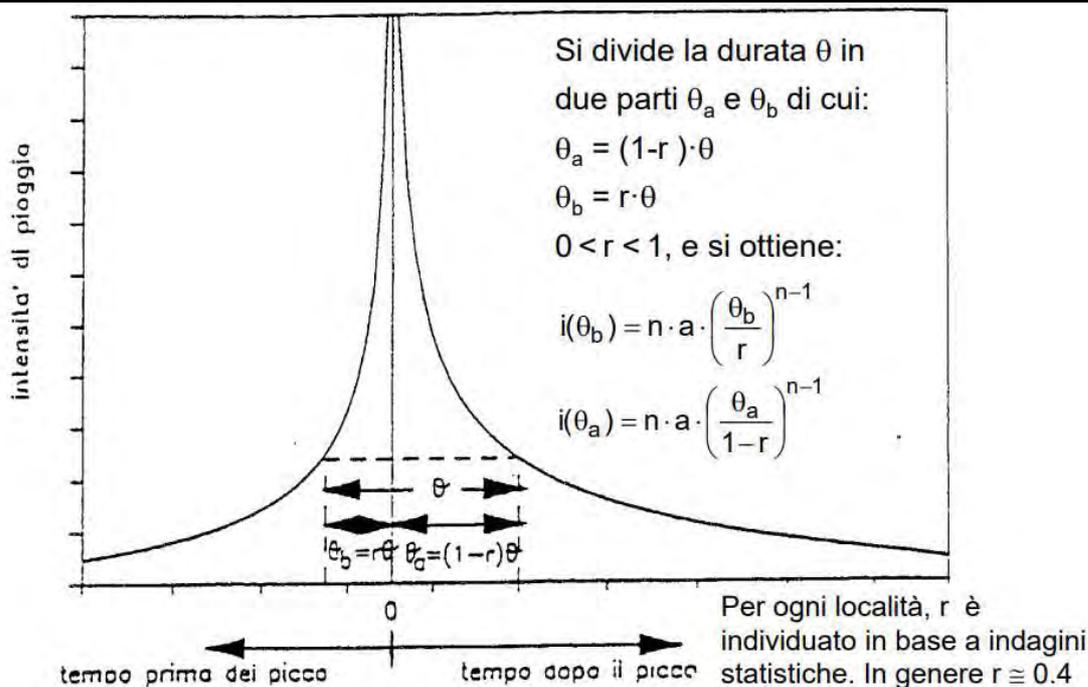


Figura 11 –Schema metodologico dello ietogramma di Chicago utilizzato per la generazione degli idrogrammi di piena

La variabilità spatio-temporale della precipitazione è messa in conto attraverso un coefficiente di riduzione, K_r , del tipo:

$$K_r = h_A(A, t) / h(t)$$

dove $h_A(A, t)$ è l'altezza di pioggia di durata t ragguagliata all'area A e $h(t)$ l'altezza di pioggia di durata t nel centro di scroscio.

Il valore di K_r dipende da tre fattori:

- l'estensione dell'area investita dalla precipitazione;
- a durata considerata;
- l'altezza di pioggia.

La generazione degli idrogrammi di piena è stata condotta utilizzando ietogrammi di durata pari a 24 ore (ossia sicuramente maggiore del tempo di corrivazione dell'intero bacino) e con $r=0.4$.

Oltre ai parametri prima fissati in precedenza il modello necessita della stima del grado di saturazione iniziale per la valutazione delle portate e degli idrogrammi di piena. Il valore del grado di saturazione è stato definito in modo da rendere congruente la stima delle portate di piena condotta con il modello idrologico con quella ottenuta attraverso la statistica sulle stazioni di misura del S.I.M.I., che per il bacino del *Fiume Biferno* è stato fissato pari a 0.80.

Il modello è stato quindi applicato alle *sezioni di interesse* comprese nel territorio della Regione, tra cui quelle del modello idraulico di cui alla presente relazione, utilizzando eventi sintetici con tempi di ritorno di 20, 30, 100, 200 e 500 anni. Dette sezioni d'interesse sono state identificate a mezzo di un codice, adottato all'interno dello "Studio del Rischio idrogeologico nella Regione". Infatti, nell'insieme delle sezioni scelte sono state ricomprese quelle esaminate nel suddetto Studio.

Nella valutazione è stata considerata l'opportunità di inserire o meno nel modello idrologico l'invaso del Liscione, la cui presenza influisce sul regime di portata di tutta la parte bassa della valle del *Fiume Biferno*. Per questo invaso si è proceduto a valutare preliminarmente l'efficienza di laminazione, ossia la riduzione percentuale del colmo di piena che esso è capace di operare. I risultati, per eventi di piena con tempo di ritorno di 30, 100 e 200 anni, comportano la riduzione del colmo di piena attorno al 15 %; alla luce di questi dati è stato ritenuto opportuno, e a favor della sicurezza anche ai fini della perimetrazione delle aree potenzialmente inondabili, non considerare l'effetto di laminazione dell'invaso.

Le portate di piena valutate nelle sezioni di interesse costituiscono un campione di valori di una grandezza per la quale è evidente l'esistenza di una correlazione positiva con l'area del bacino idrografico sotteso. Tale osservazione ci permette di poter derivare le *curve inviluppo* (**vedi figg. 12, 13 e 14**), ossia semplici relazioni sperimentali tra portata al colmo ed area del bacino che forniscono in via speditiva una stima approssimata per eccesso della portata al colmo per qualunque corso d'acqua della Regione a qualunque sezione di chiusura; le curve sono state differenziate, nell'ambito del bacino idrografico del *Fiume Biferno*, per i diversi tempi di ritorno di seguito riportati:

$Q = 13 A^{0.67}$	per $Tr = 30$ anni
$Q = 18 A^{0.67}$	per $Tr = 100$ anni
$Q = 22 A^{0.67}$	per $Tr = 200$ anni

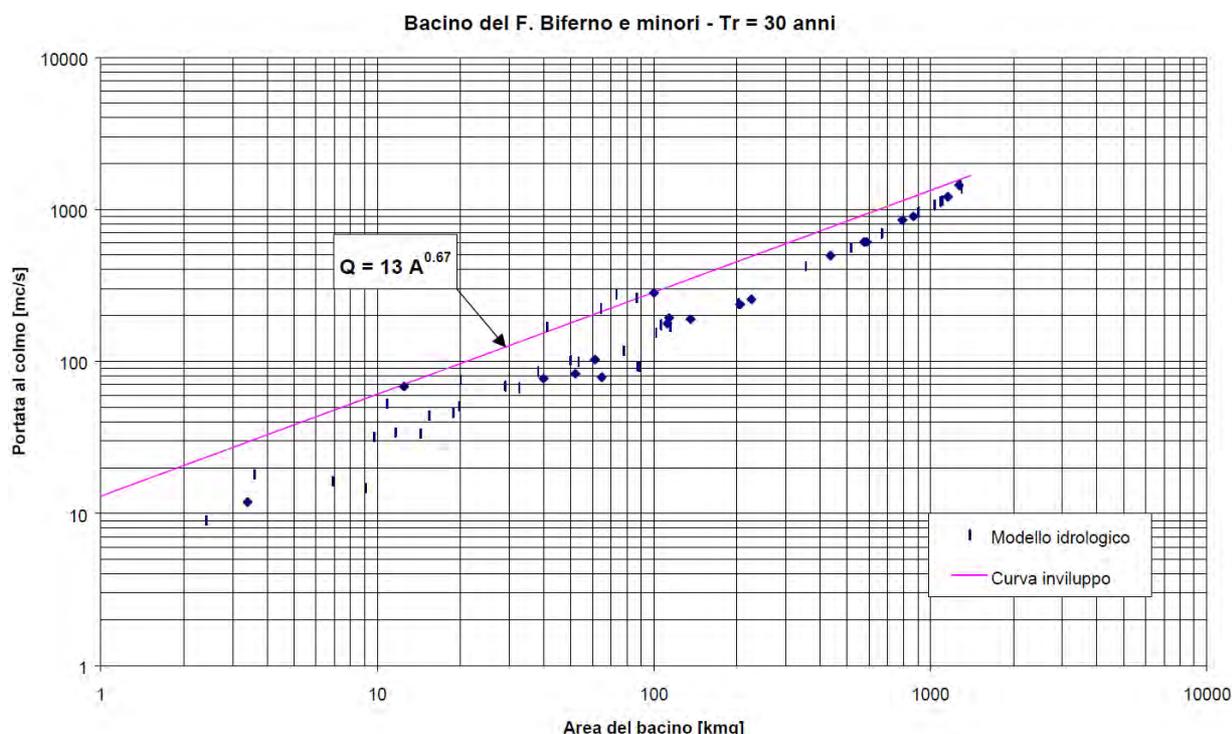


Figura 12 – Curva di inviluppo per il bacino del Fiume Biferno con $Tr=30$ anni

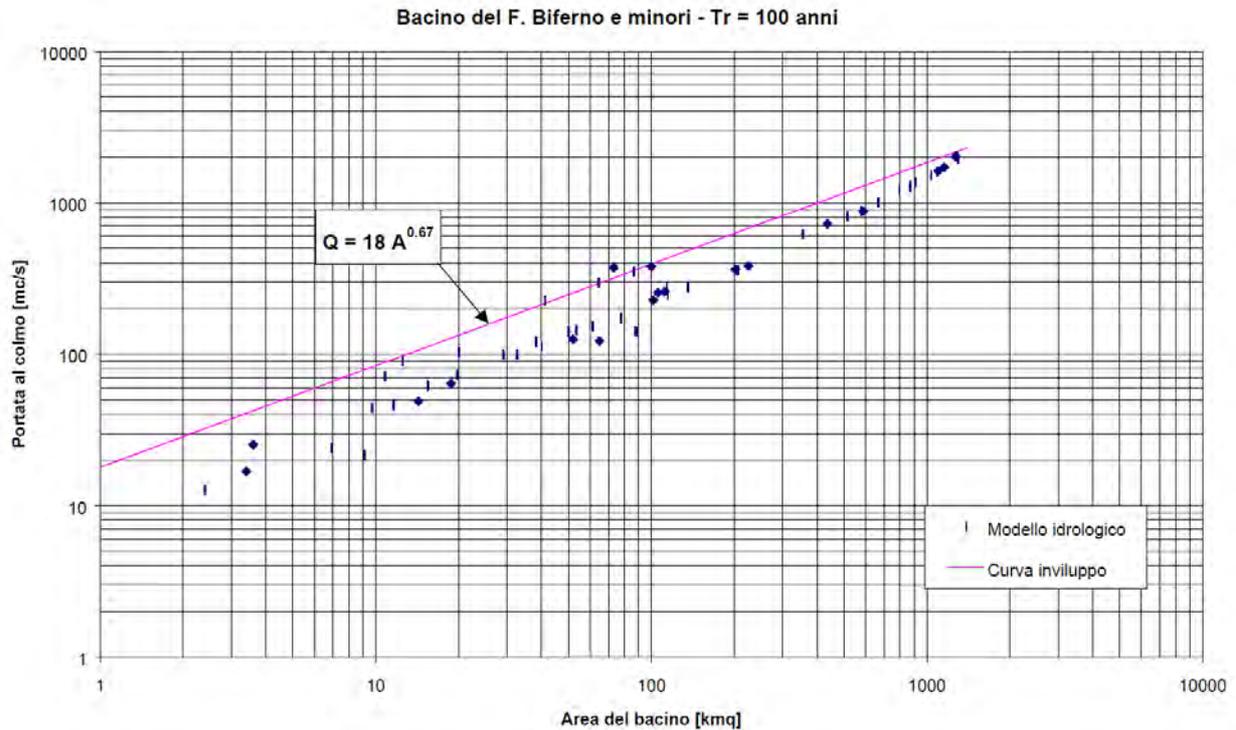


Figura 13– Curva di involucro per il bacino del Fiume Biferno con Tr=100 anni

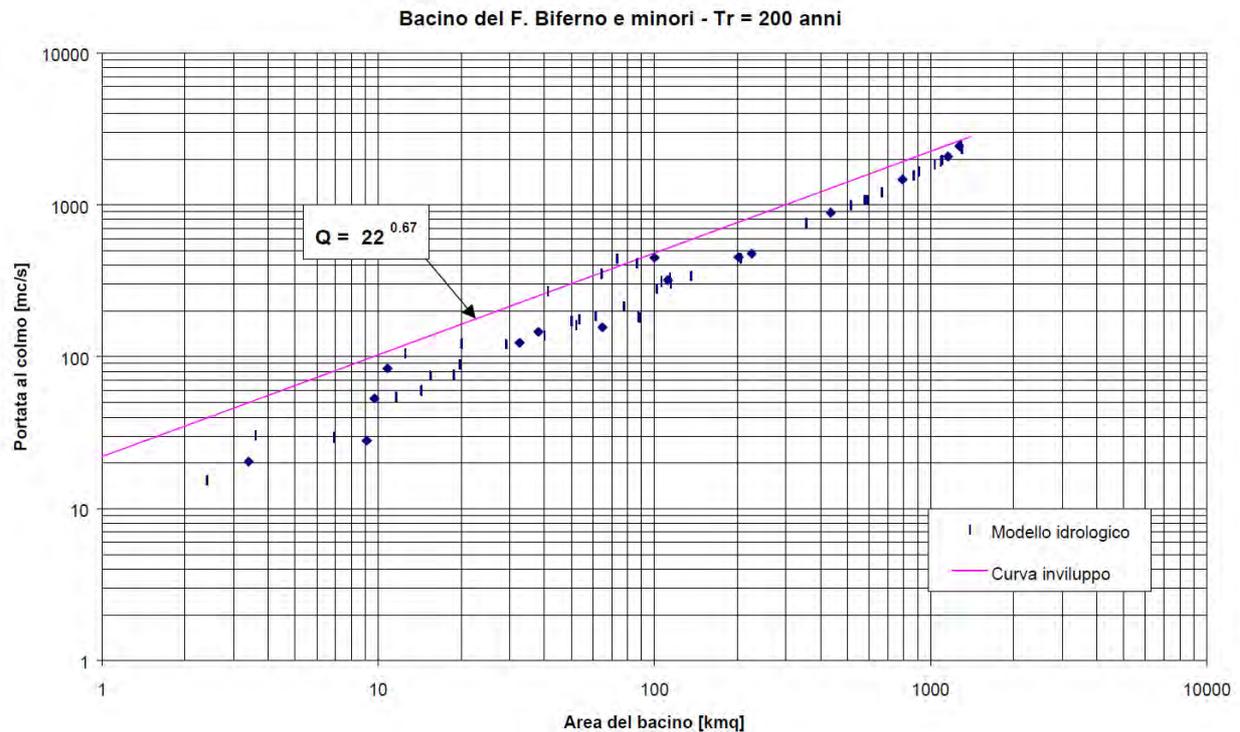


Figura 14 – Curva di involucro per il bacino del Fiume Biferno con Tr=200 anni

E' opportuno ricordare che i valori delle portate al colmo di piena forniti dal modello idrologico per le sezioni di interesse, così come quelli utilizzati come input della successiva modellazione idraulica dei tratti fluviali oggetto di studio sono affetti dall'incertezza che caratterizza la stima di tutte le grandezze idrologiche in generale.

L'entità di tale incertezza è il risultato, oltre che delle semplificazioni del modello teorico, anche di tutta la variabilità da cui sono affette le grandezze attraverso le quali si perviene alla stima finale della portata. Va peraltro osservato come la stima della portata sia finalizzata, come nel caso di questo studio, alla determinazione dei livelli idrometrici di piena e delle aree inondabili e che, a causa del particolare legame non lineare tra portate e livelli, ad errori di stima sulla portata corrispondono errori di stima sui livelli che, per portate alte, sono percentualmente molto minori.

4. MODELLAZIONE IDRAULICA

L'analisi idraulica, al fine di delimitare le aree a **rischio idraulico**, è stata condotta secondo linee metodologiche coerenti con la normativa vigente (Direttiva 2007/60/CE e D.Lgs. 49/2010).

Si è fatto uso della modellazione idrologica messa a punto, utilizzando gli stessi tempi di ritorno (30, 100, 200, 500 anni) utilizzati nel precedente "Studio del rischio idrogeologico nella Regione Molise". Le perimetrazioni ricavate su base idrologico-idraulica nell'ambito del suddetto studio sono state acquisite e riverificate nella presente sede alla luce degli affinamenti della caratterizzazione idrologica.

Entrando nel merito della modellistica idraulica, è stata generalmente adottata una schematizzazione di **moto vario**, per tener conto dei fenomeni di riduzione del colmo di piena dovuti alla naturale laminazione in alveo e alle eventuali esondazioni, secondo due schemi alternativi:

- ove il corso d'acqua esaminato non presenta arginature in rilevato ed il relativo fondovalle si presenta di larghezza contenuta, lo schema impiegato è stato quello del moto mono-dimensionale puro, utilizzando all'uopo sezioni trasversali sufficientemente estese per comprendere tutto l'alveo di piena straordinaria; nelle aree golenali si è generalmente fatta l'ipotesi che siano prevalenti i fenomeni di accumulo su quelli di trasporto: dette aree pertanto non partecipano al moto ma contribuiscono alla laminazione dell'onda di piena;
- ove il corso d'acqua presenta, al contrario, arginature in rilevato, oppure il suo fondovalle è sensibilmente largo, si è integrato il modello mono-dimensionale puro con un modello di esondazione a macro-celle, ottenendo così un modello quasi bidimensionale tipo Cunge.

Un modello di moto permanente, meno oneroso, non è infatti in grado di simulare tali fenomeni, che invece possono essere rilevanti per quei corsi d'acqua che scorrono in alveo poco pendente, quale il tratto del Fiume Biferno prossimo all'area oggetto di studio.

Quanto alla risoluzione temporale, sono stati utilizzati idrogrammi a scansione di 30' e questa è anche la scala temporale della simulazione idraulica, che può considerarsi idonea date le ampiezze dei bacini idrografici e quindi i tempi di risposta tipici di questi sistemi.

- **SIMULAZIONE IDRAULICA**

Ogni sistema idraulico è stato simulato utilizzando il modello di moto vario che si basa sulle classiche equazioni del moto e di continuità per una corrente liquida incomprimibile e unidimensionale, associate a una opportuna equazione per la stima delle dissipazioni energetiche sia a carattere concentrato sia di tipo distribuito. Le equazioni, nella loro formulazione generale di De Saint Venant, esprimono le caratteristiche idrauliche (portata, carico piezometrico, altezza d'acqua, velocità) in funzione del tempo e dello spazio:

$$\frac{\partial Q}{\partial s} + \frac{\partial A}{\partial t} = 0$$

$$\frac{\partial H}{\partial s} = \frac{\partial}{\partial s} \left(z + \frac{p}{\gamma} \right) + \frac{v}{g} \frac{\partial v}{\partial s} = - \frac{1}{g} \frac{\partial v}{\partial t} - J$$

dove:

A = area della sezione liquida

Q = portata

H = carico totale della corrente

J = perdite di carico effettivo per unità di lunghezza

V = velocità media della corrente (portata totale/area di flusso totale)

s = coordinata spaziale

t = coordinata temporale

g = accelerazione di gravità

La risoluzione delle equazioni sopra descritte viene svolta per via numerica, discretizzandole opportunamente alle differenze finite, e associandovi appropriate condizioni al contorno.

Il modello fornisce la risoluzione delle equazioni in corrispondenza dei nodi di una griglia spazio-temporale ove, in corrispondenza delle sezioni fluviali predefinite, al variare del tempo si ricavano i valori delle grandezze idrauliche (portata, velocità, carico piezometrico, etc). Il modello viene fatto funzionare in condizioni di corrente ovunque subcritica (lenta), che conducono a risultati a favore della sicurezza nel senso che i livelli idrometrici simulati risultano non inferiori a quelli che realmente si instaurano. Nell'ipotesi di corrente lenta, le condizioni al contorno da imporre al sistema prima definito possono consistere nella attribuzione di una scala di deflusso nella sezione di chiusura di valle, del tipo:

$$Q = a(h - h_0)^c + q_0$$

dove a, b, c e q_0 sono i parametri della scala di deflusso, mentre nella sezione di monte viene definito un idrogramma di portata in ingresso $Q=Q(t)$, in luogo della scala di deflusso, si può imporre a valle un livello idrometrico eventualmente variabile nel tempo, $h=h(t)$.

Qualora, com'è il caso di un corso d'acqua naturale, l'asta oggetto di modellazione riceve affluenti lungo il suo percorso, questi vengono tenuti in considerazione con immissioni di portata concentrate nella sezione fluviale immediatamente a valle della confluenza.

- **CALCOLO IDRAULICO**

Definita la modellazione del moto all'interno delle aste fluviali, resta da definire la modellazione del fenomeno inondativo delle aree adiacenti. Eccettuato il caso in cui tali aree siano di ampiezza confrontabile con quella dell'alveo attivo e non riparate da argini, situazione che permette molto semplicemente di assumere in ogni istante come quota di inondazione quella idrometrica in alveo, il problema è quello di simulare la propagazione dei livelli di piena su aree talvolta molto estese.

Nel modello quasi-bidimensionale a celle interconnesse qui adottato si assume che il fenomeno dell'allagamento di ciascuna cella avvenga *in modo sincrono*, cioè non viene messo in conto il tempo effettivo connesso alla reale propagazione sul terreno dei volumi esondati. Quest'ultimo è peraltro di difficile stima, soprattutto in casi di aree fortemente antropizzate, ove la presenza di strutture e infrastrutture condiziona la velocità e le direzioni lungo le quali l'allagamento di propaga.

L'approssimazione adottata è tanto più accettabile quanto maggiore è il numero di celle in cui vengono suddivise le aree complessivamente soggette a esondazione. Infatti, in tal modo, il riempimento di ciascuna cella è regolato dalle caratteristiche degli sfioratori di collegamento tra le celle che, in funzione della quota e della lunghezza, influenzano la velocità di riempimento della cella successiva.

La simulazione del fenomeno esondativo si basa inoltre sulle seguenti ipotesi:

- i volumi idrici di inondazione si generano esclusivamente *per tracimazione* delle sommità arginali del corso d'acqua. Non sono considerati altri fenomeni quali, ad esempio, il collasso delle strutture arginali o fenomeni di rigurgito diversi da quelli già considerati nel presente studio; anche gli elementi infrastrutturali delimitanti le aree di potenziale inondazione, quali rilevati stradali, ferroviari, etc, si considerano, al pari degli argini fluviali, tracimabili senza collasso;
- il fenomeno dell'allagamento di ciascuna cella in cui sono suddivise le aree potenzialmente inondabili avviene con una legge di riempimento del tipo:

$$V = a (H-H_0)^b$$

dove V è il volume di riempimento, H è il livello idrico, mentre i parametri a, b e H₀ possono essere calcolati in base alle caratteristiche morfologiche dell'area;

- il trasferimento dei volumi di esondazione, sia dall'alveo alle celle di accumulo sia tra le stesse celle avviene tramite soglie sfioranti assimilabili a stramazzi in parete grossa, con possibilità di funzionamento bidirezionale, in condizioni di deflusso libero oppure rigurgitato in funzione dei livelli a monte e a valle dello stramazzo. La legge di deflusso adottata è la seguente:

$$Q = L (\mu_1 h_2 + \mu_2 h_1) \sqrt{2gh_1}$$

dove L è la lunghezza della soglia, μ_1 e μ_2 sono pari rispettivamente a 0.65 e 0.4, h_1 e h_2 sono rispettivamente i livelli del pelo libero a monte e a valle, riferiti alla quota della soglia. Si assume pertanto per gli sfioratori alveo-celle un funzionamento di stramazzo diretto, anziché laterale.

Si trascurano in questo modo gli effetti della non stazionarietà e bidimensionalità connessi al fenomeno di propagazione del fronte di inondazione. La propagazione dei livelli idrici nelle celle avviene pertanto attraverso la sola legge di continuità. A tale scopo è necessario considerare il volume accumulato nella singola cella e le sue variazioni dovute agli scambi di portata con le celle circostanti.

Ad ogni passo temporale l'equazione di continuità impone il bilancio tra i volumi netti transitati attraverso la cella e la variazione di volume locale, sotto le ipotesi che il volume accumulato in ciascuna cella è univocamente correlato all'altezza idrica nella cella stessa, e le portate scambiate sono funzione dei livelli a monte e a valle delle connessioni idrauliche.

- *RISULTATI DELLA MODELLAZIONE E MAPPATURA DELLE AREE INONDABILI*

Per le aree oggetto dello studio idraulico sono state definite le aree inondabili per i suddetti tempi di ritorno di 30, 200 e 500 anni.

La metodologia utilizzata ha previsto le seguenti fasi:

- a. *individuazione delle aree potenzialmente inondabili*, utilizzando come base la cartografia della Regione Molise 1:5000;
- b. *suddivisione in celle elementari*: sulla base della cartografia indicata al punto precedente vengono individuate le strutture di contenimento ottenendo celle di forme e dimensioni variabili (da pochi ha ad un centinaio di ha);
- c. *determinazione delle leggi di invaso*: con l'ausilio del DEM a maglia 40x40 metri della Regione Molise viene ricavata la *funzione* $V=V(h)$ nella forma di legge di potenza come descritto precedentemente;
- d. *caratterizzazione delle connessioni idrauliche*: sulla base di quanto ottenuto nelle fasi precedenti e dell'analisi dettagliata delle caratteristiche morfologiche, infrastrutturali e idrauliche del territorio sono state definite le connessioni idrauliche (soglie sfioranti) tra l'alveo principale e le celle, e tra le celle stesse.

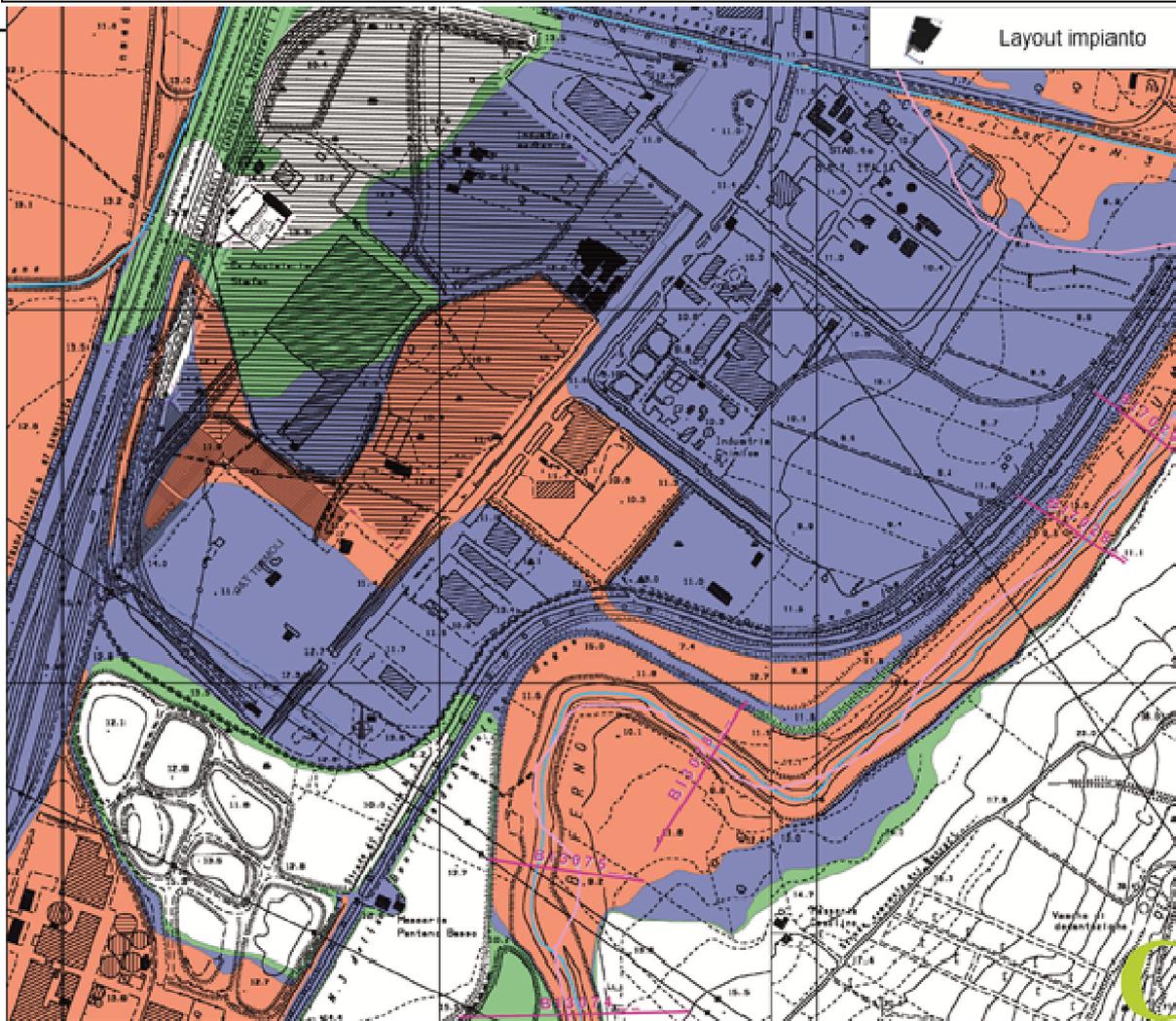
Durante la fase di perimetrazione sono stati individuati i tratti critici principali e quei tratti per i quali le informazioni a disposizione non sono risultate esaustive e che necessitano, pertanto, di un approfondimento soprattutto relativo alla definizione della esatta geometria dell'alveo. Le aree inondabili associate a diversi tempi di ritorno sono state tracciate e colorate in maniera distinta secondo le seguenti indicazioni (**vedi fig.15**):

- una prima fascia, la più stretta, è quella relativa all'alveo attivo, interessato da portate di magra o di morbida, solitamente frequenti e prive di alcun rischio (fasce di riassetto);
- la seconda fascia, colorata in rosso, rappresenta il limite di esondazione della portata con tempo di ritorno 30 anni (P3: area ad elevata probabilità di esondazione);
- la terza fascia, segnata in viola, riporta l'inviluppo dei fenomeni di inondazione per la portata duecentennale (P2: area a moderata probabilità di esondazione);
- la quarta fascia, la più esterna, in verde, rappresenta il limite raggiungibile in caso di portata di piena con tempo di ritorno 500 anni (P1: area a bassa probabilità di esondazione).

Classe di Pericolosità	Tempo di ritorno area inondabile (per le aree studiate su base idraulica)	Tipologia area (per le aree studiate su base geomorfologica)
P3	Inferiore a 30 anni	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni inserite nella dinamica fluviale di breve periodo.
P2	Tra 30 anni e 200 anni	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni inserite nella dinamica fluviale di medio periodo.
P1	Tra 200 anni e 500 anni	Alveo attivo, aree golenali e alluvioni di fondovalle inserite nella dinamica fluviale di lungo periodo

Figura 15 - Tabella associativa tra classi di pericolosità idraulica e risultati dell'analisi idraulica e geomorfologica (tratto da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, 2001, Relazione Generale).

Sono stati così calcolati, per ogni tempo di ritorno, le portate e i livelli idrometrici per ogni sezione del tratto di reticolo idrografico considerato. A questo punto, Con l'ausilio delle curve di livello a 1-5 m riportate sulla carta tecnica 1: 5.000 della Regione Molise, dalla conoscenza dei livelli idrometrici nelle celle sono stati individuati i perimetri delle aree inondabili (**vedi fig.16**).



SCENARIO ALLUVIONI FREQUENTI TEMPO DI RITORNO T = 30 ANNI

Sezione	Q [mc/s]	Y _b [m s.l.m.]	Y _w [m s.l.m.]	h _m [m]	V _m [m/s]
	Portata	Quota minimo di fondo	Livello idrico assoluto	Tirante idrico rispetto al fondo alveo	Velocità media nella sezione
BI3074	896,06	3,64	13,38	9,74	1,80
BI3075	895,68	3,38	12,93	9,55	2,84
BI3078	895,90	3,02	12,03	9,01	2,79
BI7028	896,00	2,07	11,39	9,32	2,40
BI7029	896,02	1,79	11,18	9,39	2,28

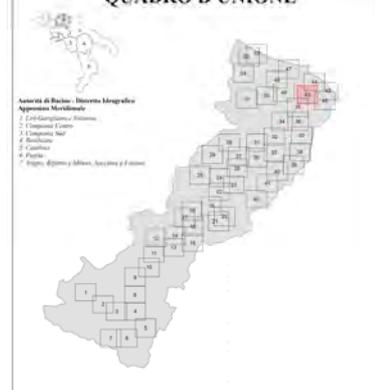
SCENARIO ALLUVIONI POCO FREQUENTI TEMPO DI RITORNO T = 200 ANNI

Sezione	Q [mc/s]	Y _b [m s.l.m.]	Y _w [m s.l.m.]	h _m [m]	V _m [m/s]
	Portata	Quota minimo di fondo	Livello idrico assoluto	Tirante idrico rispetto al fondo alveo	Velocità media nella sezione
BI3074	1677,24	3,64	14,74	11,10	2,36
BI3075	1676,63	3,38	14,43	11,05	2,83
BI3078	1675,59	3,02	13,72	10,70	2,82
BI7028	1675,12	2,08	12,74	10,66	3,09
BI7029	1656,87	1,79	12,60	10,82	2,63

SCENARIO ALLUVIONI ESTREMA INTENSITA' TEMPO DI RITORNO T = 500 ANNI

Sezione	Q [mc/s]	Y _b [m s.l.m.]	Y _w [m s.l.m.]	h _m [m]	V _m [m/s]
	Portata	Quota minimo di fondo	Livello idrico assoluto	Tirante idrico rispetto al fondo alveo	Velocità media nella sezione
BI3074	2117,09	3,64	15,28	11,64	2,62
BI3075	2116,82	3,38	14,94	11,56	2,85
BI3078	2116,33	3,02	14,14	11,12	2,83
BI7028	2105,22	2,08	13,31	11,23	3,26
BI7029	2051,92	1,79	13,28	11,49	2,65

QUADRO D'UNIONE



LEGENDA

PERICOLOSITA' IDRAULICA

- P3 - Aree di pericolosità elevata
- P2 - Aree di pericolosità media
- P1 - Aree di pericolosità bassa

DEFINIZIONI

- Sezioni trasversali di calcolo naturali opere o attraversamenti
- Sezioni trasversali di calcolo naturali opere o attraversamenti significative (indicazione in tabella dei tiranti, velocità e portata media assente dalla corrente per maggiori periodi di ritorno)
- Punti/Aree di eventuale crisi idraulica: dissesti arginali, attraversamenti idraulicamente insufficienti, ostruzioni in alveo, erosione spondale, etc.
- Forme e/o processi di versante attivi o quiescenti (fonte PAI) interferenti con le aree alluvionali dei corsi d'acqua oggetto di piano
- Idrografia principale

Figura 16 – Perimetro delle aree inondabili con i valori delle portate e dei livelli idrici calcolati per ogni sezione prossima all'area di progetto, nei diversi tempi di ritorno (tratto da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, Agg. 2013).

• *RISCHIO IDRAULICO E INTERFERENZE CON IL PROGETTO*

Una porzione di territorio soggetta a inondazione con conseguenti danni a persone e/o beni viene definita *area vulnerabile*.

Si definiscono *elementi a rischio* (E) le persone, i beni e le attività economiche presenti in un'area vulnerabile.

Gli elementi a rischio e possono essere caratterizzati attraverso:

- a) la tipologia (persone, beni, attività);
- b) l'entità o valore degli elementi (numero di persone, valore economico dei beni);
- c) la *vulnerabilità* (V) degli elementi, cioè l'attitudine a subire danni per effetto dell'evento di piena. Si esprime mediante un coefficiente compreso tra 0 (assenza di danno) e 1 (perdita totale).

Sia E che V possono variare in funzione dell'evento alluvionale (es.: estensione della zona inondata, modalità di inondazione); a parità di evento E e V possono variare in funzione di fattori casuali come per esempio il periodo in cui si verifica l'evento.

In corrispondenza di ciascun evento i-esimo si definisce il danno (D) come prodotto del valore del bene per la sua vulnerabilità:

$$D_i = E_i V_i$$

Per un determinato elemento a rischio e un prefissato periodo di tempo t è il valore atteso del danno totale D_t opportunamente attualizzato costituisce il rischio (R):

$$R = A (D_t)$$

Per fini pratici risulta accettabile la seguente approssimazione, nota come equazione del rischio:

$$R = EVH_t = DH_t$$

dove H_t è la pericolosità, cioè la probabilità di avere nel periodo t almeno un evento calamitoso, V e E rappresentano rispettivamente il valore medio della vulnerabilità e l'ammontare dell'elemento a rischio soggetto a danno.

Da notare che la definizione del rischio così espressa, peraltro adottata dalla normativa vigente, quantifica il danno sostanzialmente in funzione delle caratteristiche degli elementi a rischio più che in funzione delle caratteristiche dell'evento.

La pericolosità è legata al tempo di ritorno dell'evento calamitoso, T, che esprime l'intervallo di tempo nel quale l'intensità dell'evento viene superata mediamente una sola volta. In particolare, nota la funzione di distribuzione della probabilità di non superamento della portata al colmo Q massima annuale, $F(Q) = P[Q \leq q]$, il tempo di ritorno associato ad una valore della portata q è definito come:

$$T = 1 / [1 - F(q)].$$

Il legame tra pericolosità H_t e tempo di ritorno T è espresso dalla relazione:

$$H_t = 1 - (1 - 1/T)^t$$

Le fonti del rischio esprimono le cause che lo determinano. In particolare, il rischio idraulico scaturisce dalla possibilità di danno a persone e/o beni in conseguenza di fenomeni di esondazione.

Le attività connesse all'analisi del rischio possono essere articolate nelle seguenti due fasi:

- *quantificazione del rischio*: comprende la fase conoscitiva-previsionale nell'analisi del rischio. In base all'equazione del rischio, la valutazione del consiste nella stima della pericolosità dell'evento e del danno conseguente. Nei fenomeni alluvionali, la stima della pericolosità H dell'evento di piena si valuta mediante l'analisi idrologica. La pericolosità viene in generale espressa in termini di tempo di ritorno, T_r , individuando così eventi di piena per prefissati valori di T_r . La stima del danno ($= E \cdot V$) associato ad un prefissato evento di piena si basa prima di tutto sulla definizione delle aree vulnerabili attraverso il tracciamento delle mappe di esondazione. Elementi caratterizzanti le aree sono: l'estensione delle superfici allagate, i volumi esondati, le massime altezze di sommersione. Sulla base delle mappe di esondazione sono individuati gli elementi a rischio mediante la sovrapposizione con la Mappa degli Elementi a Rischio;
- *riduzione del rischio*: tale fase comprende tutte quelle attività volte alla riduzione del rischio che si realizzano mediante interventi strutturali e interventi non strutturali. Gli interventi strutturali tendono a ridurre la probabilità che si verifichi un evento. Gli interventi non strutturali mirano invece alla riduzione del danno e comprendono misure di salvaguardia, azioni normative e vincolistiche, attività di pianificazione urbanistica, sviluppo di sistemi di allerta, messa a punto di piani di protezione civile, utilizzo di tipologie costruttive adeguate.

La valutazione del rischio è condotta sulla base delle indicazioni contenute nell' "Atto di Indirizzo e coordinamento per l'individuazione dei criteri relativi agli adempimenti di cui all'art. 1 commi 1 e 2 del decreto legge 11 giugno 1998 n. 180 (DPCM 29/09/1998)".

La mappatura del rischio viene ottenuta mediante la "sovrapposizione" delle mappe degli Elementi a Rischio, rappresentati dalle diverse classi dell'uso del suolo, con quelle della Pericolosità Idraulica, ottenendo in tal modo un'associazione tra il singolo elemento a rischio e la pericolosità dell'area in cui si trova (**vedi figg.17 e 18**).

Codice	Uso del suolo
1	Aree edificate urbane continue, autostrade, ferrovie, gallerie, grandi impianti di servizi pubblici e privati, insediamenti industriali e artigianali con spazi annessi, insediamenti commerciali, strade statali, tessuto residenziale continuo denso e mediamente denso
2	Aree per il tempo libero, aree sportive, campeggi, cantieri, insediamento rado, insediamento residenziale a tessuto discontinuo, P.I.P. parchi, strade provinciali, unità industriali e commerciali, Zona C, Zona D, zone edificate discontinue, installazioni speciali
3	Attività estrattive, cave, depuratori, discariche e depositi, metanodotti, strade comunali, tratturi, strade interpoderali
4	Oliveti, vigneti, frutteti
5	Corpi idrici (serbatoi, bacini, canali, estuari, fiumi, torrenti, fossi, paludi), formazioni riparie, opere di ingegneria idraulica, spiagge, dune, sponde fluviali e formazioni riparie, vegetazione ripariale
6	Sistemi colturali e particellari complessi
7	Boschi di latifoglie, aree a ricolonizzazione artificiale e naturale, aree agro-forestali, boschi di conifere e boschi misti
8	Colture annuali associate a colture permanenti, arboricoltura da legno, aree a pascolo, praterie e prati, aree a vegetazione rada, boschi cespugliati, brughiere, cedui matricinati, colture agrarie con spazi naturali importanti, rocce nude, falesie, rupi, affioramenti, seminativi in aree non irrigue, terre arabili con vegetazione continua e discontinua, vegetazione sparsa su calanchi e rocce

Figura 17 – Tabella di classificazione delle classi d'uso del suolo (tratto da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, Aggiornamento 2011)

Codice Uso del suolo	P3	P2	P1
1	R4	R3	R2
2	R4	R3	R2
3	R3	R2	R2
4	R3	R2	R1
6	R3	R2	R1
7	R2	R2	R1
8	R2	R1	R1
5	R1	R1	R1

Figura 18 – Matrice di calcolo del rischio idraulico (tratto da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, Aggiornamento 2011)

Per quanto riguarda il caso in studio, in generale si nota che il fiume tende a occupare con facilità le aree circostanti che comunque sono morfologicamente di stretta pertinenza fluviale in quanto sedi di barre di sedimenti, rami fluviali minori e tratti abbandonati. A tal proposito, il confronto tra le cartografie attuali e quelle realizzate attorno al 1963 dal Genio Civile di Campobasso mostra che l'andamento planimetrico del fiume è andato soggetto a modificazioni anche sensibili negli ultimi quarant'anni, a conferma della sempre attuale natura di stretta pertinenza fluviale delle aree attraversate, limitatamente al tratto a monte della confluenza del *Torrente Cigno*. A valle della confluenza di quest'ultimo, e quindi nella zona di Termoli-Campomarino, il fiume è invece stato regimato e imbrigliato in arginature e l'esondazione avviene con maggior difficoltà.

La sovrapposizione della carta degli elementi a rischio con quella delle aree inondabili ha fornito la carta del rischio classificabile nelle seguenti classi: R1-rischio moderato, R2-rischio medio, R3-rischio elevato, R4-rischio molto elevato (**vedi fig. 19**).

Scendendo verso valle, i primi allagamenti di una certa estensione si verificano nella zona dello svincolo Biferno Cigno presso Guglionesi, al viadotto Tanassi della S.S. Bifernina; in parte sono imputabili al rigurgito indotto dal viadotto; tali allagamenti interferiscono con le infrastrutture viarie già per $Tr=30$ anni.

Gli allagamenti proseguono con sensibile estensione (già per $Tr=30$ anni) fino allo svincolo del Biferno (zona Zuccherificio del Molise) per insufficienza arginale. *In particolare esondazioni in destra e sinistra idrografica si registrano nel tratto tra la sezione BI3066 e il ponte di Altopantano (sezione BI3071): in sinistra è assente il rilevato arginale e i livelli idrometrici valutati in alveo possono comportare una diffusione delle acque esondate verso la zona dello Svincolo del Biferno ad Altopantano, allagando gli stabilimenti dello Zuccherificio del Molise; in destra le esondazioni interessano solo aree coltivate. Anche il vecchio ponte di Altopantano (sezione BI3071) presenta in condizioni di piena trentennale un franco insufficiente. A valle del suddetto ponte gli argini in sinistra vengono sormontati per eventi con Tr superiore a 100 o 200 anni.*

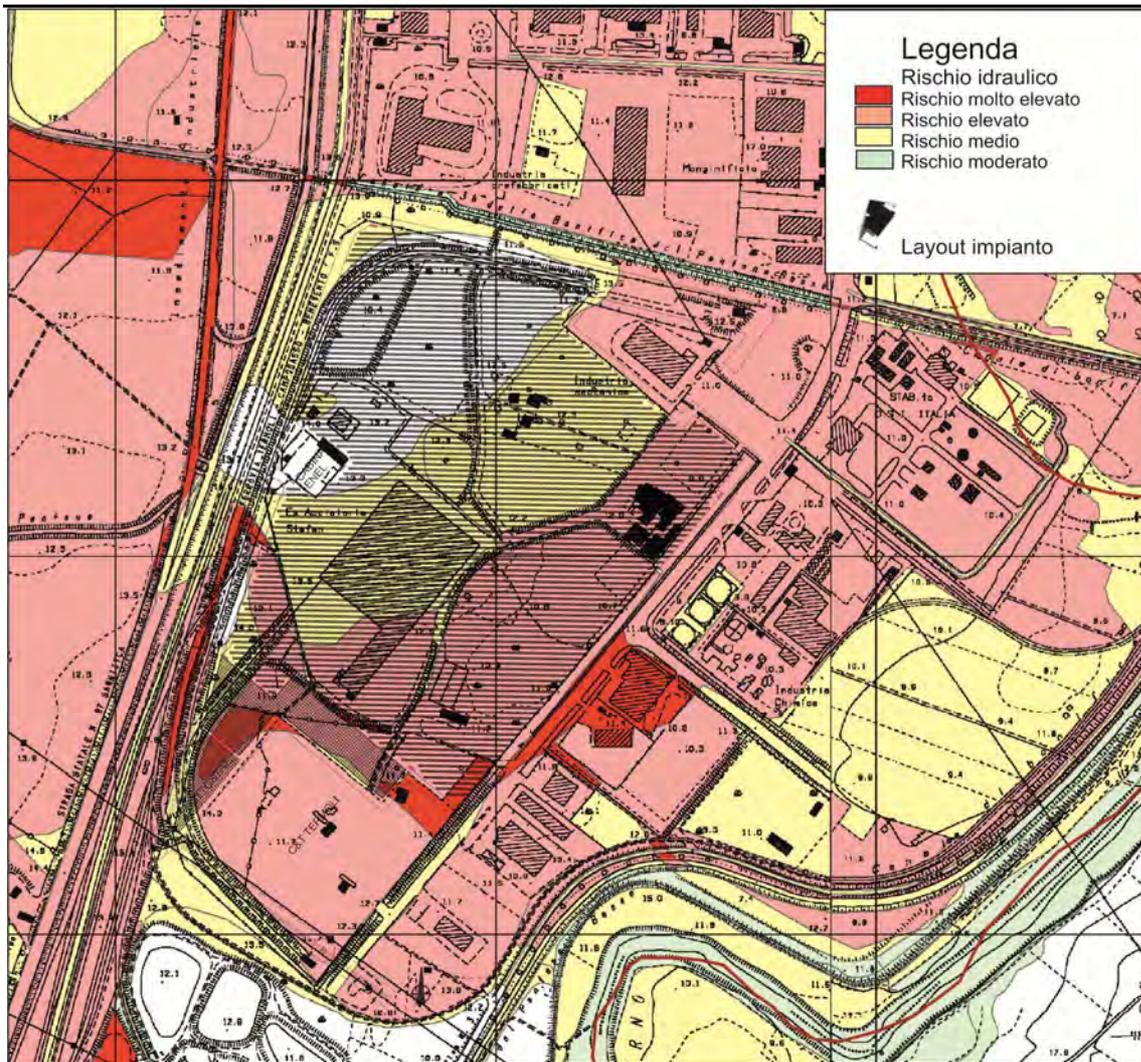


Figura 19 – Stralcio della carta del rischio idraulico per l'area di progetto (tratto da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, Aggiornamento 2011)

A valle dello Zuccherificio del Molise, e fino alla foce, le arginature sono sufficienti a contenere la piena con $T_r=30$ anni ad eccezione del tratto adiacente al depuratore in loc. Rivolta del Re: qui l'arginatura sinistra, almeno dalle risultanze dei rilievi topografici condotti nello "Studio del rischio idrogeologico nella Regione", è localmente più bassa e permette esondazioni che raggiungono la località Pantano Basso posta a qualche km di distanza e una parte dell'area a valle della linea ferroviaria Adriatica (per il tramite di un sottovia).

Per gli eventi con tempo di ritorno 200 anni l'aggravio generale del quadro delle esondazioni riguarda soprattutto l'area del Bosco Tanassi a Guglionesi e l'area industriale ove è ubicato lo Zuccherificio del Molise, la Fabbrica Cavi Elettrici A.C.E., la stazione ferroviaria di Portocannone, lo Stabilimento O.S.I. Italia, lo Stabilimento Fiat e numerosi altri opifici (tra i quali l'ex Acciaieria Stefana), nonché quella agricola e residenziale a sinistra della foce del Biferno; solo in piccola misura esondazioni avvengono anche a destra della foce.

Nelle figure seguenti si riportano i risultati della modellazione con scenario ante e post-operam⁷ delle aree interessate dal passaggio della piena con tempi di ritorno pari a 30 e 200 anni lungo la sezione idraulica immediatamente posta a monte (BI078) con

⁷ L'impianto fotovoltaico è stato previsto con un'altezza minima da terra pari a 0.80 metri, montato su tracker monoassiali

l'indicazione del tirante idrico, condotta attraverso l'analisi in **moto vario quasi bidimensionale tipo Cunge (vedi figg.20 ÷ 23)**.

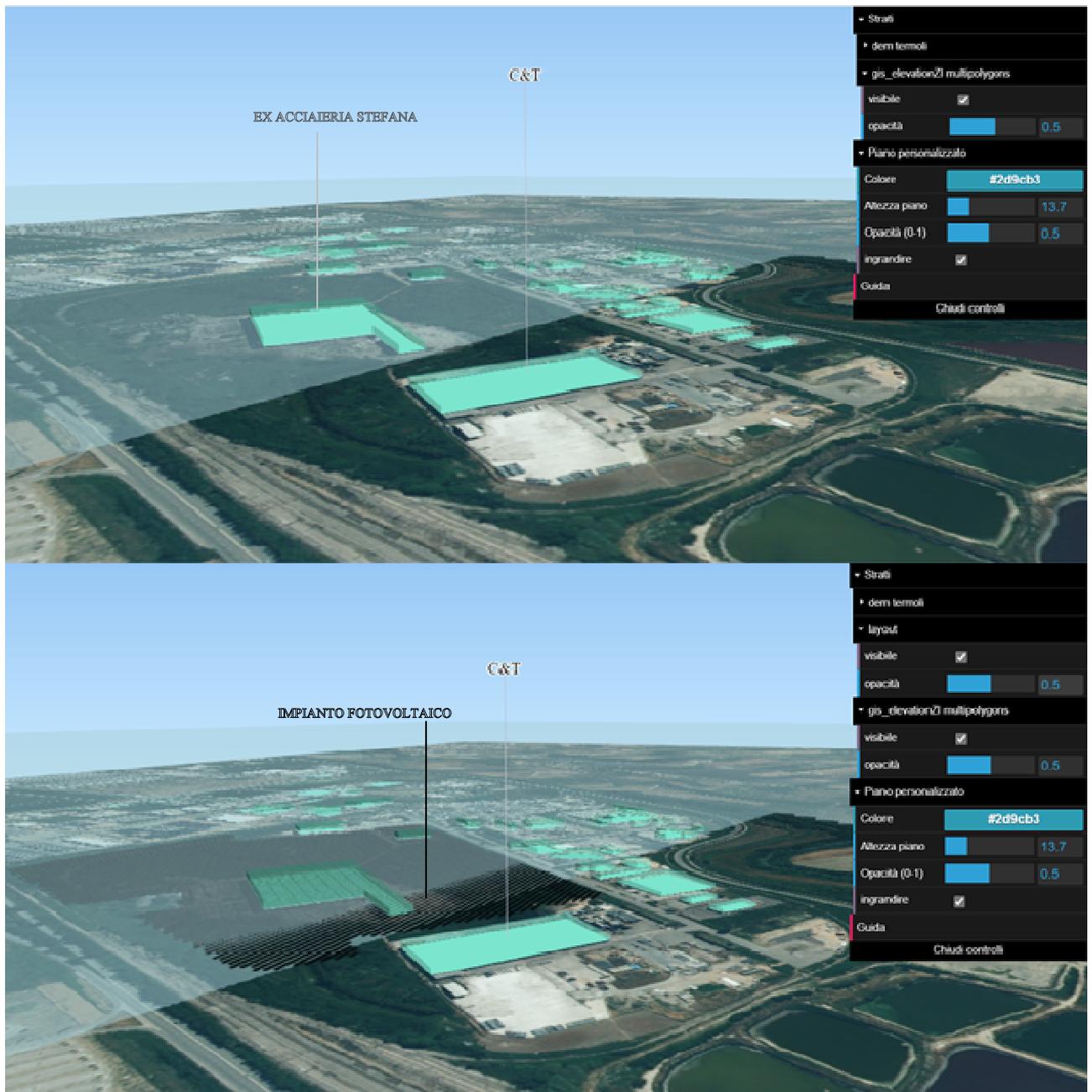


Figura 20 – Scenario ante-operam (in alto) e post-operam per l'area oggetto di studio, con vista dalla zona dello Svincolo del Biferno ad Altopantano. La simulazione è stata effettuata con il passaggio della piena con $Tr= 200$ anni lungo la sezione immediatamente a monte dell'impianto fotovoltaico (BI078) con un valore del tirante idrico pari a 13.70 metri (cfr. Figura 15 tratta da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, Agg. 2013).

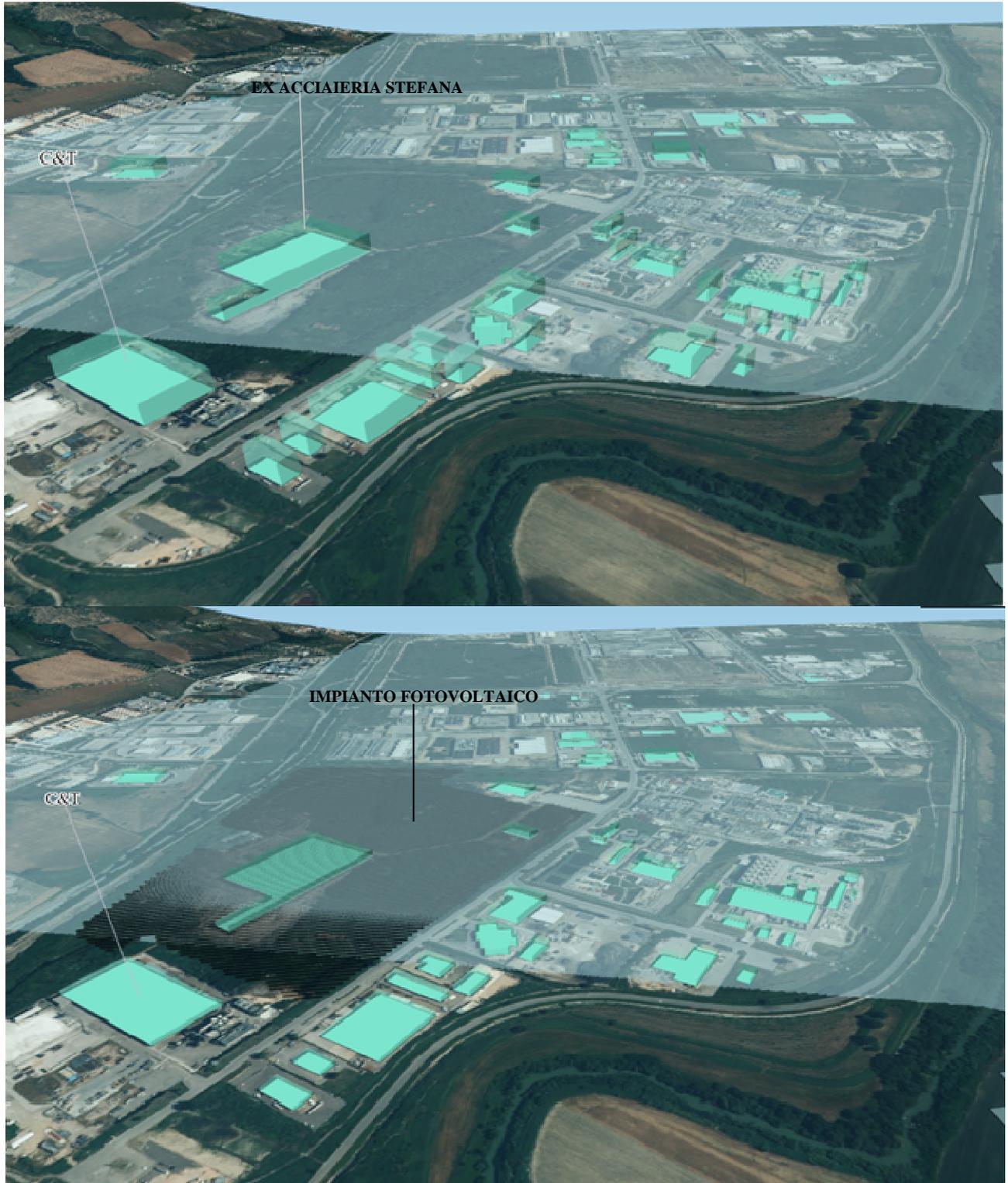


Figura 21 – Scenario ante-operam (in alto) e post-operam per l'area oggetto di studio, con vista dalla zona Rivolta del Re. La simulazione è stata effettuata con il passaggio della piena con $T_r=200$ anni lungo la sezione immediatamente a monte dell'impianto fotovoltaico (BI078) con un valore del tirante idrico pari a 13.70 metri (cfr. Figura 15 tratta da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, Agg. 2013). **Da queste due figure si evince che per tale scenario l'impianto in progetto, con altezza minima da terra di 80 cm, sarebbe sommerso dalla piena per circa i $\frac{1}{4}$ della sua estensione.**

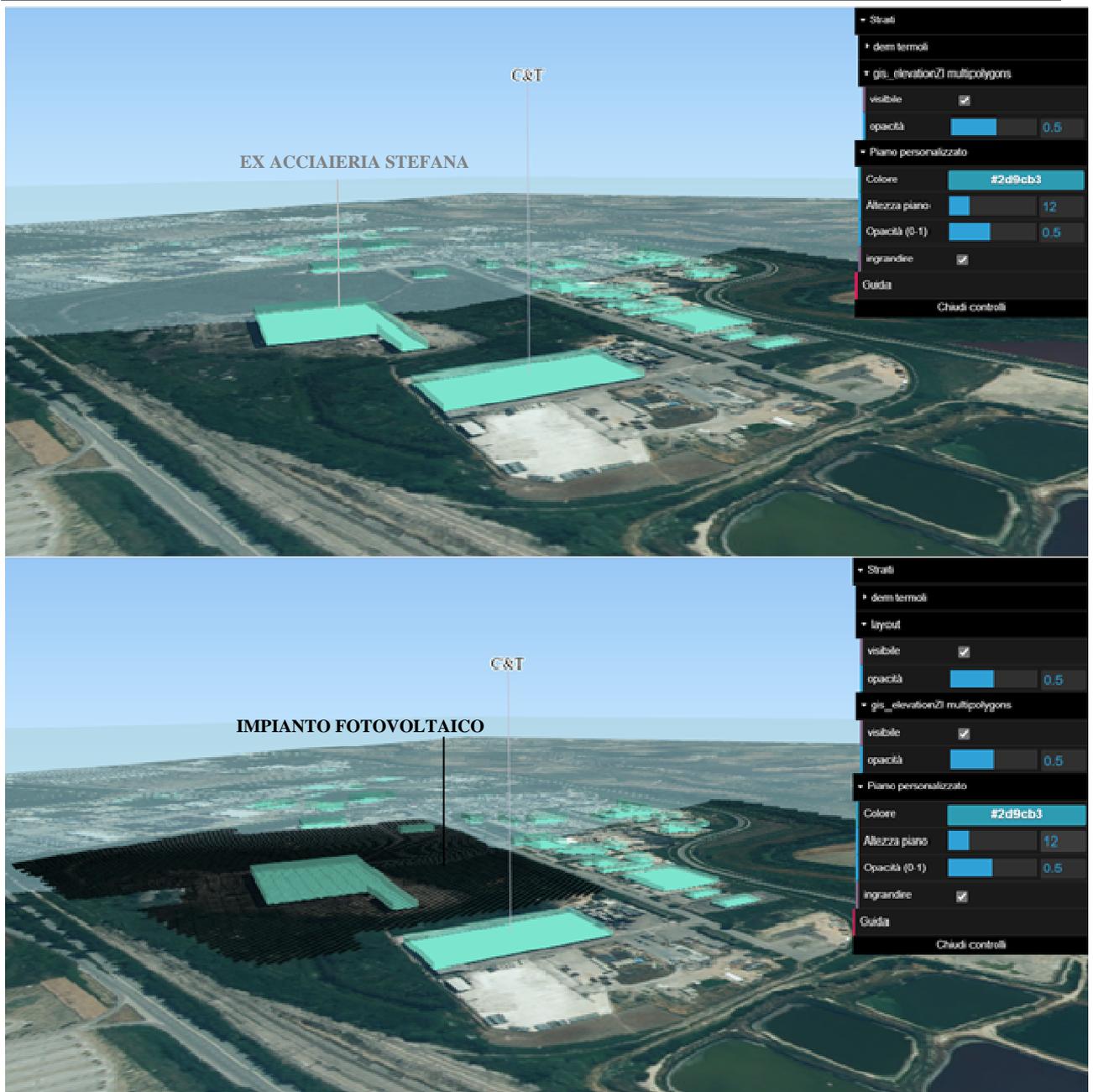


Figura 22 – Scenario ante-operam (in alto) e post-operam per l'area oggetto di studio, con vista dalla zona dello Svincolo del Biferno ad Altopantano. La simulazione è stata effettuata con il passaggio della piena con $T_r=30$ anni lungo la sezione immediatamente a monte dell'impianto fotovoltaico (BI078) con un valore del tirante idrico pari a 12.00 metri (cfr. Figura 15 tratta da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, Agg. 2013).

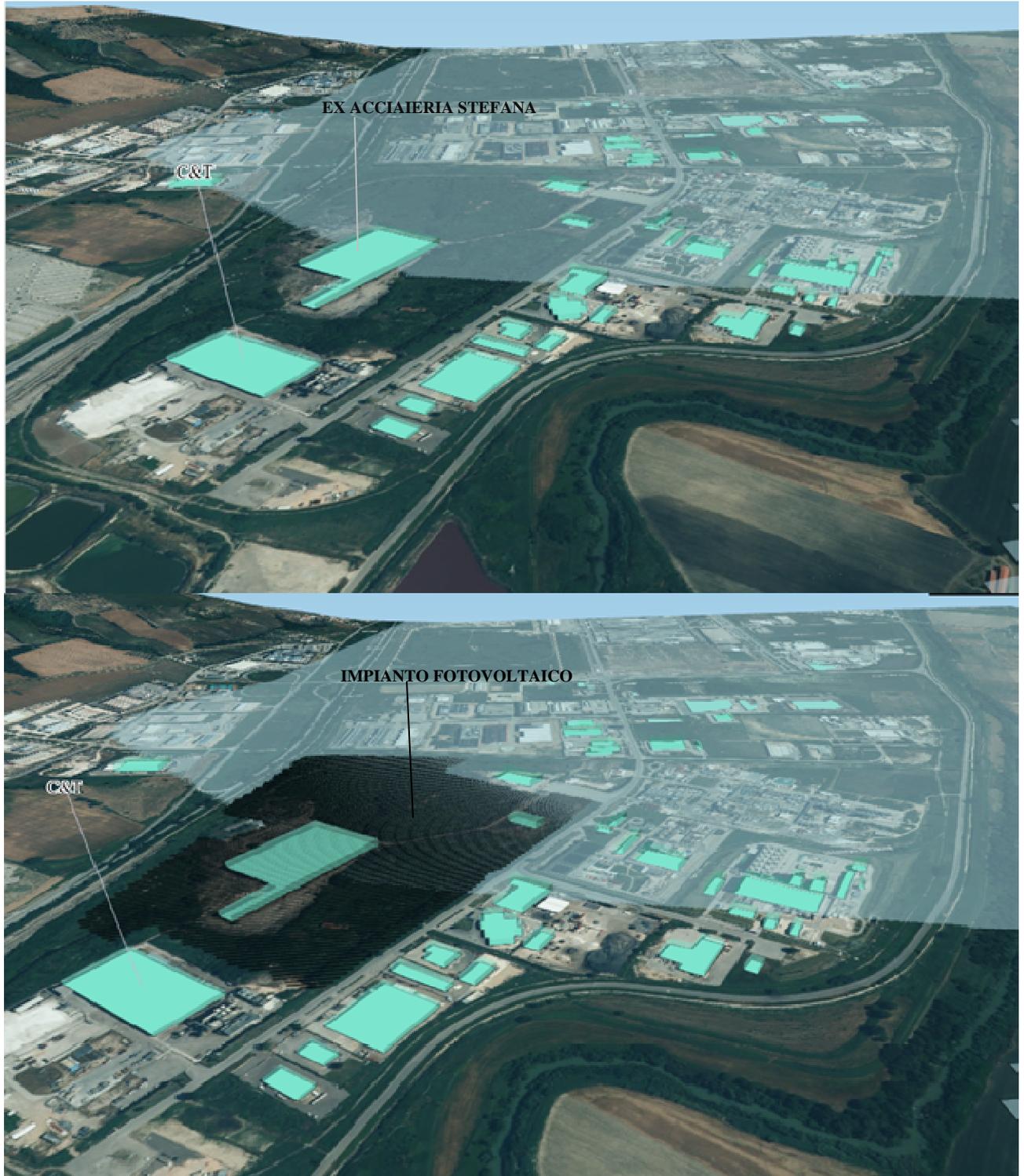


Figura 23 – Scenario ante-operam (in alto) e post-operam per l'area oggetto di studio, con vista dalla zona Rivolta del Re. La simulazione è stata effettuata con il passaggio della piena con $T_r=200$ anni lungo la sezione immediatamente a monte dell'impianto fotovoltaico (BI078) con un valore del tirante idrico pari a 13.70 metri (cfr. Figura 15 tratta da PAI dell'Autorità di Bacino Trigno, Biferno e Minori, Saccione, Fortore, Agg. 2013). **Da queste due figure si evince che per tale scenario l'impianto in progetto, con altezza minima da terra di 80 cm, non avrebbe alcuna interferenza, con l'evento di piena, fatta eccezione per le strutture di sostegno (tracker monoassiali).**

5. CONSIDERAZIONI CONCLUSIVE

Nell'ambito della "Costruzione di un parco fotovoltaico per la produzione di energia elettrica e della stazione elettrica di smistamento a 150 kV", da realizzarsi in Zona Industriale del Comune di Termoli (CB), presso lo stabilimento dell'ex Acciaieria Stefana, i sottoscritti hanno redatto il presente studio di compatibilità idrologica-idraulica con lo scopo di valutare il livello di rischio idraulico, cui sono soggette aree potenzialmente inondabili per eventi di piena fluviale, con tempo di ritorno (Tr) di 30 e 200 anni, e relative ad un tratto del *Fiume Biferno*, posto a monte e a valle dell'area interessata dall'intervento, così come definito dalla Direttiva 2007/60/CE e dal decreto di recepimento D.Lgs. 49/2010.

Dalle risultanze prodotte l'area interessata dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico e della nuova stazione elettrica, risulta interessata sia da **fenomeni di inondazione diretta**, cioè quelli che vengono causati dalle portate di piena appena il tirante idrico supera la sommità della sponda o del rilevato arginale e/o golenale, sia da **fenomeni di inondazione indiretta**, risultato di strutture arginali non traccimate che comunque entrano in comunicazione con il flusso di piena attraverso connessioni idrauliche localizzate quali tombini, discontinuità arginali localizzate, canali, e altri dispositivi.

Le criticità nell'area dell'ex Acciaieria Stefana si rilevano a causa della insufficiente capacità arginale a contenere la piena con $Tr=30$ anni nel tratto adiacente al depuratore in *località Rivolta del Re*: qui l'arginatura sinistra, almeno dalle risultanze dei rilievi topografici condotti nello "Studio del rischio idrogeologico nella Regione", è localmente più bassa e permette esondazioni che raggiungono la *località Pantano Basso* posta a qualche km di distanza, fino a raggiungere parte dell'area a valle della linea ferroviaria Adriatica (per il tramite di un sottovia).

Per gli eventi con tempo di ritorno $Tr=200$ anni l'aggravio generale del quadro delle esondazioni riguarda soprattutto l'area del Bosco Tanassi a Guglionesi e l'area industriale ove è ubicato lo Zuccherificio del Molise, la Fabbrica Cavi Elettrici A.C.E., la stazione ferroviaria di Portocannone, lo Stabilimento O.S.I. Italia, lo Stabilimento Fiat e numerosi altri opifici (tra i quali l'ex Acciaieria Stefana), nonché quella agricola e residenziale a sinistra della foce del Biferno; solo in piccola misura esondazioni avvengono anche a destra della foce.

A partire da questo quadro conoscitivo sul rischio idraulico, è stata messa a punto una strategia di pianificazione a livello regionale consistita nella predisposizione di interventi strutturali, finalizzati alla riduzione del tempo di ritorno delle inondazioni. Sono stati presi in esame sia le possibilità di laminazione delle piene, e quindi di riduzione della portata, che i possibili interventi per aumentare la capacità di smaltimento del corso d'acqua, tesi al contenimento delle piene (argini). La finalità ultima di detti interventi è comunque la messa in sicurezza per un tempo di ritorno di 200 anni. Pertanto sono state previste due fasi temporali consecutive di intervento: una prima fase dove vengono realizzate le opere necessarie alla messa in sicurezza da eventi con tempo di ritorno *trentennale* ($Tr30$) (gli interventi di questa fase sono classificati come interventi *a breve termine*, in quanto di maggior urgenza); una seconda fase in cui si eseguiranno le opere per la messa in sicurezza da eventi con tempo di ritorno *duecentennale* ($Tr200$); detti interventi sono classificati pertanto come interventi *a lungo termine*.

Nello specifico nel breve termine è stata programmata la sopraelevazione di 1 m del rilevato arginale in sinistra idrografica (*località Rivolta del Re*) per una lunghezza di 600 m (AR_BIFERNO_6) e la chiusura del varco con realizzazione di portella a comando automatico sull'attraversamento arginale del fosso IP_BIFERNO_8. Inoltre a lungo termine si prevede di migliorare l'effetto naturale di laminazione delle piene, realizzando altre casse di espansione in aree non interessate da insediamenti a monte delle zone

suddette, per una capacità di invaso di circa 4.000.000 m³ (CS_BIFERNO_1, CS_BIFERNO_2, CS_BIFERNO_3, CS_BIFERNO_4 e CS_BIFERNO_9).

In questo quadro di interventi di mitigazione del rischio idraulico, le fasi di realizzazione, di esercizio e di dismissione dell'impianto fotovoltaico e della relativa stazione elettrica, per la loro **durata stimata in circa 50 anni**, ricalcano l'alta priorità degli indirizzi e proposte operative per la messa in sicurezza di questo tratto di bacino del Fiume Biferno⁸, così come indicato nel Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico dell'Autorità di Bacino Regio-nale dei Fiumi Trigno, Biferno e Minori, Saccione e Fortore.

La simulazione condotta ha mostrato che posizionando la quota del piazzale della stazione elettrica a 13 metri sul livello del mare, corrispondente alla piena centenaria, oltre che alla luce delle lavorazioni ed opere previste per l'impianto fotovoltaico e la stazione elettrica, **le attività saranno tali da non peggiorare le condizioni di funzionalità idraulica; non costituiranno in nessun caso un fattore di aumento della pericolosità idraulica** né localmente, né nei territori a valle o a monte, producendo significativi ostacoli al normale libero deflusso delle acque ovvero causando una riduzione significativa della capacità di invaso delle aree interessate; garantiranno condizioni adeguate di sicurezza durante la permanenza di cantieri mobili, in modo che i lavori si svolgano senza creare, neppure temporaneamente, un ostacolo significativo al regolare deflusso delle acque, in tal modo da rispettare il principio dell' **invarianza idraulica** (cfr scenario ante e post-operam $T_r=100$ anni).

Campobasso, Aprile 2021

I TECNICI:

DOTT. GEOL. EMILIO QUINTO

DOTT. GEOL. ANTONELLO REALE

VALIDATORE
DOTT. ING. ANGELO CONTE



ALLEGATI:

*PROFILO LONGITUDINALE DEL DI FIUME BIFERNO NEL TRATTO DI INTERESSE PROGETTUALE⁹
SEZIONI IDRAULICHE A MONTE E A VALLE DI INTERESSE PROGETTUALE¹⁰*

⁸ Progetto di Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del bacino del fiume Biferno e minori, *Programma prioritario degli interventi strutturali*, Ottobre 2005

⁹ Tratto da *Studio del rischio idrogeologico nella Regione Molise*

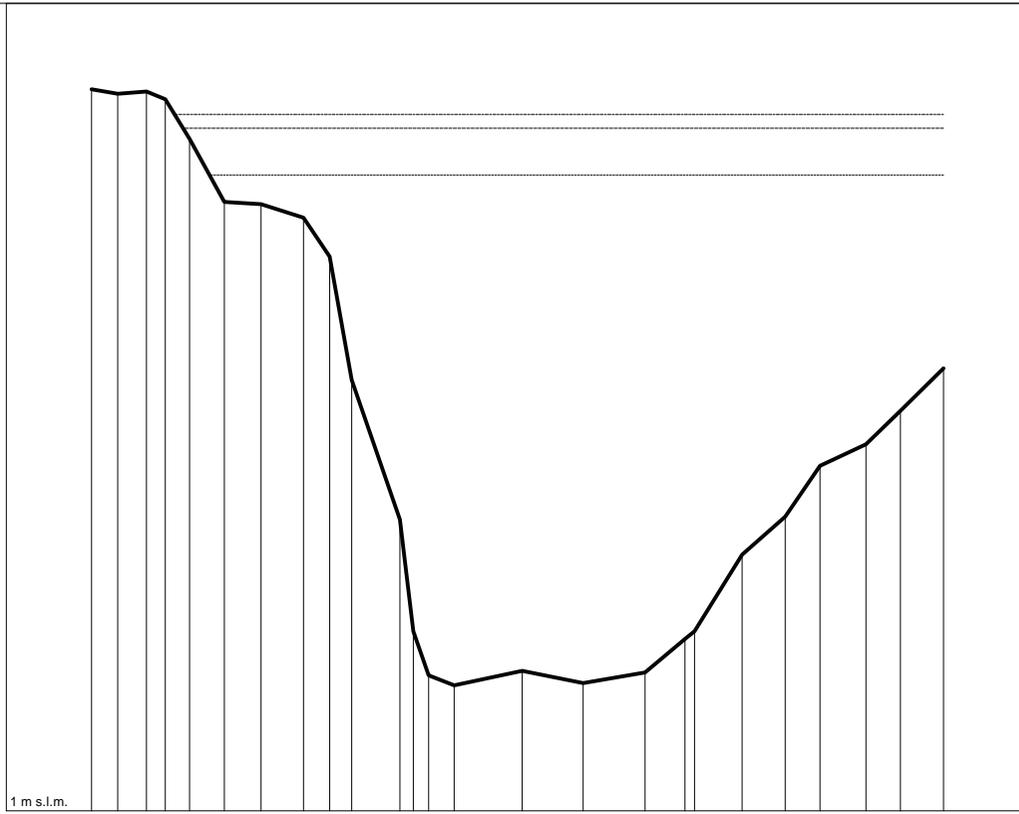
¹⁰ Tratte da *Studio del rischio idrogeologico nella Regione Molise*

Sezione

Livelli idrometrici
 Q=1284.73mc/s H=14.37m s.l.m.
 Q=1753.06mc/s H=15.37m s.l.m.
 Q=2053.50mc/s H=15.66m s.l.m.

Sezione n. bi3074
 FIUME BIFERNO

Scala distanze 1:640
 Scala quote 1:160



Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	14	15	16	17	18	20	21	22	23	24	25
Quote [m s.l.m.]	16.18	16.08	16.13	15.98	15.15	13.81	13.76	13.48	12.66	10.07	7.13	3.84	3.64	3.95	3.68	3.91	4.61	6.40	7.20	8.27	8.71	9.42	10.31
Distanze progressive [m]	11.7	14.0	16.4	18.0	20.0	23.0	26.1	29.7	31.9	33.8	37.9	40.3	42.5	48.2	53.5	58.7	62.0	66.9	70.6	73.5	77.4	80.4	84.0
Distanze parziali [m]		2.4		2.9	3.1	3.6			4.1				5.7	5.2	5.2	3.3	4.0	3.7	2.9	3.9	2.9	3.6	

Sezione

Livelli idrometrici

Q=1284.75mc/s H=14.13m s.l.m.

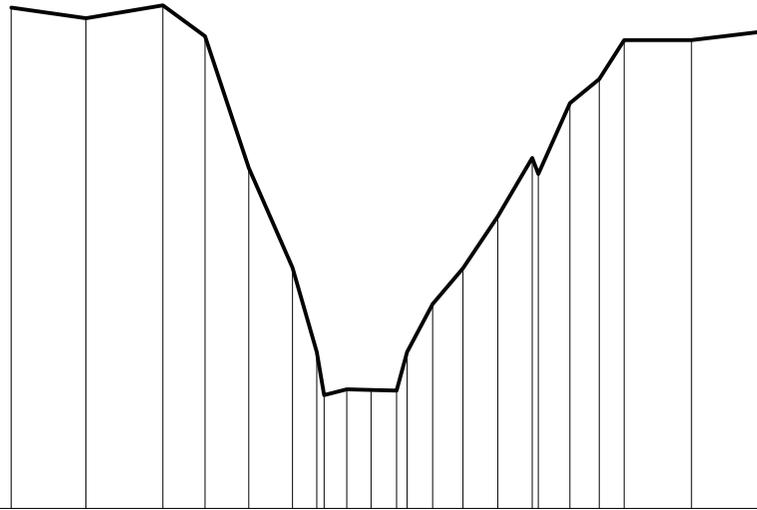
Q=1752.31mc/s H=15.18m s.l.m.

Q=2051.17mc/s H=15.52m s.l.m.

Sezione n. bi3075
FIUME BIFERNO

Scala distanze 1:640
Scala quote 1:160

1 m s.l.m.



Punti	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	13	14	15	16	18	19	20	21	22	
Quote [m s.l.m.]	11.54	11.32	11.59	10.93	8.17	6.08	4.30	3.51	3.49	3.48	5.31	6.05	7.15	8.37	9.53	10.04	10.85	10.85	11.05	
Distanze progressive [m]	16.0	22.4	28.9	32.4	36.2	39.9	41.9	44.5	46.5	48.7	51.8	54.3	57.3	60.2	63.4	65.9	68.0	73.7	80.1	
Distanze parziali [m]		6.4	6.5	3.5	3.8	3.7						2.5	3.0	2.9	2.7	2.5		5.7	6.4	

Sezione

Livelli idrometrici

Q=1284.31mc/s H=13.67m s.l.m.

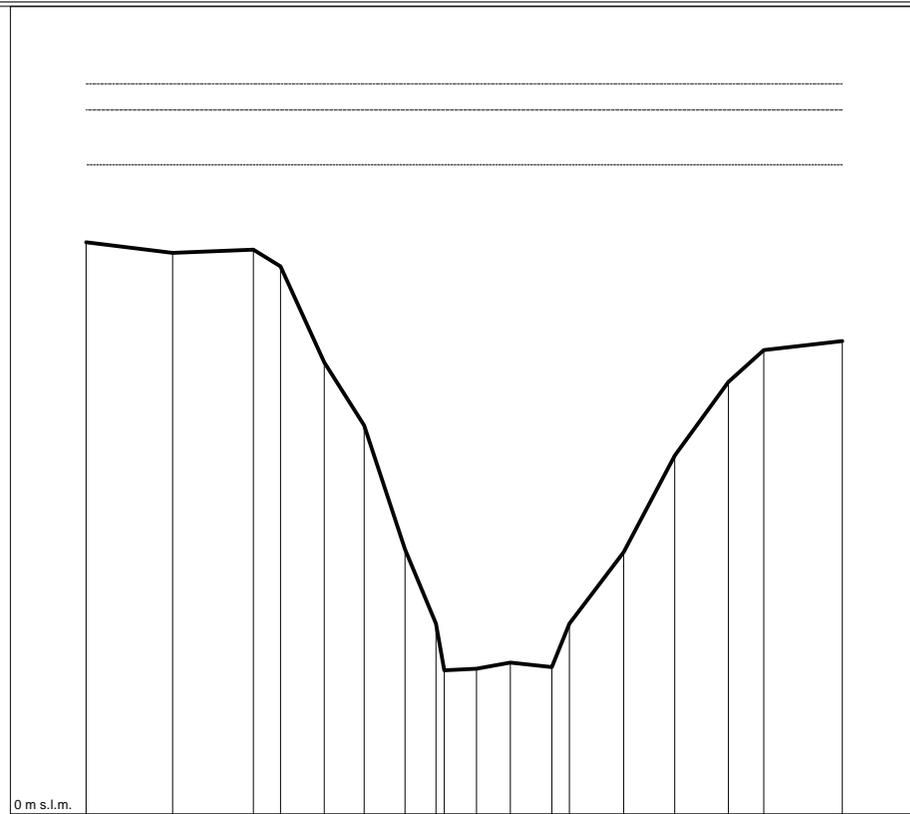
Q=1751.86mc/s H=14.81m s.l.m.

Q=2042.47mc/s H=15.36m s.l.m.

Sezione n. bi3078
FIUME BIFERNO

Scala distanze 1:640

Scala quote 1:160



Punti	1	2	3	4	5	6	7	8	10	11	12	14	15	16	17	18
Quote [m s.l.m.]	12.03	11.81	11.87	11.52	9.51	8.17	5.56	4.00	3.05	3.18	3.09	5.51	7.54	9.09	9.76	9.95
Distanze progressive [m]	12.2	19.5	26.4	28.6	32.4	35.8	39.2	41.8	45.3	48.2	51.7	57.8	62.2	66.7	69.7	76.4
Distanze parziali [m]		7.3	6.9	3.7	3.4	3.4	2.6	2.8	2.9	3.5	4.6	4.4	4.6	3.0	6.6	

Sezione

Livelli idrometrici

Q=1073.72mc/s H=49.88m s.l.m.

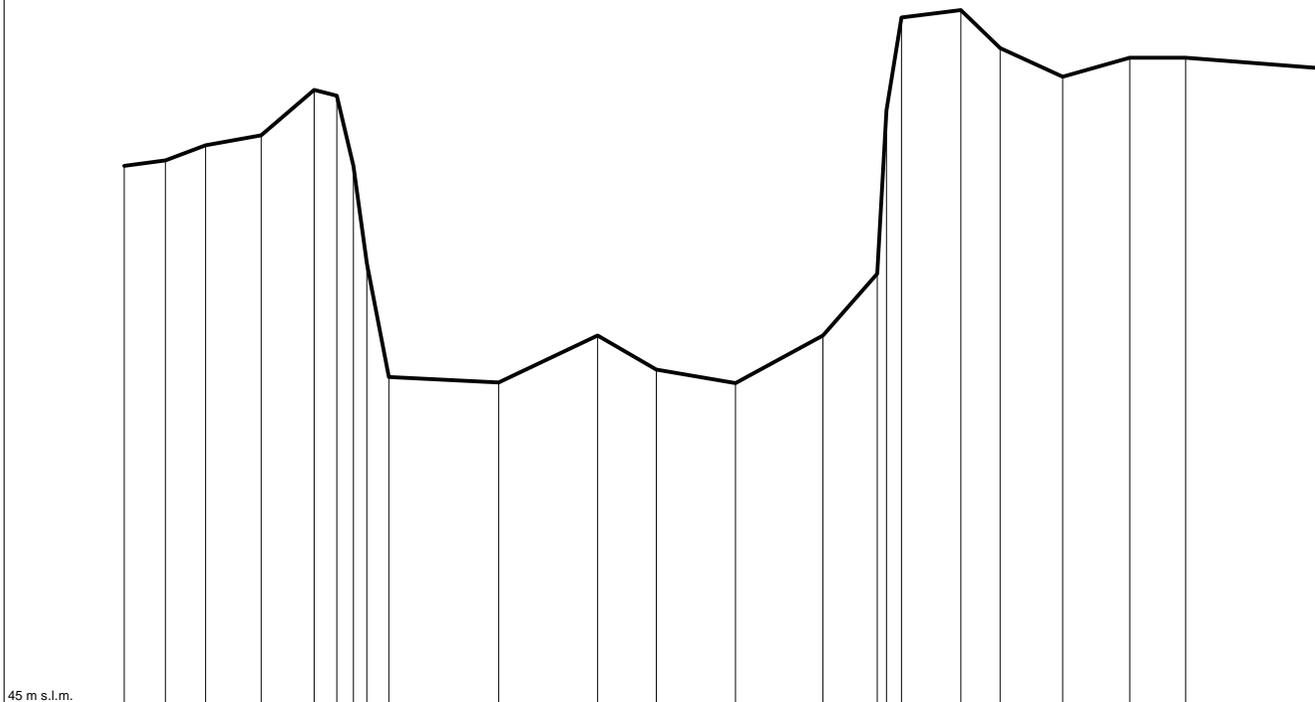
Q=1553.31mc/s H=50.03m s.l.m.

Q=1863.15mc/s H=50.30m s.l.m.

Sezione n. bi3028_
FIUME BIFERNO

Scala distanze 1:320
Scala quote 1:40

45 m s.l.m.



Punti	1	2	3	4	5	6	7	9	10	11	12	13	14	15	17	18	19	20	21	22	23
Quote [m s.l.m.]	47.84	47.87	47.95	48.00	48.24	48.21	47.84	46.73	46.70	46.95	46.77	46.70	46.95	47.27	48.62	48.66	48.46	48.31	48.41	48.41	48.35
Distanze progressive [m]	16.0	17.8	19.5	21.8	24.1	25.0	25.7	27.2	31.9	36.1	38.6	42.0	45.7	48.0	49.0	51.5	53.2	55.8	58.7	61.1	66.8
Distanze parziali [m]	1.8	1.7	2.4	2.3				4.7	4.2	2.5	3.4	3.7	2.3		2.5	1.7	2.6	2.9	2.4	5.8	

Sezione

Livelli idrometrici

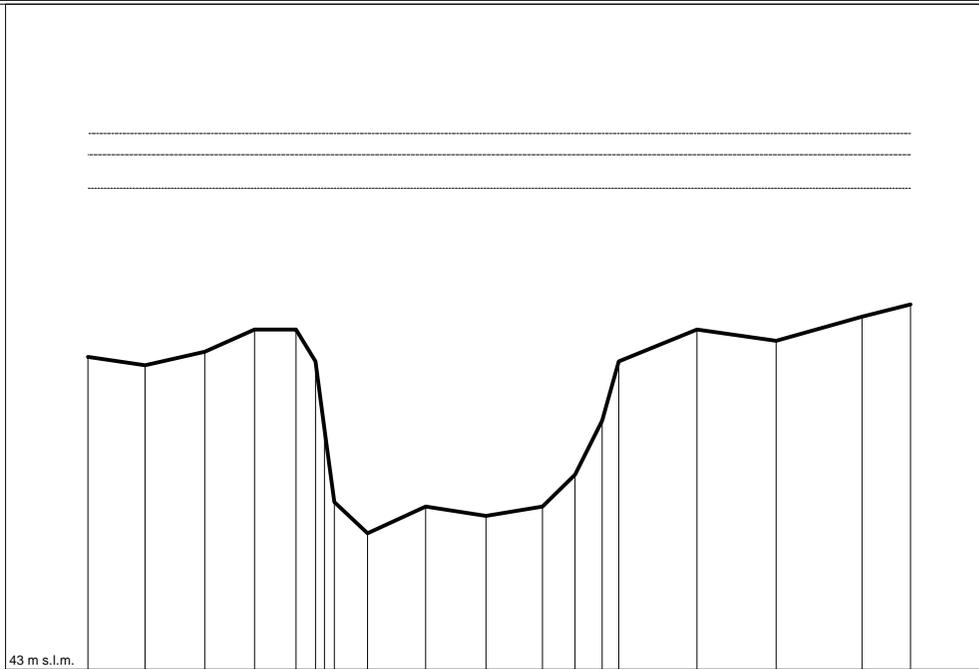
Q=1106.54mc/s H=48.07m s.l.m.

Q=1580.26mc/s H=48.42m s.l.m.

Q=1895.11mc/s H=48.64m s.l.m.

Sezione n. bi3029_
FIUME BIFERNO

Scala distanze 1:640
Scala quote 1:80



Punti	1	2	3	4	5	6	8	9	10	11	12	13	14	16	17	18	19
Quote [m s.l.m.]	46.29	46.20	46.34	46.58	46.58	46.24	44.76	44.43	44.71	44.62	44.71	45.05	45.62	46.58	46.46	46.71	46.84
Distanze progressive [m]	16.0	20.9	25.9	30.2	33.7	35.3	36.9	39.8	44.7	49.8	54.6	57.3	59.7	67.7	74.5	81.7	85.8
Distanze parziali [m]	4.9	5.0	4.3	3.5			2.8	4.9	5.1	4.8	2.7	2.4		6.7	6.8	7.3	4.1