

ISTANZA VIA
Presentata al
Ministero della Transizione Ecologica
e al Ministero della Cultura
(Art. 23 del D. Lgs 152/2006 e ss. mm. ii
Art. 12 del D.Lgs. 387/03 e ss.mm.ii.)

PROGETTO

IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO)
COLLEGATO ALLA RTN
POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp
POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW
Comune di Bondeno (FE)

RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA

21-00008-IT-BONDENO_CV-R09

PROPONENTE:

TEP RENEWABLES (BONDENO PV) S.R.L.
Viale Shakespeare, 71 00144 – Roma
P. IVA e C.F. 16627431006– REA RM - 1666505

PROGETTISTA:

ING. MATTEO BERTONERI
Iscritto all' Ordine degli Ing. della Provincia di Massa Carrara al n. 669 sez. A

Data	Rev.	Tipo revisione	Redatto	Verificato	Approvato
08/2022	0	Prima emissione	MM/EL	GG	G. Calzolari

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	2 di 47

INDICE

1	PREMESSA	4
2	STATO DI FATTO	5
2.1	LOCALIZZAZIONE IMPIANTO	5
3	DATI DI RIFERIMENTO	8
3.1	RILIEVO	8
3.1.1	Modello digitale del terreno - Emilia Romagna	8
3.1.2	Modello digitale del terreno e della superficie - MATTM	8
3.1.3	Rilievo topografico	9
3.2	NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO	9
4	COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI	11
4.1	PIANI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO	14
4.2	PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI	14
4.2.1	Il Bacino Burana - Po di Volano	17
5	STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO	26
5.1	SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO	26
5.2	ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI	27
5.3	BASE DATI UTILIZZATA	27
5.3.1	Pluviometria	27
5.3.2	Idrometria	27
5.4	LEGGI DI VARIAZIONE DEI COEFFICIENTI PROBABILISTICI DI CRESCITA KT CON IL PERIODO DI RITORNO	28
5.4.1	Piogge giornaliere	28
5.4.2	Piogge brevi	30
5.4.3	Precipitazione indice	31
5.4.4	Piogge areali	33
5.5	STIMA PRECIPITAZIONI	33
5.6	ANALISI MORFOLOGICA	34
5.7	OPERE DI DRENAGGIO	36
5.8	IL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO Φ	39
5.9	VERIFICHE IDROLOGICHE	42
5.10	INVARIANZA IDRAULICA	43
6	IMPIANTO IRRIGAZIONE	45
7	CONCLUSIONI	46

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	3 di 47

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	4 di 47

1 PREMESSA

Il presente documento riporta lo studio idrologico e idraulico del progetto dell'impianto fotovoltaico, della linea di connessione e della cabina di consegna, analizzando le eventuali interferenze con il reticolo idrografico esistente, identificando le migliori soluzioni e tecnologie per la risoluzione delle stesse.

In corrispondenza di canali irrigui/corsi d'acqua naturali, la relazione ha inoltre valutato che il superamento delle interferenze avvenga in condizioni di sicurezza idraulica in relazione alla natura dell'intervento e al contesto territoriale.

In merito allo studio idrologico e idraulico del reticolo idrografico superficiale e dei principali potenziali solchi di drenaggio esistenti, si è fatto riferimento alla documentazione pubblicata sul sito del Consorzio di Bonifica – Pianura di Ferrara, oltre che alle risultanze dei rilievi topografici eseguiti in situ.

La relazione riporta inoltre lo studio idrologico idraulico delle aree scolanti interessate dalle opere del progetto fotovoltaico, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche).

Tale studio idrologico è basato sui dati raccolti principalmente dai siti della regione e dal consorzio bonifica di Ferrara ed è consistito in:

- analisi delle precipitazioni;
- valutazione della durata dell'evento pluviometrico di progetto di durata pari al tempo critico del bacino idrografico oggetto di studio (coefficiente di deflusso e precipitazione di progetto);
- determinazione dei volumi di riferimento e dimensionamento del sistema di collettamento delle stesse.

Per maggiori approfondimenti relativi alla planimetria generale delle aree di progetto del nuovo impianto fotovoltaico si rimanda alle tavole generali.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	5 di 47

2 STATO DI FATTO

2.1 LOCALIZZAZIONE IMPIANTO

L'area di intervento è ubicata in provincia di Ferrara, nel comune di Bondeno, dove verrà installato il campo FV, la nuova SE 132/36 kV e una parte del cavo interrato, e nei territori comunali di Vigarano Mainarda e Ferrara, all'interno dei quali si estenderà la restante porzione del cavo di connessione e in quest'ultimo anche la SET Ferrara nord 380. I raccordi che si connettono alla nuova SE 132/36 kV ricadono tutti nel comune di Bondeno tranne uno, da potenziare, che ricade nel comune di Finale Emilia.

Il campo fotovoltaico si colloca a ca.4 km a Sud dalla città di Bondeno, a oltre 10 km a ovest da Ferrara e a ca.65 km dalla costa adriatica.

Il progetto di intervento si inserisce nel paesaggio pianeggiante della Pianura Padana, in riva destra del fiume Po. Tale area, come ben si sa, risulta interamente a vocazione agricola con presenza di aree urbanizzate sparse la principale delle quali è il centro abitato di Ferrara; il sito di intervento si colloca, dunque, in area antropizzata. L'area di interesse risulta solcata da una moltitudine di elementi idrici, tra i quali il Cavo Napoleonico (o Scolmatore del Reno) che è un canale artificiale multifunzione della pianura emiliana che collega i fiumi Reno e Po e si estende a ca. 500 m dall'area deputata dall'installazione del campo FV e verrà interessato dai cavi di connessione.

Le coordinate del sito sede dell'impianto sono:

- 44°50'55.66"N
- 11°25'30.60"E

In Figura 2.1 si riporta la localizzazione dell'intervento di progetto in tutte le sue componenti.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	6 di 47

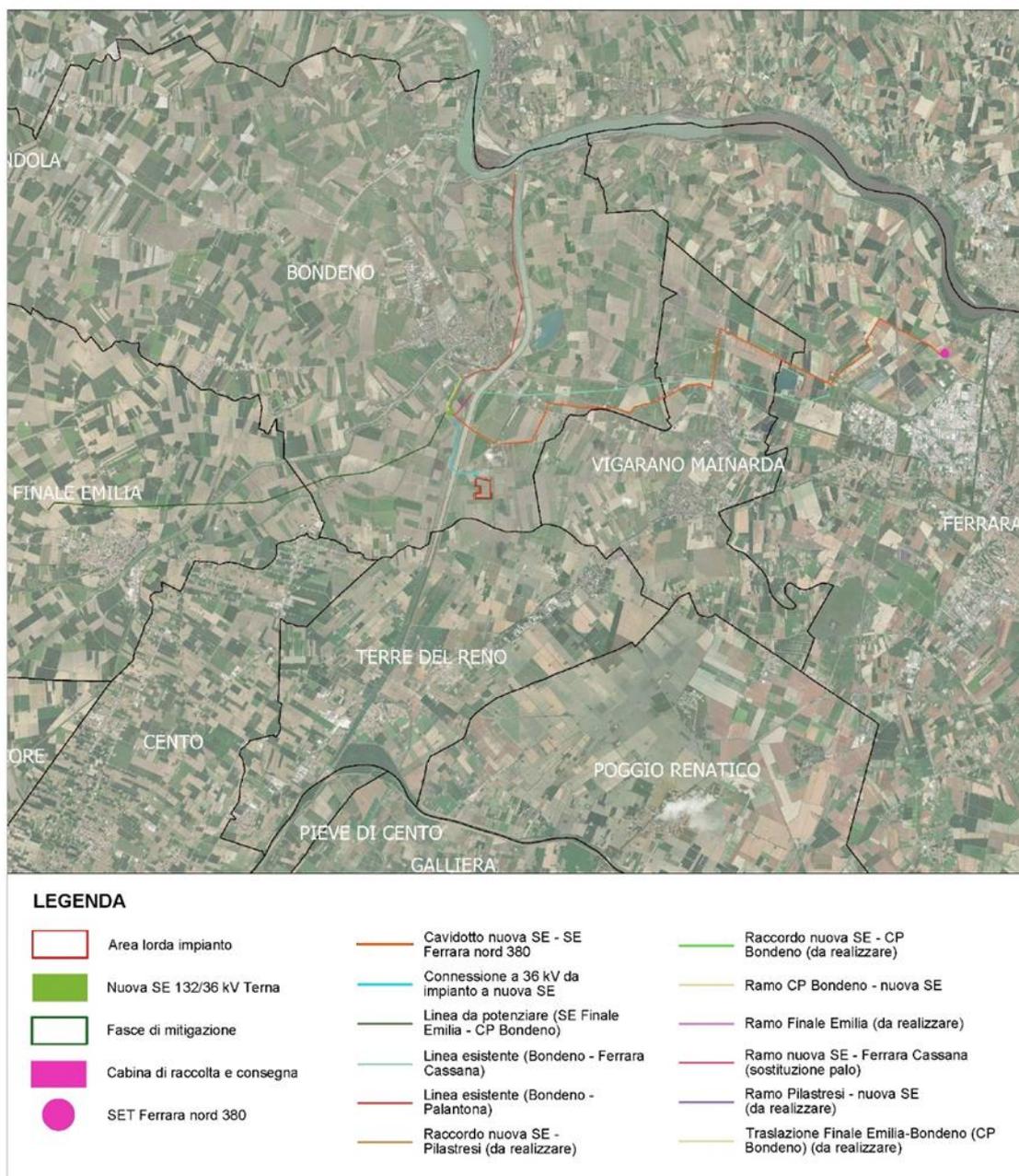


Figura 2-1: Localizzazione dell'area di intervento

Il sito risulta idoneo alla realizzazione dell'impianto avendo una buona esposizione ed essendo ben raggiungibile ed accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

La rete stradale che interessa l'area di intervento è costituita da:

- A13 "Autostrada Bologna-Padova" che corre in direzione nord-sud e interseca Via delle Bonifiche venendo interessata, dunque, dalla posa del cavo;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	7 di 47

- SS468 “Via Ferrarese” che si estende a sud del campo FV, a ca. 570 m dallo stesso;
- SP69 “Via Virgiliana” sotto la quale verrà posato per la maggior porzione il cavo di connessione;
- SP49 “Via Rondona” che si estende a est del campo FV e a sud del cavo a 132 kV e mette in comunicazione la SP69 con la SP66;
- SP9 “Via Provinciale Centese” che si estende a ca. 466 m dalla SE 36 kV/132kV;
- SP19 “Strada Provinciale 19” sotto la quale per una minima porzione verrà posato il cavo di connessione;
- Via Diamantina, Via Canal Bianco, Via Santa Lucia e Via delle Bonifiche sotto le quali verrà posato il cavo di connessione;
- Altre strade secondarie e locali.

Le aree scelte per l’installazione dell’impianto Fotovoltaico sono interamente contenute all’interno di aree di proprietà privata; per tali aree TEP Renewables ha stipulato con i proprietari un contratto preliminare di diritto di superficie e servitù come riportato nel “Piano particellare e disponibilità” di cui “21-00008-IT-BONDENO_PG-R05”.

L’area in cui sarà posizionata la nuova SE 132/36 kV sarà fruibile previo procedimento di esproprio.

Il sito risulta essere adatta allo scopo presentando una buona esposizione ed è accessibile attraverso le vie di comunicazione esistenti.

Attraverso la valutazione delle ombre si è cercato minimizzare e ove possibile eliminare l’effetto di ombreggiamento, così da garantire una perdita pressoché nulla del rendimento annuo in termini di produttività dell’impianto fotovoltaico in oggetto.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	8 di 47

3 DATI DI RIFERIMENTO

3.1 RILIEVO

La campagna investigativa topografica e fotogrammetrica ha interessato tutta l'area di progetto in modo completo e dettagliato.

Dapprima sono stati ottenuti i modelli digitali del terreno e della superficie rispettivamente dalla Regione Emilia Romagna e dal MATTM.

3.1.1 Modello digitale del terreno - Emilia Romagna

Attraverso la fonte ufficiale Regione Emilia Romagna è stato ottenuto il modello digitale del terreno con una risoluzione spaziale 5 x 5 metri di tutta l'area di progetto.

3.1.2 Modello digitale del terreno e della superficie - MATTM

Il LIDAR è un sensore Laser, che rileva la distanza relativa tra il target e il sensore, in abbinamento con una piattaforma IMU (GPS+INS) che permette la georeferenziazione 3D dei suddetti punti.

Scansionando la superficie, viene creata una nuvola di punti che discriminano i punti relativi al terreno (DTM) e quelli relativi agli "oggetti" presenti sul terreno (DSM).

Misurando la coltre vegetativa, penetrando fino al suolo, si ottengono informazioni sul terreno e sulle quote, con un'accuratezza centimetrica. I prodotti ottenuti dai rilievi LIDAR forniscono le informazioni fondamentali per rappresentare puntualmente la morfologia delle aree di pericolosità idrogeologica.

Costituiscono quindi un supporto basilare per le attività di modellazione idraulica, per la perimetrazione delle aree di potenziale esondazione dei principali corsi d'acqua, e per la modellazione idrologica e di individuazione delle aree maggiormente esposte a pericolo in caso di eventi alluvionali.

La densità dei punti del rilievo è superiore a 1,5 punti per mq, se ne deduce che l'applicazione di detti rilievi per la difesa del suolo è molteplice. Il DTM presenta un'accuratezza altimetrica corrispondente a +/- 1s (scarto quadratico medio), corrispondendo ad un errore inferiore ± 15 cm. Mentre l'accuratezza planimetrica è di 2s cioè l'errore deve essere contenuto entro ± 30 cm.

Nell'ambito del PST (Piano Straordinario di Telerilevamento) il Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare, nel periodo 2008 – 2009 ha effettuato una campagna di ricognizioni aeree con sensori LIDAR su determinate zone del territorio nazionale (aste fluviali, fascia costiera, zone con particolari criticità o esplicitamente richieste da Regioni o Province).

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	9 di 47

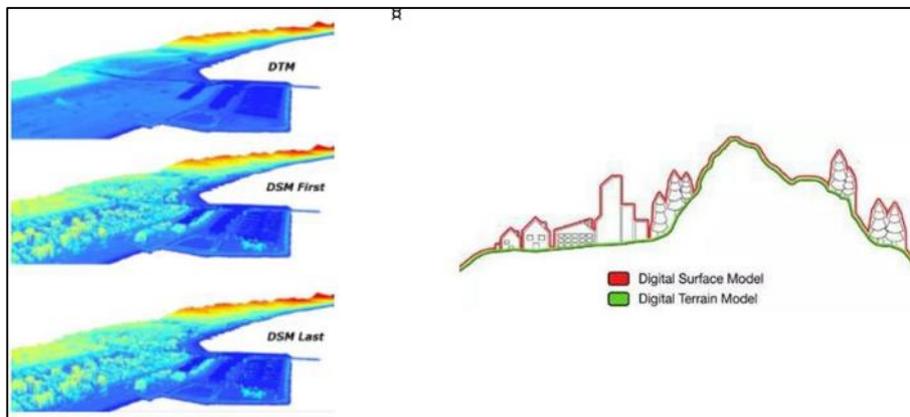


Figura 3-1: Tipologico esemplificativo raffigurante i prodotti Lidar

Su richiesta al MATTM sono stati ottenuti i prodotti sopradescritti per l'area di progetto.

3.1.3 Rilievo topografico

Nell'inverno 2022 è stato condotto un rilievo fotogrammetrico con Drone per l'acquisizione dei seguenti prodotti

1. Ortomosaico: la generazione di un ortomosaico per ciascuna area operativa con GSD (ground sampling distance) di 1,31 cm/pixel.
2. DSM: Modello digitale della superficie con risoluzione spaziale inferiore al 0,5 metri.
3. DTM: Modello digitale del terreno con risoluzione spaziale inferiore al 0,5 metri.

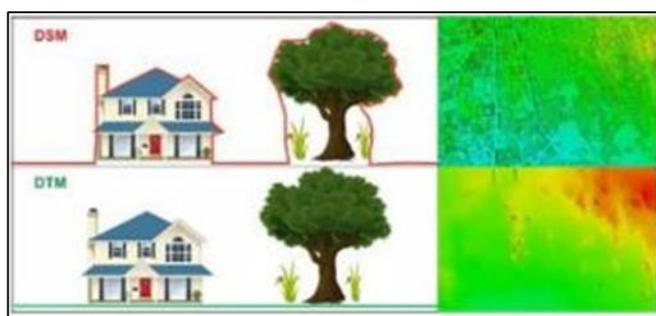


Figura 3-2: Tipologico esemplificativo raffigurante i prodotti fotogrammetrici

3.2 NORMATIVA E FONTI DI RIFERIMENTO

I seguenti documenti sono stato utilizzati come principali riferimenti per lo studio:

- D.Lgs 152/06 e smi;
- Direttiva Comunitaria 2007/60/CE – Valutazione e gestione del rischio di alluvioni/ D.Lgs. 49/2010;
- ARPAE Agenza Prevenzione ambiente Energia Emilia Romagna;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	10 di 47

- Regione Emilia-Romagna, sezione ambiente;
- Piano stralcio per il rischio idrogeologico – Autorità dei Bacini Regionali romagnoli;
- PGRA;
- Consorzio di bonifica Pianura di Ferrara;
- Sistemi di fognatura - Manuale di progettazione - Hoepli, CSDU;
- La sistemazione dei bacini idrografici, Vito Ferro, McGraw – Hill editore;
- Open Channel Hydraulics, Chow – McGraw – Hill editore;
- Spate Irrigation - FAO – HR Wallinford;
- Urban Drainage Design Manual” pubblicato da FHWA (Federal highway administration-US Department of transportation).

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev. 0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag. 11 di 47

4 COMPATIBILITÀ IDRAULICA DEGLI INTERVENTI

L'area di intervento ricade all'interno del bacino idrografico del fiume Po

Il bacino del Po è il più grande d'Italia, sia per la lunghezza dell'asta principale (650 km) che per la dimensione dei deflussi (la portata massima storica defluita nella sezione di chiusura di Pontelagoscuro, in occasione della piena del 1951, è di 10.300 m³/s). La superficie del bacino idrografico in senso stretto alla sezione di Relazione di sintesi Autorità di bacino del fiume Po 25 Pontelagoscuro è pari a 70.091 km²; ad essa vanno aggiunte le aree costituenti il sottobacino di Burana - Po di Volano, che non fornisce contributi ai deflussi di piena, e il Delta, la cui delimitazione idrografica è rappresentata rispettivamente a nord, dall'argine sinistro del Po di Venezia e successivamente da quello del Po di Maistra e a sud dall'argine destro del Po di Goro.

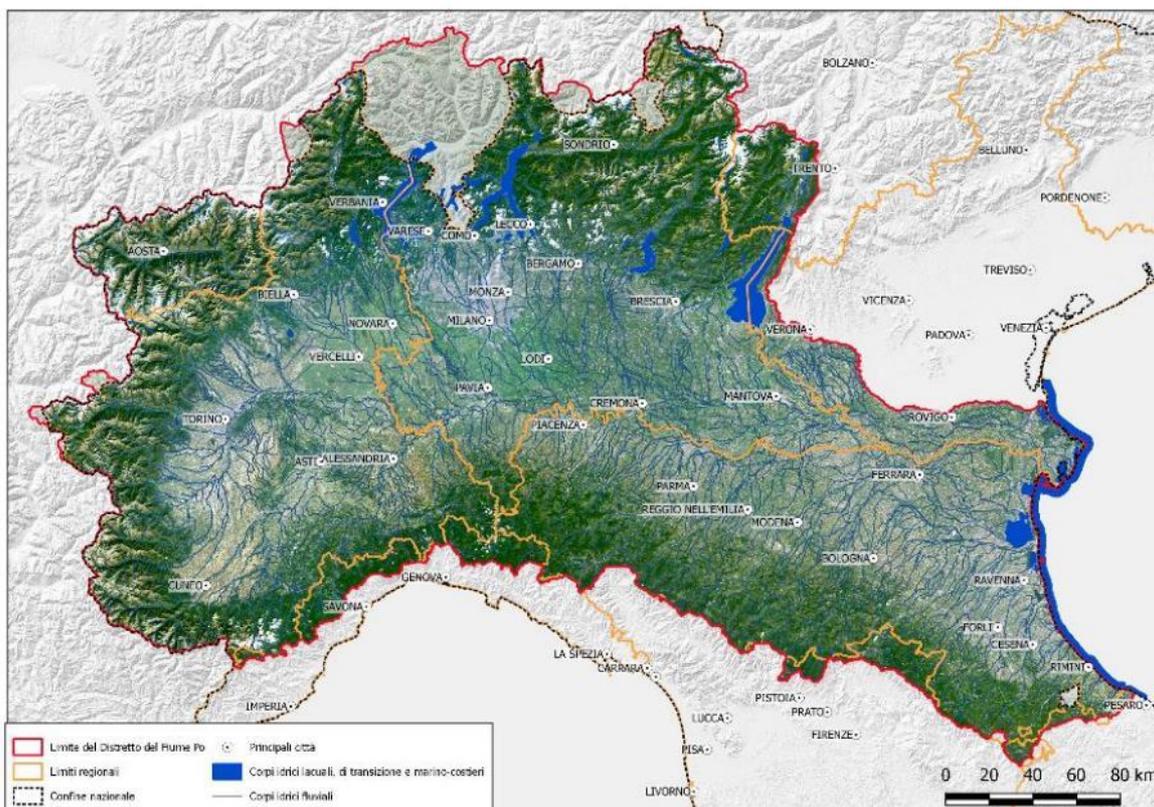


Figura 4-1: Bacino idrografico del Po;

Nel settore del dissesto idraulico e idrogeologico, l'attività di progressiva formazione del Piano è stata condotta attraverso diversi filoni, tra loro coordinati; Il "Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico" (PAI) rappresenta l'atto di pianificazione, per la difesa del suolo dal rischio idraulico e idrogeologico, conclusivo e unificante dei due strumenti di pianificazione parziale elaborati in precedenza, il PS 45 e il PSFF. Rispetto a questi Piani stralcio, il PAI contiene, per l'intero bacino, il completamento del quadro degli interventi strutturali a carattere intensivo sui versanti e sui corsi d'acqua non individuati nelle precedenti versioni; l'individuazione del quadro degli interventi strutturali a carattere estensivo E la definizione

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	12 di 47

degli interventi a carattere non strutturale, costituiti principalmente dagli indirizzi e dalle limitazioni d'uso del suolo nelle aree a rischio idraulico e idrogeologico.

Si ritiene tuttavia che in molte aree la delimitazione effettuata sia esaustiva e di adeguata precisione alla scala di piano prescelta (1:25.000). È implicito che ove tale delimitazione risultasse inefficace ad esprimere la complessità dei fenomeni di dissesto e di pericolosità si renderà necessaria la trasposizione delle informazioni, l'analisi e se del caso studi ulteriori e approfondimenti ad una scala di maggior dettaglio propria ad esempio dei Piani Territoriali di Coordinamento Provinciale e dei Piani Regolatori Generali comunali. Tali approfondimenti risulteranno particolarmente efficaci ed auspicabili dove in base alla cartografia di Piano si individuino interferenze rilevanti con la presenza di insediamenti, beni e attività vulnerabili.

Per i 3.175 comuni del bacino del Po interessati dalla classificazione del rischio sono stati calcolati dapprima i valori di pericolosità compresi fra 1 e 4 (P1 moderata, P2 media, P3 elevata, P4 molto elevata), per ognuna delle 5 tipologie di dissesto (attività di trasporto di massa sulle conoidi, esondazioni, dissesti lungo le aste, frane, valanghe).

L'inviluppo delle 5 pericolosità di base compone e definisce, a livello comunale, la pericolosità complessiva. Il quadro riassuntivo della pericolosità complessiva, riportato di seguito in tabella, evidenzia il numero dei comuni e le rispettive quote percentuali riferite all'ambito amministrativo regionale.

Regione	Pericolosità complessiva (%)				
	Classi	1	2	3	4
Emilia-Romagna		0,4	37,8	59,6	2,2
Liguria		13,6	61,0	25,4	0
Lombardia		17,7	41,2	18,4	22,7
Piemonte		6,4	38,2	43,2	12,3
Provincia Autonoma di Trento		7,9	20,6	28,6	42,9
Valle d'Aosta		0	28,4	14,9	56,8
Veneto		28,6	31,4	34,3	5,7
<i>Bacino del fiume Po</i>		<i>11,7</i>	<i>36,3</i>	<i>31,1</i>	<i>17,9</i>

Tabella 4-1: Percentuali di comuni, appartenenti al bacino del fiume Po per Regione, soggetti a diverse classi di pericolosità complessiva

Il 49,8% dei comuni appartenenti al bacino sono a rischio elevato o molto elevato, mentre solo il 10,8% appartiene alla classe di rischio moderato.

Analoga procedura è stata applicata per il rischio, definito come prodotto della pericolosità P per il danno D (risultante dal prodotto del valore economico per la vulnerabilità V). Si perviene, in tal modo, alla rappresentazione cartografica denominata carta del rischio idraulico e idrogeologico, che costituisce una rappresentazione sintetica dell'Atlante dei rischi idraulici e idrogeologici (v. Elaborato di piano n. 2). La rappresentazione cartografica che segue (Figura 4-2) riproduce questa carta allegata, in scala 1:250.000, al presente Piano.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	13 di 47

La Tabella 4-1 sintetizza la distribuzione delle quattro classi di rischio (cfr. Figura 4-2) nei comuni del bacino.

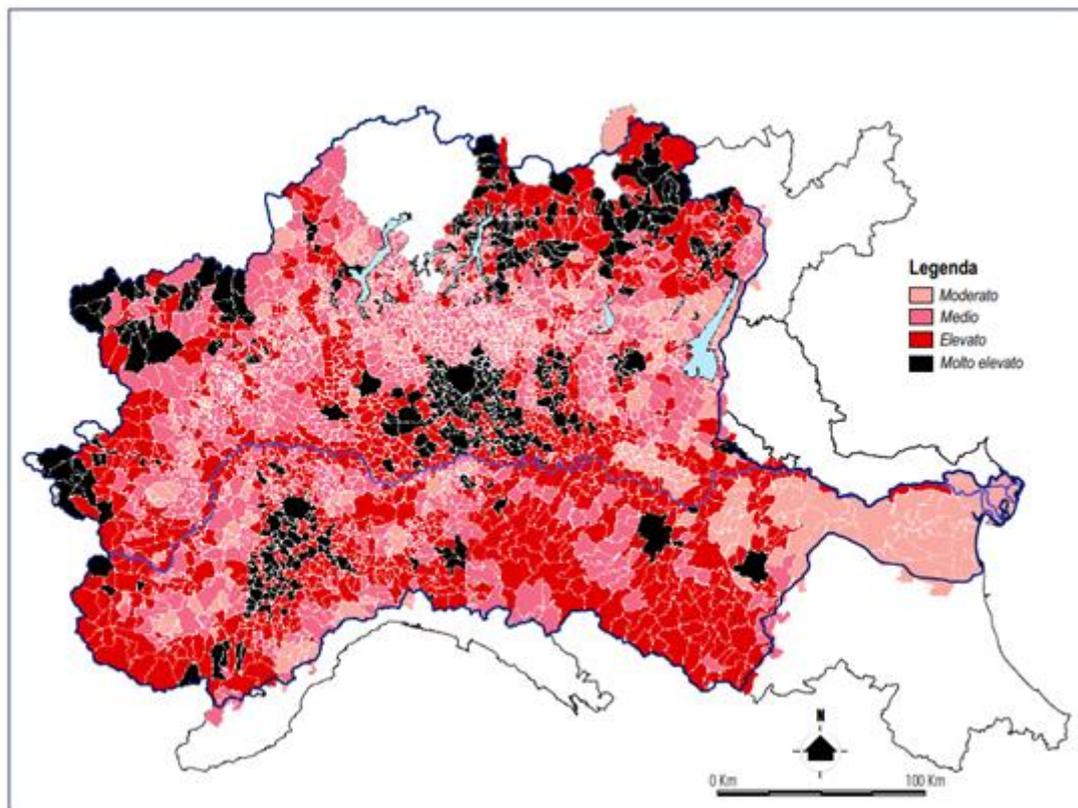


Figura 4-2: Rischio idraulico e idrogeologico

Le linee di intervento del Progetto di piano esprimono l'individuazione delle necessità di intervento, in termini di compatibilità del rischio sul territorio, costituite da misure non strutturali e strutturali a carattere intensivo ed estensivo. Sinteticamente il quadro degli interventi è costituito dai seguenti punti:

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	14 di 47

Fig. 7.1. Linee di intervento	
<p>I PREVISIONE E SORVEGLIANZA</p> <ul style="list-style-type: none"> • Monitoraggio meteo-idrologico di previsione di piena e del rischio di frana • Monitoraggio di sorveglianza e/o controllo strumentale di frana attiva o temporaneamente quiescente • Monitoraggio idrologico e morfologico dei corsi d'acqua • Coordinamento e integrazione con le funzioni di protezione civile 	<p>III MANTENIMENTO DELLE CONDIZIONI DI ASSETTO DEI SISTEMI IDROGRAFICI</p> <ul style="list-style-type: none"> • Manutenzione programmata sugli alvei, sulle opere idrauliche, sui versanti e sulle relative opere di stabilizzazione • Adeguamento del servizio di polizia idraulica • Definizione di piena di progetto • Definizione dei valori limite di deflusso nei punti singolari della rete idrografica
<p>II REGOLAMENTAZIONE DELL'USO DEL SUOLO NELLE AREE A RISCHIO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Delimitazione delle fasce fluviali e regolamentazione dell'uso del suolo all'interno delle stesse • Indirizzi per la delimitazione delle fasce fluviali sul reticolo minore • Revisione degli strumenti urbanistici vigenti a scala comunale in termini di compatibilità con le condizioni di rischio • Indirizzi alla programmazione a carattere agricolo-forestale per interventi con finalità di protezione idraulica e idrogeologica • Indirizzi e prescrizioni per la progettazione delle infrastrutture interferenti: ponti e rilevati stradali e ferroviari, opere civili, ecc. • Indirizzi e prescrizioni per la progettazione di opere pubbliche e di interesse pubblico secondo i criteri di compatibilità con le condizioni di rischio idraulico e idrogeologico • Incentivazione per l'allontanamento di insediamenti residenziali vicino alle fasce fluviali 	<p>IV MISURE STRUTTURALI DI TIPO ESTENSIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rinaturazione e recupero naturalistico e funzionale delle aree fluviali golenali e inondabili in genere • Mantenimento delle aree di espansione naturale e intercettazione del trasporto solido sui corsi d'acqua montani • Opere di idraulica forestale sul reticolo idrografico minore • Riforestazione e miglioramento dell'uso agricolo del suolo a fini di difesa idrogeologica <p>V MISURE STRUTTURALI DI TIPO INTENSIVO</p> <ul style="list-style-type: none"> • Riferite al reticolo idrografico e ai versanti, rappresentate da opere con funzione di controllo e contenimento dei fenomeni di dissesto • Riferite all'adeguamento delle infrastrutture viarie di attraversamento o interferenti

4.1 PIANI DI ASSETTO IDROGEOLOGICO

I piani di assetto idrogeologico devono contenere in particolare l'individuazione delle aree a rischio idrogeologico e la perimetrazione delle aree da sottoporre a misure di salvaguardia, nonché le misure medesime.

Per quanto riguarda la Provincia di Ferrara, sono stati redatti i piani stralcio di bacino relativi ai due più importanti corsi d'acqua: Po e Reno. Nello specifico, per il fiume Po sono stati realizzati due Piani di bacino: il Piano relativo al corso principale del Po (PAI fiume Po) e quello relativo al ramo terminale di quest'ultimo, il delta (PAI delta fiume Po). L'entrata in vigore del Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico del Fiume Po - brevemente denominato PAI - adottato con Deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 del 26 aprile 2001 è avvenuta con la pubblicazione, sulla Gazzetta Ufficiale n. 183 dell'8 agosto 2001 del D.P.C.M. del 24 maggio 2001. Il PAI si configura come "piano cornice" che vede la sua attuazione nei Piani redatti dalle amministrazioni locali (Piani territoriali, strumenti urbanistici, Piani di settore); la verifica della compatibilità idraulica e geologica delle scelte territoriali ed urbanistiche, oltre agli eventi idrologici che continuano a manifestarsi nel bacino del Po, si traducono in un continuo aggiornamento del Piano, attraverso varianti ed integrazioni dei contenuti normativi e tecnici.

4.2 PIANO DI GESTIONE RISCHIO ALLUVIONI

Il territorio provinciale per le sue peculiarità altimetriche, morfologiche e climatiche è particolarmente complesso, soprattutto per quanto riguarda gli aspetti idraulici. La Provincia di Ferrara è infatti attraversata da importanti corsi d'acqua quali Po, Reno e Panaro oltre che da una fitta rete di canali regimati artificialmente dai consorzi di bonifica, grazie ai quali

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	15 di 47

circa il 40% del territorio viene mantenuto al di sopra del livello medio del mare. Alla luce di quanto sopra esplicitato e nella consapevolezza che per ogni tipologia di rischio vi sono soggetti differenti preposti alla gestione dell'attività ordinaria e straordinaria, si è optato per la redazione di un programma di previsione e prevenzione realizzato per stralci, ciascuno dei quali tratta un rischio diverso.

Relativamente ai rischi di incendio boschivo, industriale e sismico è stato elaborato un unico documento avente i contenuti e validità di Programma Provinciale di Previsione e Prevenzione (PPPP) e di Piano di Emergenza di protezione civile, mentre per la vastità di informazioni e per la complessità delle problematiche connesse al rischio idraulico si è preferito realizzare due documenti distinti, PPPP e Piano. La suddivisione per rischio, come sopra esposta, consentirà una facile consultazione degli elaborati di protezione civile, oltre a rendere più agevole e speditivo l'aggiornamento degli stessi

L'impostazione seguita dall'Autorità di Bacino del fiume Po (distretto padano) per la redazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) consiste nell'individuazione, a partire dalle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (dicembre 2013), di unità territoriali dove le condizioni di rischio potenziale sono particolarmente significative e per le quali è necessaria una gestione specifica dello stesso, dette con un acronimo ARS (Aree a Rischio potenziale Significativo), richiamando la definizione di cui all'art. 5 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010.

Tali ambiti sono articolati in tre livelli in relazione alla rilevanza della criticità e alla complessità degli interventi da mettere in atto e della gestione e valutazione del rischio in corso di evento. I livelli individuati sono:

- il livello distrettuale, a cui corrispondono nodi critici di rilevanza strategica per le situazioni presenti di rischio elevato o molto elevato che coinvolgono insediamenti abitativi e produttivi di grande importanza e le principali infrastrutture e vie di comunicazione. Tale livello è individuato dall'Autorità di bacino del Po e condiviso dalle Regioni e comprende, per la Regione Emilia-Romagna, i seguenti ambiti: Fiume Secchia, Fiume Panaro, Torrente Enza, Torrenti Parma-Baganza, Torrente Arda, Ambito costiero, Po e delta;
- il livello regionale, a cui corrispondono situazioni di rischio elevato e molto elevato per le quali è necessario il coordinamento delle politiche regionali alla scala di sottobacino, individuate dalla Regione Emilia-Romagna in accordo e coordinamento con l'Autorità di Bacino e le altre Regioni del distretto ed oggetto del presente Allegato;
- il livello locale comprendente il sottoinsieme più vasto di tutte le situazioni degli elementi a rischio emersi dalle mappe e/o noti e segnalati dagli Enti gestori e dai Comuni, anche se non necessariamente rappresentati dalle mappe, in relazione al grado di dettaglio e alla scala di analisi propria delle mappe stesse.

La porzione del distretto padano che ricade nel territorio della Regione Emilia-Romagna è caratterizzata, nella sua parte più a nord, tra le pendici della pedecollina (che è limitata dalla via Emilia) e gli argini di Po, in pianura, dalla presenza di una fitta rete di canali artificiali di bonifica che assolvono funzione di scolo, di irrigazione o promiscua. Ai canali si

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	16 di 47

accompagna un sistema complesso di opere, la cui gestione è affidata ai 6 Consorzi di Bonifica che hanno competenza sui rispettivi comprensori (di Piacenza, Parmense, dell'Emilia-Centrale, Burana, della Pianura di Ferrara, Renana, quest'ultimo in piccola parte): si tratta di chiaviche, botti, impianti idrovori, paratie, casse di espansione, bacini, argini, etc. La complessità del sistema è accresciuta dal fatto che la rete è strettamente interconnessa con il reticolo principale e, in alcuni casi, con il reticolo secondario e minore naturale. I canali di bonifica che interessano il territorio regionale, realizzati a cavallo tra il XIX ed il XX secolo con finalità territoriali molto diverse rispetto alle esigenze attuali, risultano sostanzialmente progettati, per lo più, per eventi caratterizzati da tempi di ritorno non superiori a circa 25-50 anni e attraversano, oggi, territori che sono passati nel corso degli anni da un uso tipicamente agricolo a un denso sfruttamento, con presenza di centri e nuclei abitati importanti ed altrettanto importanti realtà produttive e agricole. Per tempi di ritorno superiori ai 50 anni la rete risulta, a meno di alcuni casi, insufficiente in modo generalizzato, con allagamenti diffusi su porzioni molto ampie del territorio e ristagnamenti maggiori nelle zone depresse. Nonostante gli innumerevoli interventi effettuati, l'adeguamento strutturale di tale reticolo idrografico, nella sua complessità, non ha potuto seguire la rapida evoluzione urbanistica degli ultimi 50 anni e si valuta che, salvo alcuni collettori e dorsali principali, la capacità di scolo della rete sia rimasta invariata o addirittura sia diminuita.

La sintesi della mappatura della pericolosità per l'ambito reticolo secondario di pianura (RSP) è riportata nella seguente illustrazione.

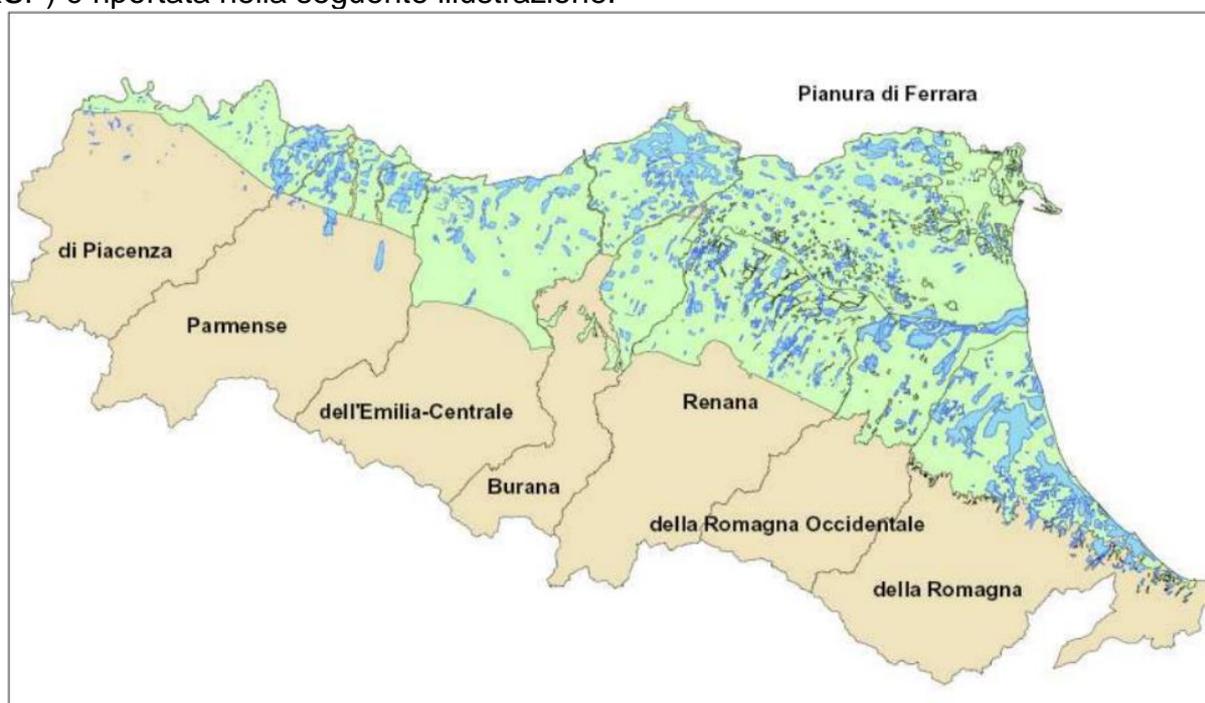


Figura 4-3: Carta delle aree allagate o allagabili nel settore di pianura emiliano-romagnolo interessato dal reticolo idrografico artificiale (in azzurro, le aree caratterizzate da inondazioni frequenti, di tipo F, le poco frequenti (PF) in verde).

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	17 di 47

L'ambito interessato dal progetto è di livello regionale, ricade nel territorio della Regione Emilia-Romagna, ed è denominato Ambito della "Area omogenea pianura – reticolo secondario di bonifica".

All'interno di tale ARS - area omogenea, l'interesse del presente progetto ricade sul bacino Burana – Po di Volano, il cui territorio risulta caratterizzato, dalle analisi effettuate a scala di distretto dall'Autorità di Bacino del fiume Po, da un indice complessivo di rischio particolarmente significativo.

L'Ambito comprende i comprensori di bonifica di pianura su cui ha competenza, tra gli altri, il Consorzio di Bonifica di Ferrara.

Tali aree omogenee sono state identificate considerando prevalentemente le loro peculiarità fisico-ambientali, ponendo particolare attenzione al tipo di risposta idraulica che presentano quando vengono sollecitate dagli scenari definiti nelle mappe di pericolosità. In secondo luogo sono stati considerati gli aspetti legati alla presenza antropica e alla loro distribuzione evidenziati dalla mappatura del rischio (popolazione, beni ambientali e storico-culturali, beni ed attività economiche, etc.). Infine, in relazione alle misure specifiche di preparazione, le aree sono state individuate tenendo in considerazione anche la suddivisione del territorio in zone di allertamento, definite dal sistema di protezione civile come ambiti territoriali che costituiscono la base dell'organizzazione del sistema di allertamento in fase previsionale secondo criteri di natura idrografica, meteorologica, orografica ed amministrativa.

La criticità dell'ambito di bonifica deriva anche dalla sua naturale conformazione attuale. Le aree di pianura sono, come confermano i recenti dati del DTM Lidar (MATTM, 2008, risoluzione 1 punto/m²), zone a scolo e drenaggio difficoltoso, in cui le esondazioni si manifestano con velocità e tiranti idrici modesti, ma interessano amplissime porzioni di territorio con tempi di permanenza dell'acqua raramente inferiori alle 24 ore. Anche i canali di bonifica, come i corsi d'acqua principali, scorrono pensili rispetto al piano di campagna e confluiscono nel reticolo naturale in modo regolato.

Data l'enorme valenza economica delle aree di pianura nel contesto regionale, l'importante funzione assolta dalla rete secondaria di pianura e la criticità intrinseca al sistema, si ritiene fondamentale e strategico affrontare il tema della valutazione e gestione del rischio di alluvione in tale ambito in modo omogeneo e trasversale, senza sostanziali differenze tra distretto padano e quello Appennino settentrionale. In particolare all'interno dell'ARS di pianura così individuata ricadono tre importanti aree idraulicamente distinte: - bacino Burana, area di influenza Nord Reno e area di influenza Ovest Reno, la prima delle quali risulta interessata dagli interventi del presente progetto, e per questo sarà in questa sede oggetto di specifico approfondimento.

4.2.1 Il Bacino Burana - Po di Volano

All'interno dell'area omogenea di pianura, merita una descrizione a sé, in quanto ritenuto caso significativo e meritevole di attenzione, il bacino Burana – Po di Volano, che occupa la porzione sud - est del distretto padano e interessa quasi integralmente la Provincia di Ferrara. Il bacino è composto da due sottobacini: Burana e Po di Volano.

Il primo è limitato ad est dal mare Adriatico, a sud dall'argine sinistro del fiume Reno, facente parte del distretto dell'Appennino Settentrionale, a ovest dal fiume Panaro, a nord dagli argini maestri di Po. Al suo interno scorre anche il Cavo Napoleonico, importante e

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	18 di 47

strategica opera idraulica, avente la funzione di scolare, in caso di necessità, le piene del Reno in Po, sfruttandone un vecchio ramo abbandonato. Il sotto-bacino Burana, posto nel settore ovest del bacino idrografico è, invece, delimitato dai fiumi Secchia e Panaro, rispettivamente ad ovest e ad est, e dal Po a nord, che scorre in tale tratto in Regione Lombardia.

I corsi d'acqua principali del bacino, aventi non solo funzione di regolazione delle piene, ma anche di via navigabile (costituendo, alcuni di essi, l'idrovia ferrarese), sono il Canale Emissario di Burana, il Canale Boicelli, il Po di Primaro, il Po di Volano, il Canale Navigabile, su cui ha competenza il Servizio Tecnico Bacino Po di Volano e della Costa della Regione Emilia. Accanto ai corsi d'acqua cosiddetti "principali", il territorio è caratterizzato da una fitta e capillare rete di canali di bonifica e relative opere idrauliche, la cui gestione è affidata al Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, nel sottobacino Po di Volano, e al Consorzio di Bonifica Burana nella restante parte dell'area. I due sistemi di bonifica sono tra loro interconnessi mediante tre importanti strutture: la Botte Napoleonica, l'impianto Pilastresi, l'impianto Santa Bianca, tutte situate nel Comune di Bondeno, nodo idraulico strategico, chiusura dei bacini di scolo di bonifica tra i fiumi Secchia e Panaro.

Le caratteristiche del bacino Burana – Po di Volano possono essere così sintetizzate:

- è completamente pianeggiante;
- i corsi d'acqua esterni (Po Grande, Po di Goro, Panaro, Reno e Secchia) si presentano pensili;
- i corsi d'acqua interni sono anch'essi pensili sul piano campagna, ma scendono a quote inferiori rispetto ai precedenti;
- il sistema è caratterizzato da una spiccata multifunzionalità;
- molteplici sono le opere idrauliche di regolazione e gestione del sistema;
- il 40% circa del territorio si trova a quote inferiori rispetto al livello medio mare;
- la conformazione altimetrica è in continua evoluzione a causa della subsidenza;
- le piene sono generate prevalentemente da scolo artificiale (> 75%);
- sono presenti al suo interno aree ad elevata valenza ambientale (Parco delta del Po / Valli di Comacchio / Sacca di Goro).

All'interno del bacino insistono nodi idraulici importanti (Valpagliaro, Conca di Pontelagoscuro, Botte Napoleonica, solo per citarne alcuni).

La gestione idraulica del sistema è piuttosto articolata e complessa. Si sottolinea, infatti, che:

- $\frac{3}{4}$ delle immissioni nel reticolo idrografico principale sono regolate;
- molteplici sono le interazioni con il reticolo scolante della bonifica
- è necessaria una attenta gestione delle manovre idrauliche, considerati i tempi di risposta del sistema.

A ciò si aggiunge il fatto che, come già accennato, all'interno del bacino convivono e coesistono diverse funzioni: non solo la navigazione, lo scolo e l'irrigazione, ma anche importanti attività legate alla valenza ambientale del territorio e all'uso ricreativo. A tale

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	19 di 47

mosaico di usi corrisponde un altrettanto complessa rete di Enti aventi diverse competenze: l'Agencia Interregionale per il Po (AIPO) per la parte di navigazione (di cui ha competenza esclusiva), di scolo e irrigua (accanto ai Consorzi di Bonifica); il Servizio Tecnico di Bacino regionale, gestore della rete principale del bacino sopra elencata; l'Ente parco, la Provincia, i Comuni, le Associazioni per gli usi ricreativi e ambientali.

Tale quadro implica la necessità da un lato di attivare protocolli di intesa tra enti per la gestione del sistema e, in particolare, delle emergenze, dall'altro di poter disporre di attendibili modelli previsionali meteo e idrologici e di modelli idraulici di propagazione delle piene.

Oltre ai problemi derivanti, inoltre, dalle precipitazioni localizzate sul bacino e dalla conseguente incapacità del reticolo di bonifica di veicolarle, può verificarsi il caso di sormonto e/o rottura arginale dei corsi d'acqua naturali che fanno da confine al comprensorio.

L'analisi delle criticità viene effettuata evidenziando i macro temi prevalenti e riassunta per ciascuna delle ARS individuate nelle tabelle seguenti.

ARS "AREA OMOGENEA PIANURA - RETICOLO SECONDARIO DI BONIFICA"	
Caratteristica	CRITICITA'
Territorio sub-pianeggiante con modalità di inondazione per celle idrauliche delimitate da rilevati e messe in comunicazione attraverso varchi o per sormonto dei rilevati. Funzionamento a "serbatoi in cascata".	Evoluzione spaziale e temporale e intensità delle possibili inondazioni influenzata da molti fattori anche contingenti, necessità di approfondimento del tema per il miglioramento delle misure di prevenzione, protezione, preparazione e reazione.
Elevata densità antropica con alta concentrazione di infrastrutture e attività di rilevanza economica e sociale. Il sistema viario principale (stradale e ferroviario) di collegamento Nord -Sud Italia ricade in questo territorio.	Elementi esposti numerosi e diffusi.
Alta percentuale di territorio urbanizzato e territorio agricolo che utilizza nuovi sistemi di drenaggio.	Diminuzione della capacità di ritenzione delle acque con diminuzione dei tempi di corrivazione alla rete scolante artificiale e naturale e aumento dei picchi di piena.
Porzione sud e mediana dell'area soggetta negli ultimi 60 anni a forte subsidenza.	Alterazione delle pendenze corsi d'acqua che agisce negativamente sulle prestazioni di trasferimento delle piene.
Presenza di una complessa rete di canali di bonifica e relative opere (casce di espansione, impianti idrovori, chiaviche, etc).	Condizioni di criticità e vulnerabilità idraulica in molti tratti. Officiosità idraulica variabile e in molti tratti insufficiente a transitare le piene trentennali, in quasi tutti insufficiente per le piene duecentennali.
BACINO BURANA – PO DI VOLANO	
Caratteristica	CRITICITA'
Presenza di una complessa rete di corsi d'acqua e di canali di bonifica tra loro	Gestione del sistema complessa e articolata. Sistema multifunzione.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	20 di 47

interconnessi e relative opere (casse di espansione, impianti idrovori, chiaviche, etc)	Rischio residuale. Rischio per crisi interna.
--	--

Tabella 4-2: Caratteristiche e Criticità dell'Area Omogenea Pianura

A completamento del quadro conoscitivo si riportano di seguito le principali illustrazioni recanti lo schema del reticolo principale e delle opere idrauliche e le caratteristiche altimetriche del bacino Burana – Po di Volano, nelle quali si evidenzia l'indicazione della posizione del sito di progetto.

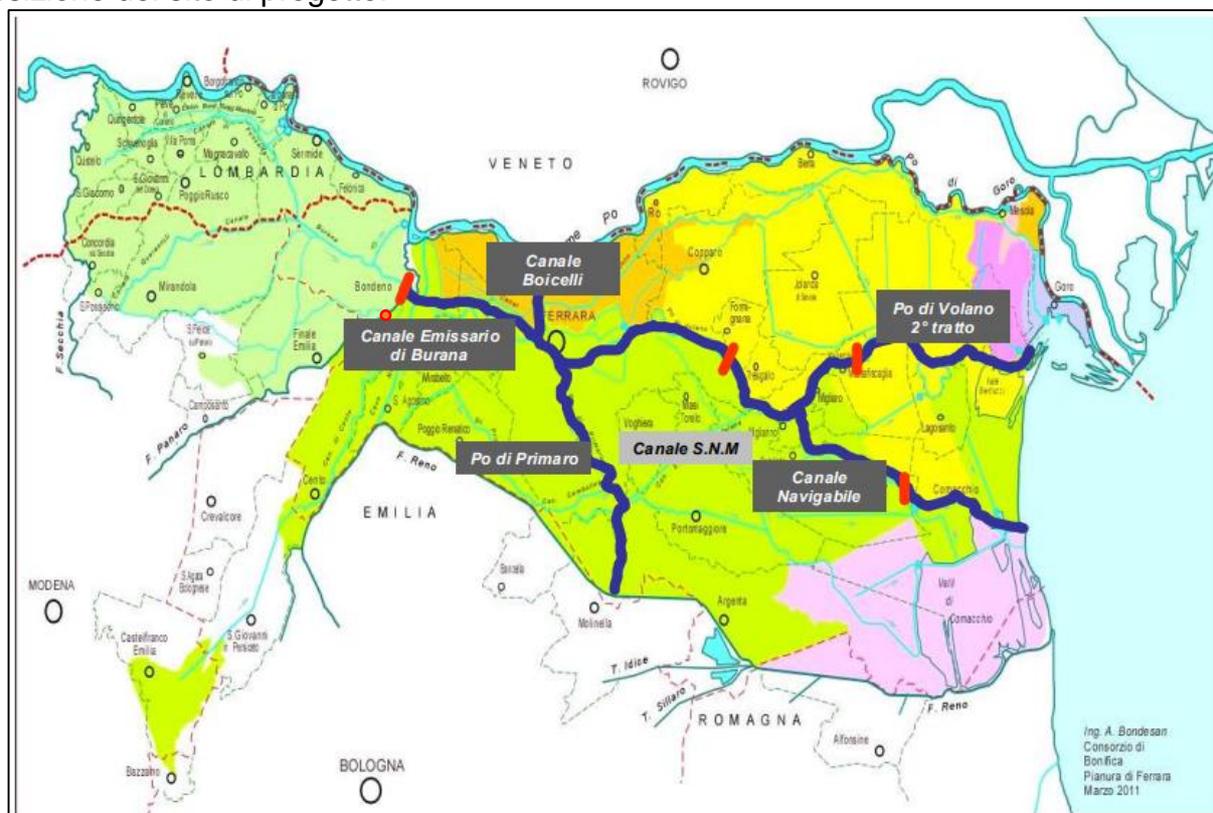


Figura 4-4: Bacino Burana – Po di Volano: reticolo principale

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev. 0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag. 21 di 47

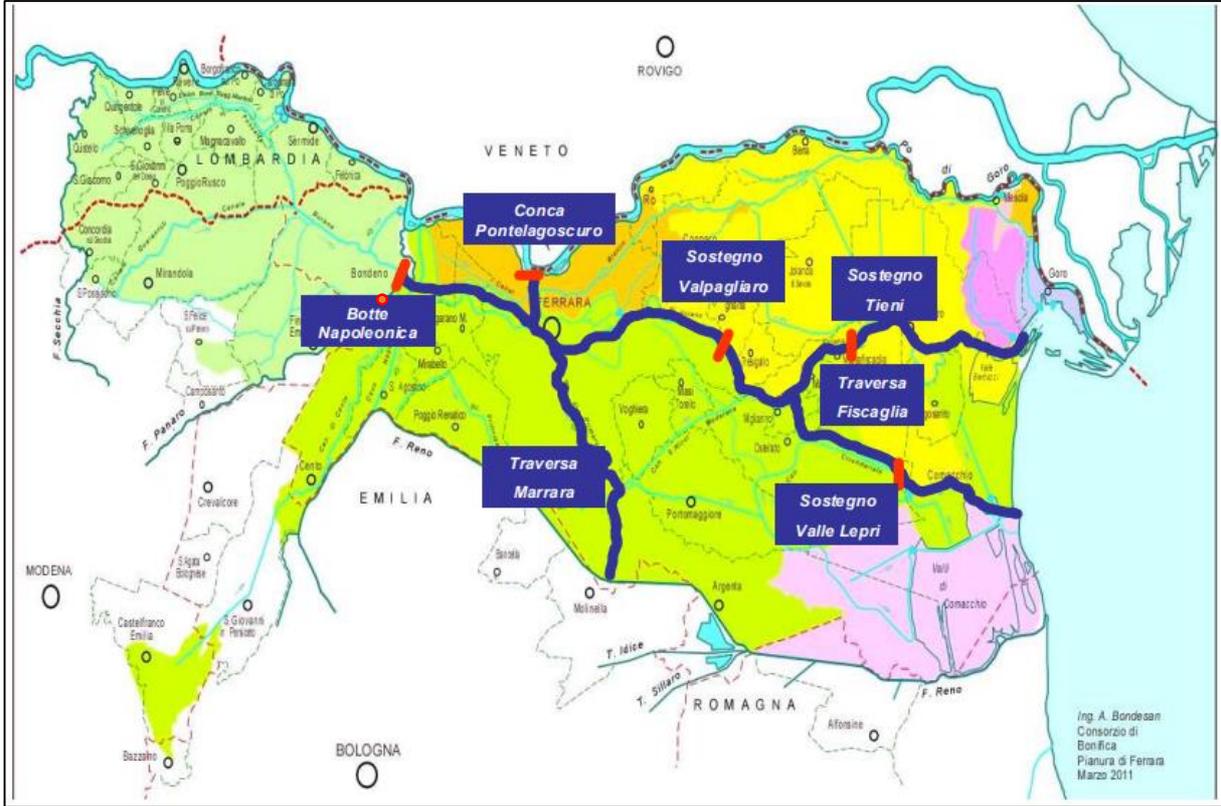


Figura 4-5: Bacino Burana – Po di Volano: principali manufatti idraulici

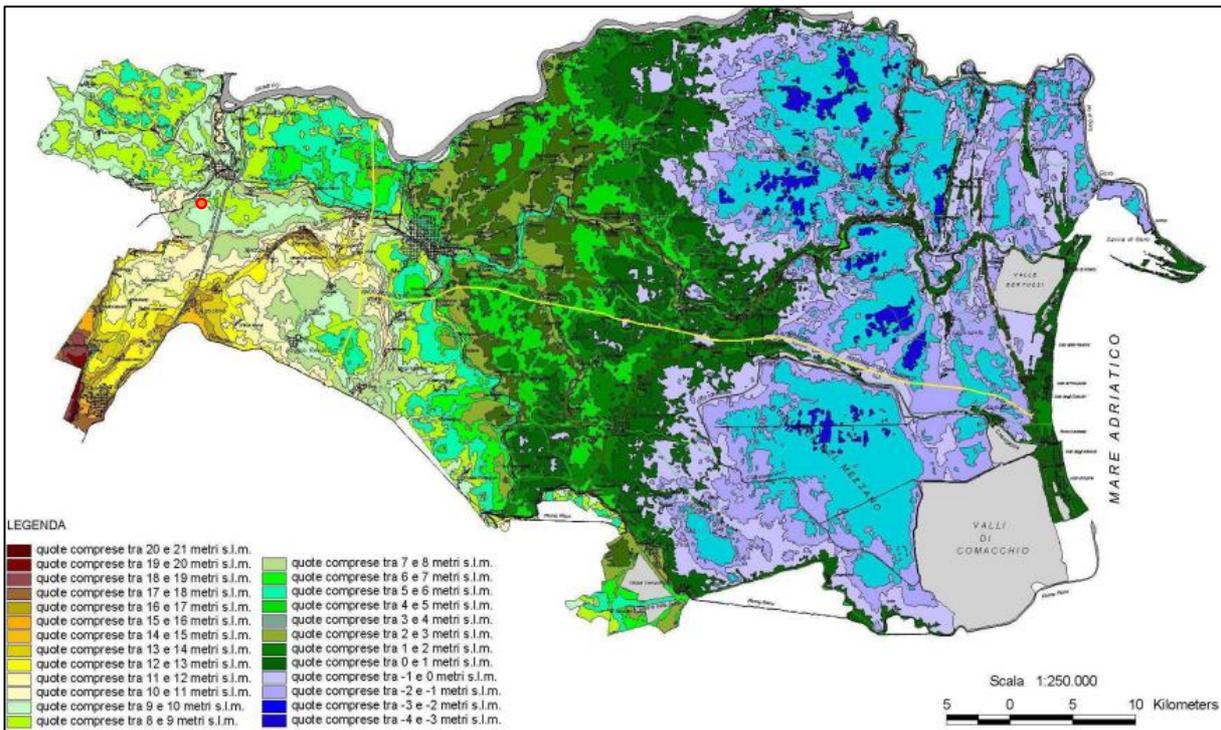


Figura 4-6: Bacino Burana – Po di Volano: altimetria

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev. 0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag. 22 di 47

A completamento del quadro conoscitivo si riportano di seguito alcuni stralci delle illustrazioni recanti la classificazione della pericolosità nell'area di interesse del bacino Burana – Po di Volano, nelle quali si evidenzia l'indicazione della posizione del sito di progetto.

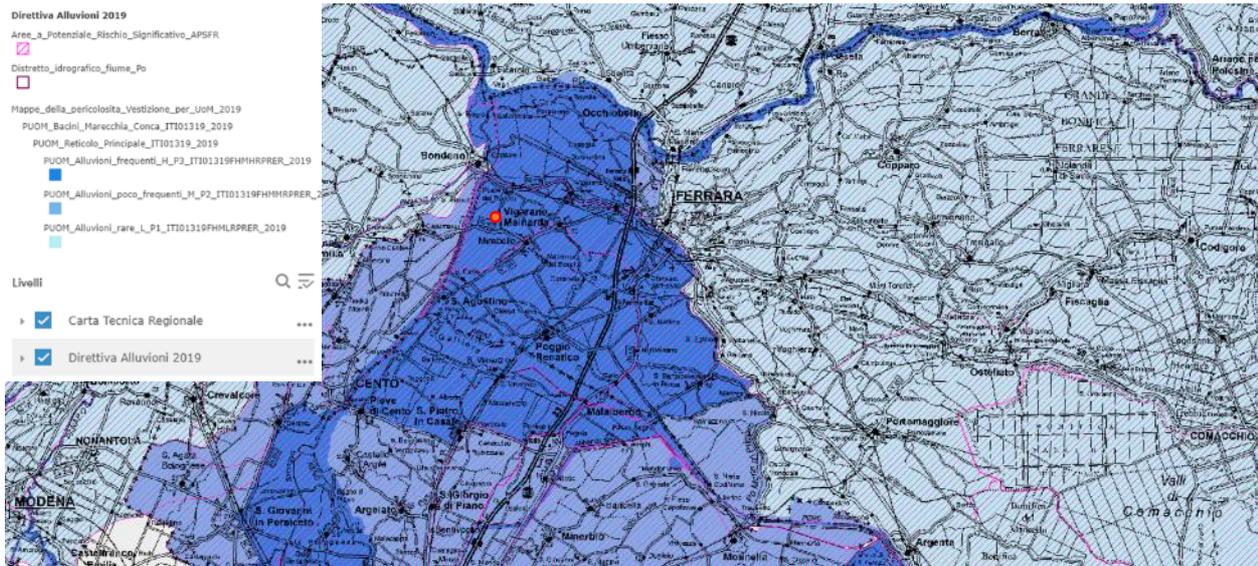


Figura 4-7: Tavola della pericolosità idraulica – L'intervento ricade in area P3

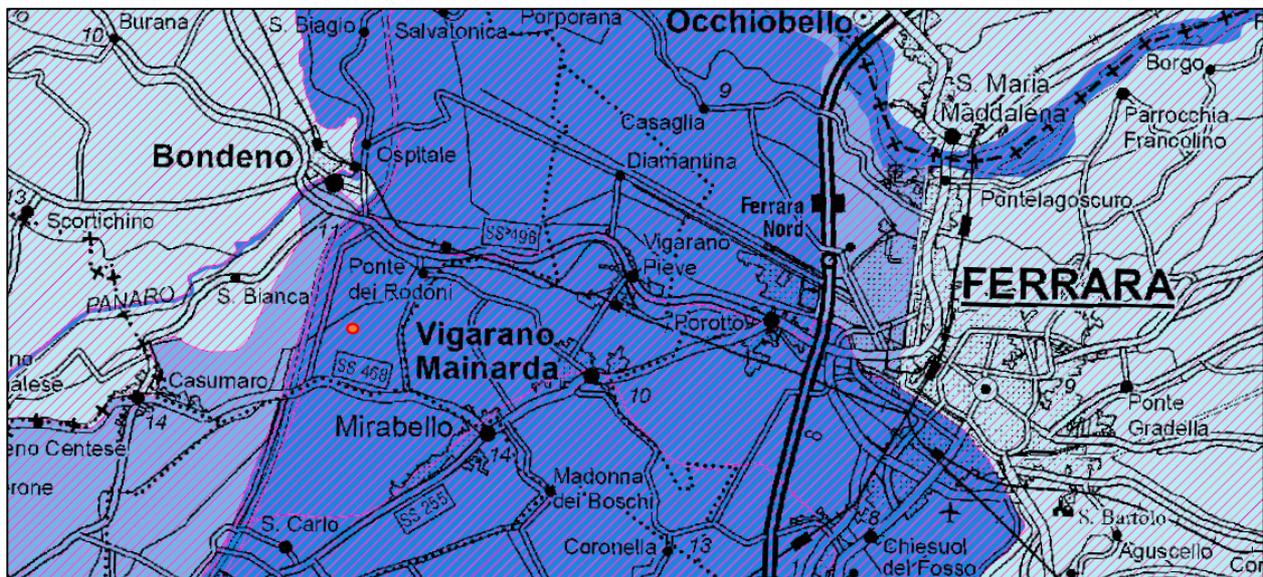


Figura 4-8: Tavola della pericolosità idraulica (Maggior Dettaglio) – L'intervento ricade in area P3

Le fasce di territorio di alta vulnerabilità con probabilità di inondazione corrispondente a piene con tempi di ritorno inferiore a 50 anni e le fasce ripariali e arginali sono sottoposte a una serie di prescrizioni le quali costituiscono misure di tutela per la difesa dai fenomeni alluvionali.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	23 di 47

Tali fasce sono assimilabili alla Fasce di deflusso A descritte nel Norme di Attuazione del PAI del Fiume Po, per le quali valgono le seguenti prescrizioni dettate dall'Art. 29 "*Fascia di deflusso della piena (Fascia A)*".

1. Nella Fascia A il Piano persegue l'obiettivo di garantire le condizioni di sicurezza assicurando il deflusso della piena di riferimento, il mantenimento e/o il recupero delle condizioni di equilibrio dinamico dell'alveo, e quindi favorire, ovunque possibile, l'evoluzione naturale del fiume in rapporto alle esigenze di stabilità delle difese e delle fondazioni delle opere d'arte, nonché a quelle di mantenimento in quota dei livelli idrici di magra.
2. Nella Fascia A sono vietate:
 - a. le attività di trasformazione dello stato dei luoghi, che modifichino l'assetto morfologico, idraulico, infrastrutturale, edilizio, fatte salve le prescrizioni dei successivi articoli;
 - b. la realizzazione di nuovi impianti di smaltimento e di recupero dei rifiuti, l'ampliamento degli stessi impianti esistenti, nonché l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti, così come definiti dal D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. l);
 - c. la realizzazione di nuovi impianti di trattamento delle acque reflue, nonché l'ampliamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue, fatto salvo quanto previsto al successivo comma 3, let. m);
 - d. le coltivazioni erbacee non permanenti e arboree, fatta eccezione per gli interventi di bioingegneria forestale e gli impianti di rinaturazione con specie autoctone, per una ampiezza di almeno 10 m dal ciglio di sponda, al fine di assicurare il mantenimento o il ripristino di una fascia continua di vegetazione spontanea lungo le sponde dell'alveo inciso, avente funzione di stabilizzazione delle sponde e riduzione della velocità della corrente; le Regioni provvederanno a disciplinare tale divieto nell'ambito degli interventi di trasformazione e gestione del suolo e del soprassuolo, ai sensi dell'art. 41 del D.Lgs. 11 maggio 1999, n. 152 e successive modifiche e integrazioni, ferme restando le disposizioni di cui al Capo VII del R.D. 25 luglio 1904, n. 523;
 - e. la realizzazione di complessi ricettivi all'aperto;
 - f. il deposito a cielo aperto, ancorché provvisorio, di materiali di qualsiasi genere.
3. Sono per contro consentiti:
 - a. i cambi colturali, che potranno interessare esclusivamente aree attualmente coltivate;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	24 di 47

- b. gli interventi volti alla ricostituzione degli equilibri naturali alterati e alla eliminazione, per quanto possibile, dei fattori incompatibili di interferenza antropica;
 - c. le occupazioni temporanee se non riducono la capacità di portata dell'alveo, realizzate in modo da non arrecare danno o da risultare di pregiudizio per la pubblica incolumità in caso di piena;
 - d. i prelievi manuali di ciottoli, senza taglio di vegetazione, per quantitativi non superiori a 150 m³ annui;
 - e. la realizzazione di accessi per natanti alle cave di estrazione ubicate in golena, per il trasporto all'impianto di trasformazione, purché inserite in programmi individuati nell'ambito dei Piani di settore;
 - f. i depositi temporanei conseguenti e connessi ad attività estrattiva autorizzata ed agli impianti di trattamento del materiale estratto e presente nel luogo di produzione da realizzare secondo le modalità prescritte dal dispositivo di autorizzazione;
 - g. il miglioramento fondiario limitato alle infrastrutture rurali compatibili con l'assetto della fascia;
 - h. il deposito temporaneo a cielo aperto di materiali che per le loro caratteristiche non si identificano come rifiuti, finalizzato ad interventi di recupero ambientale comportanti il ritombamento di cave;
 - i. il deposito temporaneo di rifiuti come definito all'art. 6, comma 1, let. m), del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22;
 - j. l'esercizio delle operazioni di smaltimento e recupero dei rifiuti già autorizzate ai sensi del D.Lgs. 5 febbraio 1997, n. 22 (o per le quali sia stata presentata comunicazione di inizio attività, nel rispetto delle norme tecniche e dei requisiti specificati all'art. 31 dello stesso D.Lgs. 22/1997) alla data di entrata in vigore del Piano, limitatamente alla durata dell'autorizzazione stessa. Tale autorizzazione può essere rinnovata fino ad esaurimento della capacità residua derivante dalla autorizzazione originaria per le discariche e fino al termine della vita tecnica per gli impianti a tecnologia complessa, previo studio di compatibilità validato dall'Autorità competente. Alla scadenza devono essere effettuate le operazioni di messa in sicurezza e ripristino del sito, così come definite all'art. 6 del suddetto decreto legislativo;
 - k. l'adeguamento degli impianti esistenti di trattamento delle acque reflue alle normative vigenti, anche a mezzo di eventuali ampliamenti funzionali.
4. Per esigenze di carattere idraulico connesse a situazioni di rischio, l'Autorità idraulica preposta può in ogni momento effettuare o autorizzare tagli di controllo della vegetazione spontanea eventualmente presente nella Fascia A.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	25 di 47

5. Gli interventi consentiti debbono assicurare il mantenimento o il miglioramento delle condizioni di drenaggio superficiale dell'area, l'assenza di interferenze negative con il regime delle falde freatiche presenti e con la sicurezza delle opere di difesa esistenti.

L'intervento in oggetto non pregiudica ne altera in modo significativo le condizioni ambientali. Non si determina pertanto un aumento del rischio idraulico. Le condizioni di deflusso restano pressoché invariate, così come le prestazioni complessive del bacino.

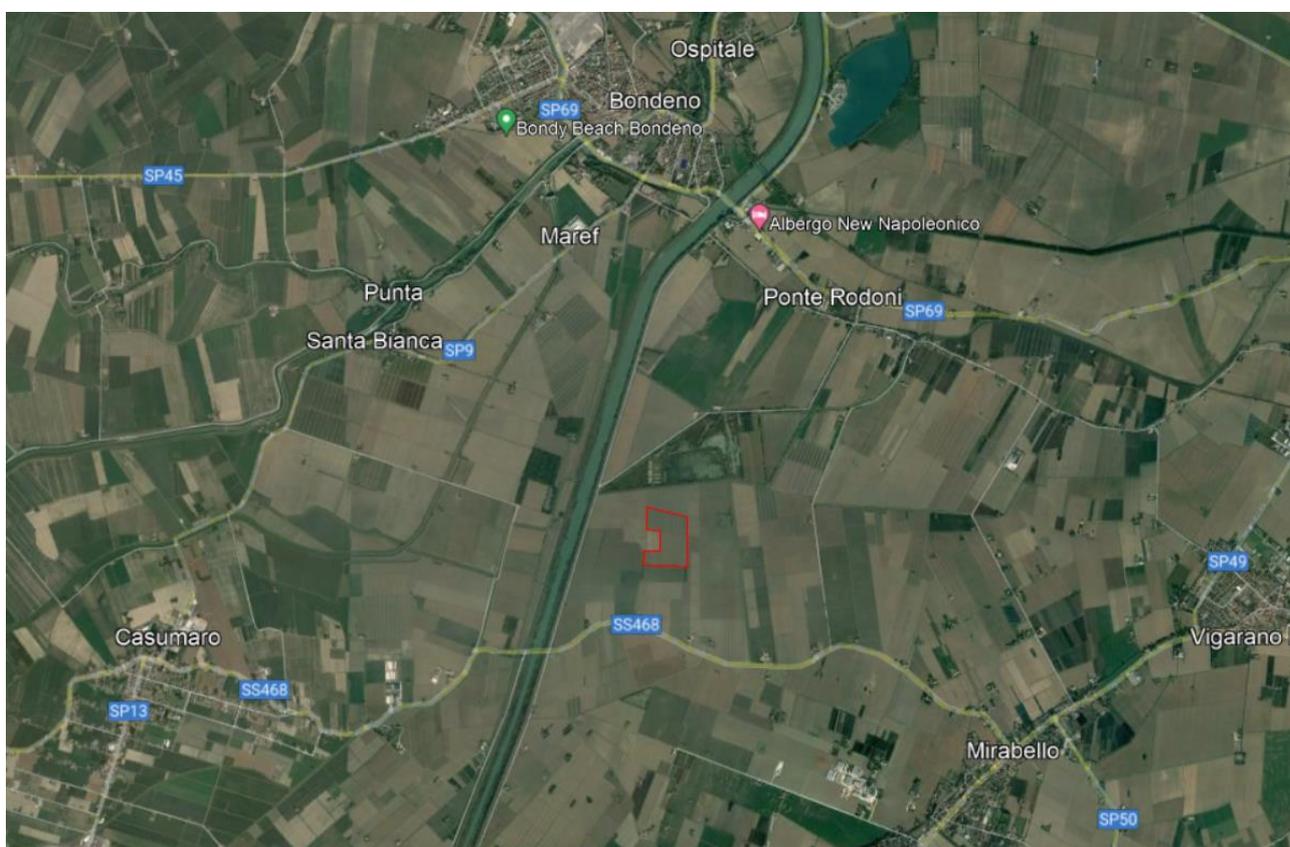


Figura 4-9: Ortofoto area di intervento

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	26 di 47

5 STUDIO IDROLOGICO AREA NUOVO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

In questo paragrafo si riportano le basi per il dimensionamento del sistema di drenaggio superficiale dell'area di intervento.

Lo studio idrologico-idraulico è stato articolato secondo i seguenti punti:

- Identificazione delle aree scolanti e del coefficiente di deflusso ottenuto mediante una media ponderata;
- Determinazione delle Linee Segnaletiche di Possibilità Pluviometriche (LSP) per un tempo di ritorno pari a 25 anni;
- Determinazione della precipitazione di progetto avente una durata superiore al tempo di corrvazione del bacino sotteso dall'invaso;
- Stima dei volumi di progetto.

5.1 SCELTA DEL TEMPO DI RITORNO

L'evento di pioggia di progetto alla base dei calcoli idrologici e della simulazione/dimensionamento idraulico è scelto in base al concetto di tempo di ritorno.

Il periodo di ritorno di un evento, definito anche come "tempo di ritorno", è il tempo medio intercorrente tra il verificarsi di due eventi successivi di entità uguale o superiore ad un valore di assegnata intensità o , analogamente, è il tempo medio in cui un valore di intensità assegnata viene uguagliato o superato almeno una volta.

Oltre al concetto di tempo di ritorno vi è poi la probabilità che un evento con tempo di ritorno T si realizzi in N anni:

$$P = 1 - (1 - 1/T)^N$$

Il grafico riportato di seguito esprime il rischio di superare l'evento con tempo di ritorno T durante N anni.

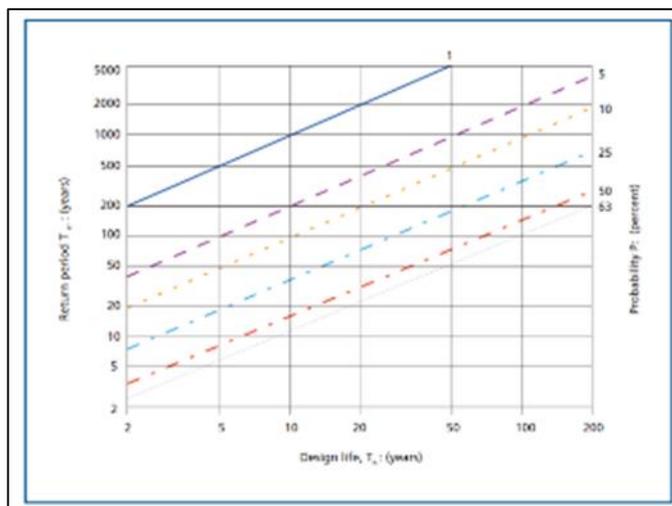


Figura 5-1: Probabilità di superamento di un evento con un determinato tempo di ritorno T durante N anni

La durata della vita utile dell'impianto fotovoltaico in oggetto è assunta pari a 30 anni.

Il tempo di ritorno per il calcolo della precipitazione di progetto è stato assunto pari a 25 anni.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	27 di 47

5.2 ANALISI PROBABILISTICA DELLE PRECIPITAZIONI

Nell'analisi idrologica si sono regionalizzate le grandezze "piogge estreme di assegnata durata e tempo di ritorno" e "portate massime di piena di assegnato tempo di ritorno", sulla base dell'analisi statistica dei dati disponibili nel sito dell'ARPAE e del Consorzio di Bonifica di Ferrara, e gli annali del Servizio Idrografico Italiano.

L'approccio si basa sull'ipotesi di omogeneità idrologica della regione nella quale i dati riferiti a pochi punti possono essere estesi anche ad altri punti privi di misure dirette.

Lo studio delle piogge è stato affrontato applicando il metodo suggerito dal "Rapporto di sintesi sulla valutazione delle piene in Italia" in particolare dalla "Sintesi del rapporto regionale per i compartimenti di Bologna, Pisa, Roma e zona Emiliana del bacino del Po

Le analisi statistiche applicabili sono state applicate sia seguendo un approccio di tipo regionale, utilizzando tutte le informazioni disponibili sul territorio, sia utilizzando i massimi annui di precipitazione per le brevi durate, allo scopo di ottenere una migliore caratterizzazione delle portate al colmo di piena anche nei bacini di piccolo-medie dimensioni.

Fine ultimo dell'analisi statistica è la definizione delle Linee Segnalatrici di Possibilità Pluviometrica (LSPP), le quali consentono di disegnare, per una determinata durata e per un assegnato tempo di ritorno, un evento di precipitazione di progetto.

La definizione delle LSPP passa attraverso una serie di step necessari alla definizione dei parametri necessari alla caratterizzazione statistica delle precipitazioni.

5.3 BASE DATI UTILIZZATA

5.3.1 Pluviometria

L'area interessata dagli studi, Fig. 5.1, comprende i bacini idrografici affluenti in destra Po compresi tra lo Scrivia ed il Panaro (Ufficio Idrografico del Po di Parma), i bacini idrografici con foce in Adriatico compresi tra il fiume Reno ed il fiume Tronto (Compartimento SIMN di Bologna), nonché quelli con foce in Tirreno tra il Serchio e l'Albegna (Compartimento SIMN di Pisa) e tra il Marta a Nord ed il Tevere a Sud (Compartimento SIMN di Roma).

La rete pluviometrica cui si è fatto riferimento risulta composta da 1556 stazioni di misura con numerosità variabile da 1 a 72 anni, per 540 delle quali sono disponibili anche le osservazioni relative ai massimi annuali delle altezze di pioggia di durata inferiore al giorno, con numerosità variabile da 1 a 62 anni.

L'analisi statistica è stata condotta sulle stazioni con almeno 30 anni di osservazione, individuando così 792 stazioni di misura della precipitazione giornaliera (numerosità media campionaria 48 anni) e 240 delle piogge di durata 1-24 ore (numerosità media campionaria di 43 anni).

5.3.2 Idrometria

L'area interessata riguarda unicamente il territorio di competenza del SIMN di Bologna, nel cui ambito sono stati ricavati i dati relativi a 27 stazioni idrometrografiche per le quali è stato possibile reperire almeno 15 anni di registrazioni delle portate al colmo e delle portate giornaliere massime annue. Per 12 sezioni di misura stati inoltre recuperati almeno 10 anni di valori del massimo annuale della portata media su intervalli di assegnata durata.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	28 di 47

5.4 LEGGI DI VARIAZIONE DEI COEFFICIENTI PROBABILISTICI DI CRESCITA KT CON IL PERIODO DI RITORNO

5.4.1 Piogge giornaliere

L'analisi pluviometrica inizialmente svolta da Franchini e Galeati [1994] in riferimento al compartimento SIMN di Bologna ha portato all'identificazione di 2 sotto zone omogenee (SZO), una zona costiera ed una zona appenninica, la cui omogeneità in senso statistico è stata confermata in un successivo studio da Brath et al. [1998]. Tale studio, come già precedentemente ricordato, si estende anche ai bacini idrografici di competenza dei SIMN di Pisa e Roma. Esso ha portato alla identificazione nell'ambito delle regioni Toscana, Umbria e Lazio di due ulteriori SZO: la prima include la zona tirrenica costiera e parte della vallata del Tevere, mentre la seconda i contrafforti appenninici lungo il versante tirrenico. Un più recente studio, che integra i precedenti dati pluviometrici con quelli relativi ai bacini idrografici in destra Po compresi tra lo Scrivia e il Panaro (cfr. Brath e Franchini, 1999), ha infine condotto ad una leggera modifica nella suddivisione delle 2 SZO omogenee individuate sul versante adriatico ed alla delimitazione di 3 ulteriori SZO nel territorio di competenza dell'Ufficio Idrografico del Po di Parma.

L'intero territorio indagato risulta in definitiva suddiviso in 7 SZO omogenee nei confronti delle precipitazioni intense, visualizzate in Figura 5-2, le cui curve di crescita, che determinano in maniera univoca la relazione fra periodo di ritorno T e valore del coefficiente probabilistico di crescita KT:

$$T = \frac{1}{1 - F_K(k)} = \frac{1}{1 - \exp(-\Lambda_1 e^{-\eta k} - \Lambda_* \Lambda_1^{1/\theta_*} e^{-\eta k/\theta_*})}$$

risultano completamente definite dai parametri riportati in Tabella 5-1.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	29 di 47

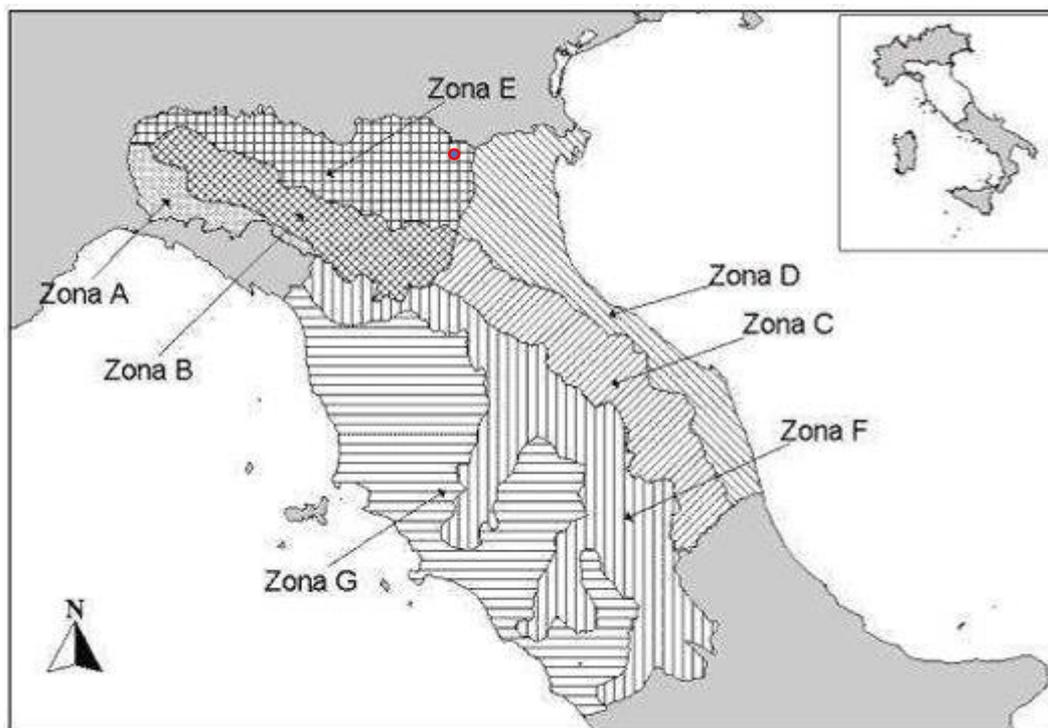


Figura 5-2: suddivisione territorio in 7 sottozone omogenee

Per un agevole utilizzo operativo delle curve di crescita occorrerebbe disporre della forma inversa della formula per il calcolo di T, tramite la quale, fissato il valore T del periodo di ritorno di interesse, ricavare il corrispondente valore del coefficiente di crescita KT. Poiché per la distribuzione TCEV tale relazione non è analiticamente ottenibile, nella Tabella 5-2 sono riportati i valori di KT ottenuti numericamente dall'equazione per i valori del periodo di ritorno di maggior interesse pratico.

Sottozona	Λ^*	θ^*	Λ_1	η
A	0.109	2.361	24.70	4.001
B	1.528	1.558	39.20	5.335
C	1.528	1.558	25.70	4.913
D	0.361	2.363	29.00	4.634
E	0.044	3.607	30.45	4.135
F	0.144	2.042	33.03	4.321
G	0.221	3.322	30.78	4.628

Tabella 5-1: Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge giornaliere nelle 7 SZO

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	30 di 47

T (anni)	2	5	10	20	25	40	50	100	200	500	1000
SZO A	0.93	1.24	1.46	1.70	1.78	1.95	2.04	2.34	2.68	3.18	3.57
SZO B	1.01	1.30	1.51	1.71	1.77	1.90	1.97	2.17	2.37	2.63	2.83
SZO C	1.01	1.33	1.55	1.77	1.84	1.98	2.05	2.27	2.48	2.77	2.99
SZO D	0.87	1.19	1.44	1.72	1.82	2.02	2.13	2.45	2.79	3.23	3.57
SZO E	0.93	1.22	1.43	1.64	1.72	1.89	1.98	2.32	2.78	3.53	4.13
SZO F	0.93	1.23	1.43	1.65	1.72	1.87	1.95	2.20	2.47	2.86	3.17
SZO G	0.88	1.22	1.50	1.87	2.01	2.32	2.47	2.96	3.46	4.12	4.61

Tabella 5-2: Valori del coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge giornaliere, per i valori del periodo

Nelle pratiche approssimazioni, è possibile anche fare riferimento ad una espressione semplificata del tipo:

$$K_T = \left(\frac{\theta_* \text{Ln } \Lambda_*}{\eta} + \frac{\text{Ln } \Lambda_1}{\eta} \right) + \frac{\theta_*}{\eta} \text{Ln } T$$

che, sostituendo gli opportuni valori dei parametri, conduce alle seguenti espressioni approssimanti, il cui uso comporta comunque per periodi di ritorno superiori a 50 anni errori sempre inferiori al 10%:

$$\text{SZO A: } K_T = -0.5064 + 0.590 \text{Ln } T$$

$$\text{SZO B: } K_T = 0.8115 + 0.292 \text{Ln } T$$

$$\text{SZO C: } K_T = 0.7952 + 0.317 \text{Ln } T$$

$$\text{SZO D: } K_T = 0.2071 + 0.510 \text{Ln } T$$

$$\text{SZO E: } K_T = -1.8986 + 0.872 \text{Ln } T$$

$$\text{SZO F: } K_T = -0.1064 + 0.473 \text{Ln } T$$

$$\text{SZO G: } K_T = 0.3431 + 0.718 \text{Ln } T$$

5.4.2 Piogge brevi

Le analisi dei massimi annuali delle piogge brevi (1-24 ore) rilevati alle 240 stazioni di misura disponibili hanno evidenziato che l'ipotesi solitamente assunta di un fattore probabilistico di crescita K_T costante al variare della durata di pioggia non risulta soddisfatto in 5 delle 7 SZO. Basandosi sia su risultati di carattere statistico sia su considerazioni legate alla applicabilità, quali limitare il numero di parametri di stima e porsi comunque, nei casi incerti, in condizioni conservative, in queste 5 SZO sono stati stimati, per le diverse durate, tutti o alcuni dei parametri descrittivi delle relative curve di crescita. I parametri ottenuti sono riportati in Tabella 5-3

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	31 di 47

La stima dei corrispondenti valori di K_T può essere dedotta dalla equazione di T oppure mediante le espressioni approssimanti riportate al paragrafo precedente, caratterizzate da un errore di stima inferiore al 10% per T maggiore di 50 anni.

L'esame della Tabella 5-3 evidenzia che per le SZO B, C ed E, il parametro di scala Λ_1 aumenta con l'aumentare della durata: questo implica che, a parità di parametri di forma e di periodo di ritorno, il coefficiente probabilistico di crescita K_T per le piogge di breve durata è superiore a quello mostrato nella Tabella 5-2 per le piogge giornaliere. Al contrario, nelle SZO F e G, l'uso dei valori di K_T riportati in Tabella 5-2 risulta leggermente conservativo.

Sottozona	Λ_*	θ_*	Λ_1	η	durata (ore)
A	0.109	2.361	24.70	4.001	Tutte
B	1.528	1.558	13.65	4.280	1
			19.35	4.629	3
			26.20	4.932	6
			39.20	5.335	≥12 e 1g
C	1.528	1.558	13.65	4.280	1
			14.70	4.354	3
			20.25	4.674	6
			25.70	4.913	≥12 e 1g
D	0.361	2.363	29.00	4.634	Tutte
E	0.044	3.607	13.60	3.329	1
			19.80	3.704	3
			23.65	3.882	6
			30.45	4.135	≥ 12 e 1g
F	0.073	1.406	21.01	3.713	1
	0.144	2.042	33.03	4.321	≥ 3 e 1g
G	0.131	1.820	16.28	3.571	1
	0.770	2.391	24.71	5.140	3
	0.380	2.592	26.21	4.633	6
	0.303	2.799	30.01	4.680	12
	0.221	3.322	30.78	4.628	24 e 1g

Tabella 5-3: Parametri della distribuzione di probabilità dei massimi annuali delle piogge di durata 1-24 ore nelle 7

5.4.3 Precipitazione indice

Per ottenere il valore della precipitazione indice di durata d cui fare riferimento per calcolare il valore della precipitazione di assegnata durata e tempo di ritorno per la regione in esame si propone l'utilizzo di una formulazione analoga alla classica curva di possibilità climatica del tipo:

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	32 di 47

$$m(h_d) = m(h_1) \cdot d^{-n}$$

$$n = (\ln[m(h_g)] - \ln[m(h_1)] - \ln r) / \ln 24$$

in cui:

- $m(h_d)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione di durata d (ore)
- $m(h_g)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione giornaliera;
- $m(h_1)$ = media del massimo annuale dell'altezza puntuale di precipitazione in 1 ora;
- $r = m(h_g) / m(h_{24}) = 0.89$ nella regione esaminata.

Per una pratica applicazione delle equazioni, vengono fornite le mappe isoparametriche di $m(h_1)$ e di $m(h_g)$ per l'intero territorio di indagine (vedi Brath e Franchini [1999] per le SZO A, B, C, D, E, e Brath et al. [1998] per le SZO G e F).

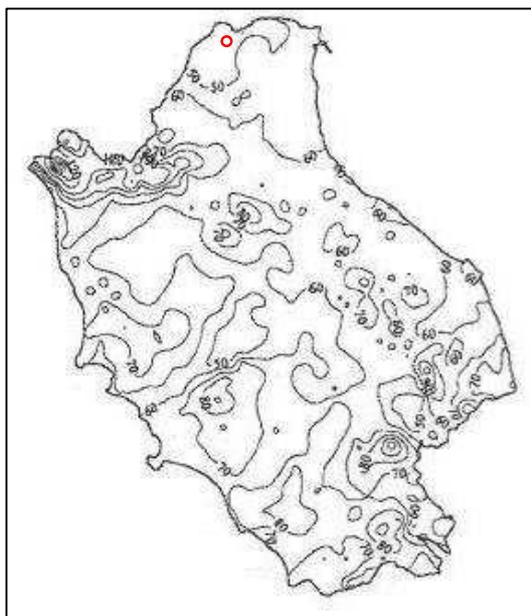


Figura 5-3: Mappa delle isolinee relative al parametro $m(h_g)$

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	33 di 47

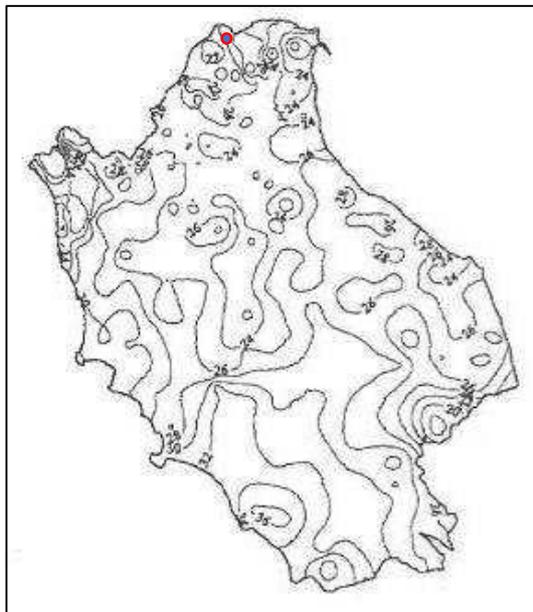


Figura 5-4: Mappa delle isolinee relative al parametro $m(h_1)$.

La stima dell'altezza di precipitazione puntuale di durata d e tempo di ritorno T si ottiene moltiplicando il fattore di crescita opportuno, da selezionare fra quelli indicati in Tabella 5-2, per la precipitazione indice di cui sopra.

5.4.4 Piogge areali

La precipitazione areale di durata d (ore) relativa ad una superficie S (km²) si ottiene moltiplicando la corrispondente altezza di precipitazione puntuale, valutata nel baricentro del bacino considerato, per il coefficiente $ARF(S,d)$. Tale coefficiente viene espresso come:

$$ARF(S,d) = 1 - (1 - \exp(c_1 \cdot S)) \cdot \exp(c_2 \cdot d^{c_3})$$

I coefficienti c_1 , c_2 e c_3 , sono stati stimati con riferimento ad un'area rappresentata dal bacino del fiume Reno chiuso a Casalecchio ($S=1051$ km²), utilizzando 5 anni di dati di precipitazioni orarie rilevate in 30 stazioni pluviografiche. I valori dei tre coefficienti sono:

- $c_1=0.01298$
- $c_2=0.67$
- $c_3=0.33$

5.5 STIMA PRECIPITAZIONI

In definitiva la stima di $m(hd)$ nel generico punto di interesse si riconduce a quella di m_g e m_1 , che può essere effettuata sulla base delle carte ad isolinee in formato vettoriale, rappresentate in Figura 5-3 e Figura 5-4. Per tutto il territorio comprendente i bacini in esame sono stati valutati i seguenti valori dei parametri m_1 e m_g :

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev. 0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag. 34 di 47

m(h1)	m(hg)
26	50

Tabella 5-4: Valori dei parametri m_1 e m_g adottati nel presente studio.

Sulla base degli studi sopra riportati si ottengono le seguenti curve di possibilità pluviometrica per l'area in progetto:

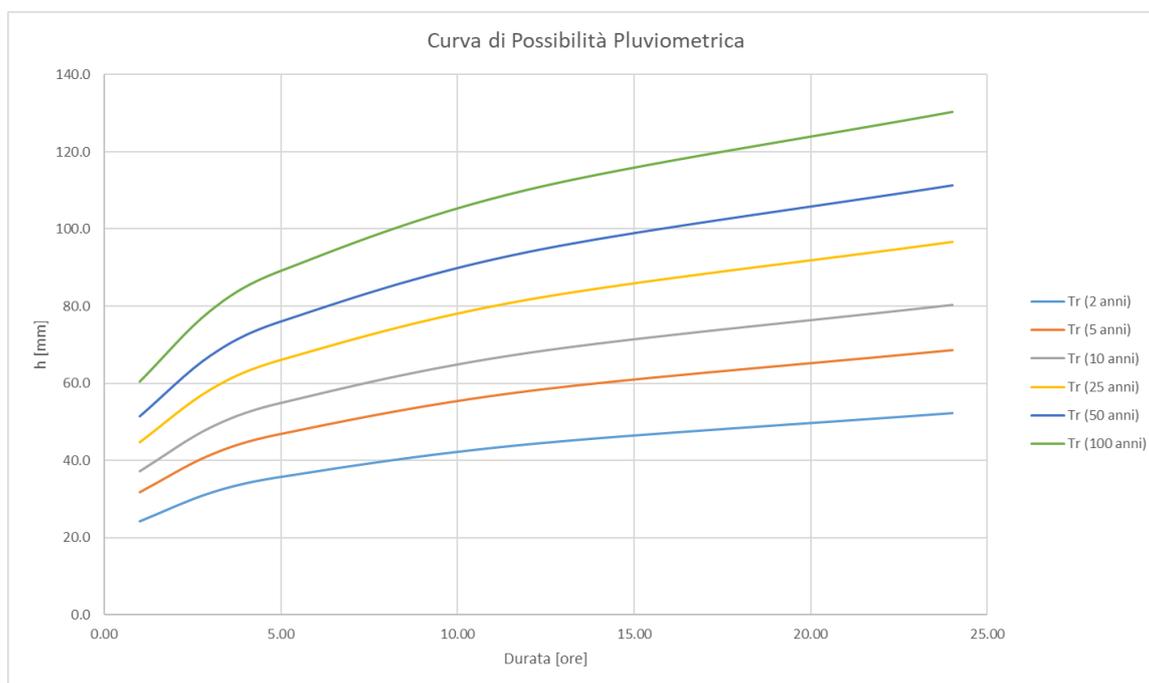


Figura 5-5: Curve di possibilità pluviometrica per l'area in progetto

H (d,Tr) [mm]		d (ore)				
		1.00	3.00	6.00	12.00	24.00
Tr (anni)	2	23.1	29.8	34.9	41.0	48.0
Tr (anni)	5	35.3	45.5	53.4	62.6	73.4
Tr (anni)	10	44.6	57.4	67.3	79.0	92.6
Tr (anni)	25	56.8	73.1	85.8	100.6	118.0
Tr (anni)	50	66.0	85.0	99.7	117.0	137.2
Tr (anni)	100	75.3	96.9	113.7	133.3	156.4
Tr (anni)	200	84.5	108.8	127.6	149.7	175.6

Tabella 5-5: Altezza di precipitazione [mm] per le diverse durate per i diversi tempi di ritorno

5.6 ANALISI MORFOLOGICA

Il concetto di bacino idrografico in un territorio di pianura è convenzionale. È in effetti difficile, in tali condizioni, tracciare dei precisi spartiacque, anche in considerazione del fatto che l'assetto idraulico è strettamente controllato da canali artificiali e chiaviche, e con particolari manovre, è possibile deviare le acque di scolo in territori adiacenti. Un bacino idrografico in pianura viene perciò generalmente definito – come si è detto - con riferimento al sistema di

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	35 di 47

convogliamento delle acque di scolo in condizioni ordinarie, ossia di normale piovosità e con la sistemazione più frequente delle chiaviche.

Dai rilievi topografici eseguiti e dalla cartografia consultabile dal sito del consorzio di bonifica dalla pianura di Ferrara si evince come il territorio sia pressoché pianeggiante.

L'area ricade all'interno del territorio del Bacino Burana-Volano, un tempo caratterizzato dal predominio delle valli e delle paludi, oggi interamente soggetto alla bonifica, le cui acque vengono raccolte ed allontanate per mezzo di una fitta di canali e numerosi impianti idrovori, che servono per la maggior parte della superficie.

Il Bacino di Burana-Volano è dunque individuato come bacino di scolo, ma la maggior parte dei suoi canali sono anche chiamati a svolgere funzioni irrigue.

In questo contesto si inserisce la gestione delle acque meteoriche che cadono all'interno dell'area in oggetto.



Figura 5-6: Rilievo di dettaglio dell'area in progetto.

L'area di progetto non interessa direttamente alcun corso idrico.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	36 di 47

Il campo fotovoltaico risulta molto prossimo al canale Napoleonico, dal quale dista circa 500 metri in direzione ovest.

Come precedentemente evidenziato, la criticità dell'area di progetto risiede nella conformazione estremamente pianeggiante, la quale risulta essere la peculiarità della piana di Ferrara. Le aree di pianura sono zone il cui drenaggio risulta essere complicato e gestiti dai canali di bonifica in modo controllato. Le esondazioni avvengono con frequenza e con tiranti idrici modesti, interessando amplissime porzioni di terreno e i tempi di persistenza dell'acqua raramente sono inferiori alle 24 ore.

5.7 OPERE DI DRENAGGIO

L'area in progetto, così come tutti i terreni del circondario, è ampiamente solcata da una rete di canali di raccolta delle acque, i quali hanno la funzione di raccogliere le acque superficiali che non vengono immediatamente drenate dal terreno e favorire lo smaltimento nel tempo delle acque accumulate.

I canali esistenti si estendono per circa 7,3 km su tutta l'area.

I canali presentano una larghezza di circa 0,9 metri per una profondità di 0,45 metri. I canali che si estendono in direzione est ovest presentano una sezione leggermente maggiore con larghezze di circa 1,5 metri e una profondità di 0,6 metri e una fascia golenale per permettere l'espansione dello stesso in caso forti precipitazioni.

Tutti i canali, in ragione dell'altimetria generale della zona, hanno pendenze pressoché nulle.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	37 di 47



Figura 5-7 individuazione fossi esistenti dal rilievo.

Il progetto prevede una riorganizzazione dei canali esistenti secondo una disposizione allineata con la posa dei pannelli fotovoltaici per limitare al minimo l'interferenza dei canali con i pannelli stessi e una riduzione di numero, con un incremento della sezione per compensare i volumi di raccolta.

Le opere di drenaggio post operam, conservano una capacità di invaso importante, capace di laminare il deflusso superficiale.

I fossi in progetto avranno una larghezza alla base di 1 metro, una profondità di 0,5 metri e una larghezza in sommità di 2 metri con le scarpe a 45°. Si ottiene in questo modo una sezione pari a 0,75 mq. Considerando un franco di sicurezza di 10 cm, la sezione utile si riduce a 0,56 mq.

La capacità di laminazione residua è stimata in circa 2750 mc, che arrivano a 3700 mc a franco annullato.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	38 di 47

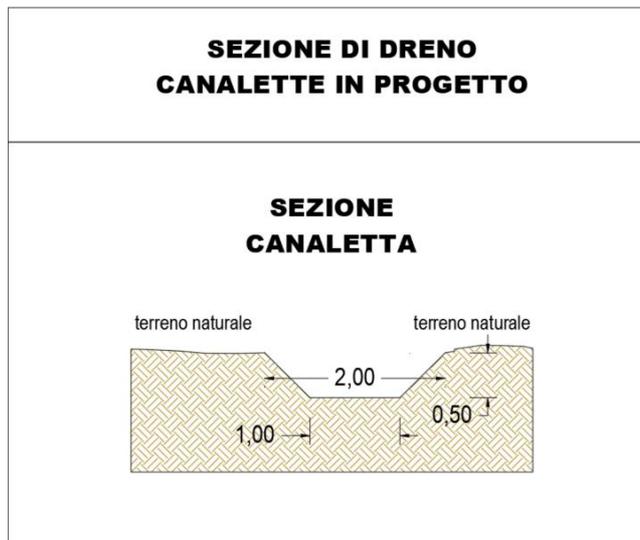


Figura 5-8: Canaletta in progetto

Per il dettaglio si rimanda all'elaborato sulla rete di dreno "Rif 21-00008-IT-BONDENO_CV-T09_Rete di drenaggio superficiale", di cui viene riportato un estratto nella figura seguente:

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	39 di 47

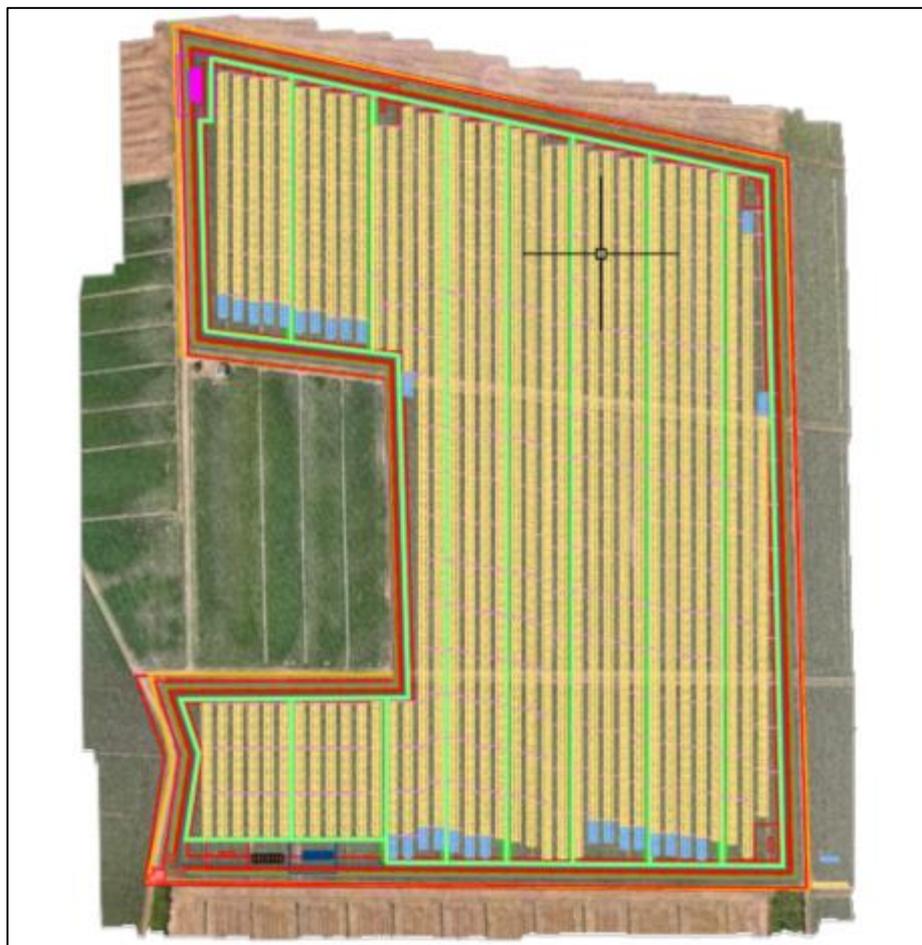


Figura 5-9: Schema canali di progetto

5.8 IL COEFFICIENTE DI DEFLUSSO Φ

Il coefficiente Φ può essere stimato col metodo del Curve Number (CN) secondo cui vale:

$$\Phi = (H - 0.2 S)^2 / (H(H + 0.8 S)), \text{ con } S = 254 (100/CN - 1)$$

in cui il valore di CN è legato alle caratteristiche del terreno e della copertura vegetale.

Dal geoportale regione Emilia Romagna è possibile scaricare e consultare la carta di uso del suolo, per la cui area in progetto riporta la classificazione del terreno ad uso seminativo semplice irriguo. La legenda usata per la classificazione dell'uso del suolo è quella del Corine Land Cover al secondo livello.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	40 di 47

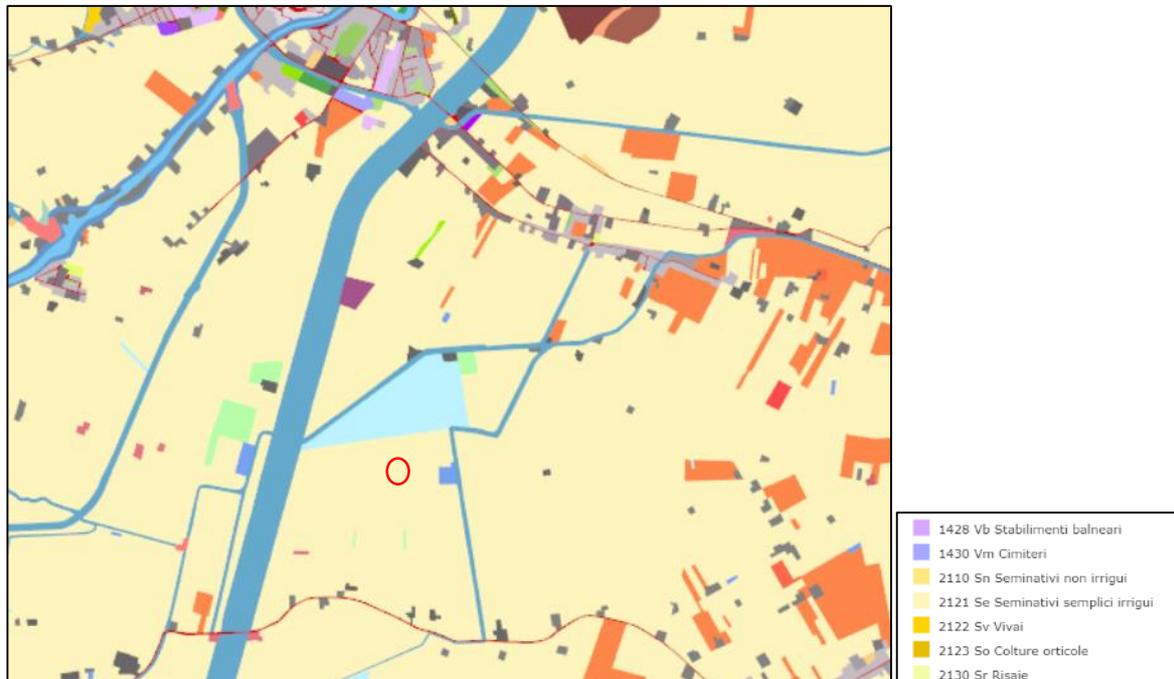


Figura 5-10: Carta uso del suolo Regione Emilia Romagna

Dalla classificazione del Curve Number SCS riportata dal geoportale Regione Sardegna si possono ricavare i valori di CN per la classe di uso del suolo e per la tipologia di terreno, ricavata dalla relazione geologica sulle indagini effettuate in sito.

Per l'area in progetto è stato assunto un CN pari a 70.

Lo stato di imbibimento viene espresso, in modo quali-quantitativo, in base ad un indice di pioggia, ovvero la pioggia totale caduta nei cinque giorni che precedono l'evento di piena.

A seconda di tale valore, vengono identificate le tre classi AMC I, II e III, che rappresentano rispettivamente terreno inizialmente asciutto, mediamente imbibito e fortemente imbibito.

Nell'ipotesi di ACMIII il CN corrispondente risulta 84.

$$CN\ III = (23 * CN) / (10 + 0.13 * CN)$$

Il coefficiente Φ assume però, con questa metodologia, valori eccessivamente bassi, vista la ridotta durata delle precipitazioni e delle aree

Si utilizza dunque la correlazione da letteratura SCS-CN con il coefficiente di afflusso di seguito riportata.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	41 di 47

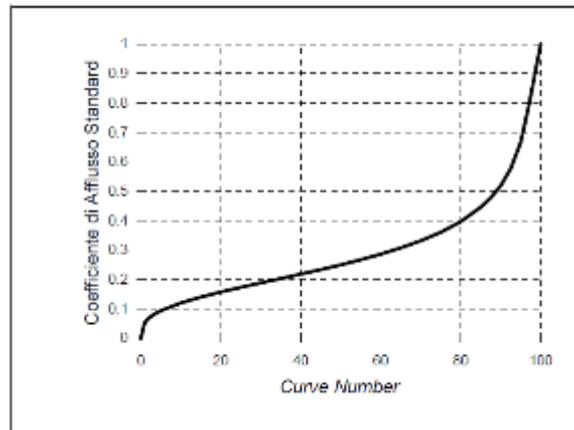


Figura 5-11: Correlazione da letteratura SCS-CN vs. Coefficiente di afflusso/Deflusso.

In virtù delle proprietà del terreno esistente, il parametro ϕ è stato assunto pari a 0,4.

Valutazione post-operam.

In merito alle aree prevalentemente permeabili è stato valutato l'impatto dell'installazione di strutture tracker.

L'interasse fra le strutture sarà di circa 10 metri. L'altezza in mezzera della struttura sarà di circa 2,5 m (rispetto al piano di campagna) con un minimo di 1.5 m fino ad un massimo di 3.8 m. I tracker avranno una configurazione variabile con una inclinazione orizzontale di +/- 55°.

Si ritiene che durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto, la capacità di infiltrazione, così come le caratteristiche di permeabilità del terreno, delle aree di intervento non siano modificate in modo sostanziale dall'installazione delle strutture tracker.

Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine elettriche che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l'incidenza e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili.

Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard - 2013 –American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di interfila.

L'area di interfila presenta una capacità di infiltrazione non influenzata.

Il modello schematizza l'area interessata dalla struttura come composta al 50% da una sezione "Wet" con capacità di infiltrazione non influenzata e collegata alla precedente area di interfila e una sezione "dry" che si assume a favore di sicurezza come non soggetta ad infiltrazione diretta e quindi con coefficiente di deflusso pari a 1.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	42 di 47

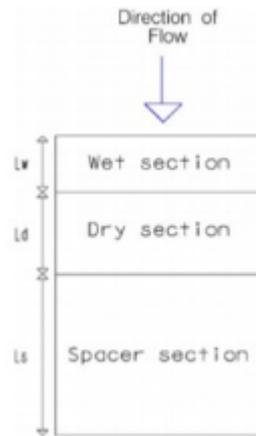


Figura 5-12: modulo tipo descrivente il modello concettuale idrologico dell'installazione di strutture fotovoltaiche a tracker su pali infissi comprendente l'area pannelli (in rosso) e l'area di interfila (Fonte: Hydrologic response of solar farm Cook 2013 American S)

L'area dry è stimata pari al 50% dell'area utile di installazione pannelli. Nel calcolo della pioggia netta è stato quindi calcolato il coefficiente di deflusso medio ponderale sulla base delle precedenti assunzioni.

STATO DI FATTO	AREA (ha)	AREA MODULI (m ²)	PERCENTUA LE MODULI SU AREA NETTA INSTALLAZIONE PANNELLI	AREA DRY STIMATA HA	PERCENTUA LE AREA AVENTE EFFETTO POTENZIALE DRY	COEFFICIENT E DI DEFUSSO ANTE OPERAM ASSUNTO	COEFFICIENT E DI DEFUSSO POST OPERAM STIMATO
coltivato	17.85	69396	39%	3.5	19%	0.4	0.48

Sulla base dei coefficienti di deflusso stimati sono state calcolati i volumi durante l'evento intenso di progetto negli scenari ante-operam e post-operam, valutando inoltre la capacità idraulica dei fossi esistenti.

5.9 VERIFICHE IDROLOGICHE

La particolare conformazione del territorio non permette alle acque meteoriche di essere allontanate dal sito di progetto in modo rapido e naturale, ma si rende necessario raccogliere i deflussi in apposite aree di raccolta che si configurano come canali di dreno superficiali. Considerata l'area in progetto e lo studio delle precipitazioni effettuato, possiamo definire una precipitazione di progetto di durata pari 0.25 ore, la quale dalla curva di possibilità pluviometrica corrisponde ad una pioggia di 32.0 mm.

L'area sulla quale si prevede la realizzazione del campo fotovoltaico occupa un'area di circa 17.85 ha, che drenano su una serie di canali di raccolta. Sono state dunque condotte due serie di calcoli sui deflussi superficiali, considerando uno stato ante operam con un coefficiente di drenaggio pari 0.4 e uno post operam con un coefficiente di drenaggio di 0,48.

I risultati ottenuti sono stati riassunti nella tabella di cui al seguito:

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	43 di 47

DESCRIZIONE	R 50 anni
Area totale S (ha)	17.85
Area S (kmq)	0.18
Altezza precipitazione h(t) (mm)	32.0
Intensità (mm/h)	127.8
coefficiente di deflusso Ante Operam	0.40
coefficiente di deflusso Post Operam	0.48
Volume di deflusso ante-operam Vcr (m ³)	2280
Volume di deflusso post-operam Vcr2(m ³)	2740
Capacità di invaso stimata post-operam Vinv(m ³)	3700

Lo stato post-operam mostra un incremento dei picchi di deflusso pari a circa il 20% principalmente dovuto all'incremento del coefficiente di deflusso nello scenario più critico di terreno saturo.

Sebbene l'incremento possa sembrare di modesta entità, non si ritiene possa mettere in crisi il sistema di drenaggio, il quanto dal confronto ante-operam/post operam emerge che l'aumento di volume sarà compatibile con la rete di drenaggio esistente e in progetto e con i volumi potenzialmente invasabili.

Tenuto inoltre conto che i deflussi analizzati sono riferiti ad un tempo di ritorno di ritorno di 25 anni, si ritiene che le modifiche apportate non producano effetti significativi ai fini del deflusso superficiale e dell'idrografia dell'area in progetto.

Il sistema di canali, previo richiesta al Consorzio di bonifica della Pianura di Ferrara, possono essere collegati alla rete del consorzio stesso.

5.10 INVARIANZA IDRAULICA

La presente verifica di compatibilità idraulica è stata eseguita con lo scopo di definire le misure compensative rivolte al perseguimento del principio dell'invarianza idraulica a seguito della realizzazione del parco agrivoltaico, sito nel territorio di Bondeno.

Con riferimento alla Deliberazione n°61 del 4 dicembre 2009 Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara - "Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica Determinazioni", il volume minimo di invaso relativo alla presente urbanizzazione è stato calcolato secondo la seguente procedura:

- a) superfici urbanizzate da 0 a 0.50 ha
 - scarico concesso 15 l/sec Ha;
 - volume da accumulare: il valore più alto tra 150 m³ /Ha urbanizzato e 215 m³ /ha impermeabilizzato;
- b) superfici da urbanizzate 0.50 ha a 1.00 ha
 - scarico concesso 12 l/sec ha;
 - volume da accumulare: il valore più alto tra 200 m³ /Ha urbanizzato e 285 m³ /Ha impermeabilizzato;
- c) superfici urbanizzate oltre 1.00 ha
 - scarico concesso 8 l/sec ha;

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	44 di 47

- volume da accumulare: il valore più alto tra 350 m³ /Ha urbanizzato e 500 m³ /ha impermeabilizzato.

Data la tipologia di intervento, possiamo considerare come superficie urbanizzata la quota parte dell'area interessata dagli interventi di trasformazione per la realizzazione di opere necessarie e connesse all'impianto fotovoltaico, quali strade e aree di pertinenza occupate per la posa di cabine e apparati vari. La maggior parte del terreno resterà ad uso agricolo, oltre ad una fascia di mitigazione di 3 metri disposta lungo tutto il perimetro dell'area di intervento.

Per il calcolo della superficie impermeabilizzata, come spiegato al paragrafo 5.8, possiamo cautelativamente considerare metà della superficie dei pannelli fotovoltaici, oltre alle superfici effettivamente coperte dalle cabine e dagli apparati.

La superficie urbanizzata può pertanto essere valutata, cautelativamente, in circa 5 ettari, di cui 3.5 imputabili ai pannelli, e a restante parte alle strade, aree uffici e aree cabine.

Il calcolo dei volumi minimi di invaso verrà pertanto condotto considerando il punto c) di cui sopra, ossia per superfici urbanizzate superiori a 1,0 ettaro.

La superficie impermeabilizzata è stata calcolata in 3,7 ettari.

Dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara risultano pertanto i seguenti volumi minimi di invaso:

- urbanizzato: 350 m³ /Ha · 5,0 Ha = 1750 m³;
- impermeabilizzato: 500 m³ /Ha · 3,7 Ha = 1850 m³.

I due metodi di calcolo portano a definire come valore prudenziale il più alto = 1850 m³

Volume massimo invasabile nei canali = 3700 m³ > 1850 m³.

Si evidenzia come il volume invasabile sia decisamente superiore al volume minimo richiesto dalla Delibera, e pari al doppio di quest'ultimo.

Nel caso in oggetto gli effetti della trasformazione urbanistica sono assai poco rilevanti in quanto la maggior parte dell'area in progetto resterà ad uso agricolo. La realizzazione di una serie di canali di generose dimensioni, in linea con quanto esistente, consente di soddisfare i requisiti richiesti dalla deliberazione sull'invarianza idraulica.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	45 di 47

6 IMPIANTO IRRIGAZIONE

Attorno all'area di impianto è prevista una fascia di mitigazione della larghezza di 3 metri. All'interno di questa fascia è prevista la piantumazione di alberi di nocciole. Si rende dunque necessario predisporre un impianto di irrigazione per il sostentamento di tali piante.

Verrà dunque predisposta una tubazione interrata, con gocciolatoio per ogni pianta.

Alternativamente la condotta può essere posata fuori terra.

La tubazione sarà in PVC del diametro indicativo di ½ pollice, alimentato da una pompa.

La condotta sarà realizzata con un doppio anello in modo da distribuire unità disperdenti sui due anelli. Verrà dunque realizzato un primo anello con l'installazione di dispositivi gocciolatoi sulla prima metà, mentre nel secondo anello, i dispositivi di irrigazione saranno installati a partire da metà condotta.

Le condotte saranno alimentate da una pompa per irrigazione. L'approvvigionamento di acqua avverrà dai canali di irrigazione del consorzio, previo richiesta di allaccio.

Si rimanda alla fase successiva della progettazione per una definizione di dettaglio dell'opera.

Si rimanda inoltre alla relazione Agronomica per i dettagli relativi alle coltivazioni sul sito.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	46 di 47

7 CONCLUSIONI

Lo studio di compatibilità idraulica del progetto dell'impianto fotovoltaico, della linea di connessione e della cabina di consegna, ha analizzato l'idrologia locale dell'area in progetto, rapportando i risultati ottenuti alla planimetria e sfruttando lo schema di gestione dei deflussi esistente e verificandole la compatibilità con il progetto.

Si premette che lo studio della sostenibilità e l'attenzione alle acque non hanno riguardato solo la progettazione della rete di drenaggio delle acque meteoriche ma sono risaliti a monte, integrandosi nello stato di fatto, minimizzando le interferenze con l'idrografia esistente e l'utilizzo delle tradizionali opere dell'ingegneria civile (infrastrutture grigie) a favore delle infrastrutture verdi che mitigano gli impatti biofisici dovuti alle opere in progetto, riducendo il rischio idrogeologico, creando benefici ecosistemici e promuovendo gli obiettivi della politica comunitaria.

Il presente documento ha messo a confronto lo scenario ante-operam e quello post operam, analizzando il possibile impatto del progetto da un punto di vista idrologico (valutazione variazioni del coefficiente di deflusso e modifiche al deflusso naturale delle acque meteoriche).

In merito allo stato post operam è stato valutato l'impatto dell'installazione di strutture tracker monoassiale di progetto. Vista l'interdistanza esistente tra le strutture e l'altezza dal piano campagna durante un evento intenso con tempo di ritorno pari a quello di progetto non si ipotizzano variazioni critiche della capacità di infiltrazione, così come delle caratteristiche di permeabilità del terreno nelle aree interessate dall'installazione di tracker. Analogamente si può affermare delle platee di appoggio delle cabine che avranno un'area trascurabile rispetto all'intera estensione delle aree.

Ciononostante, volendo cautelativamente ipotizzare una perdita di capacità di infiltrazione delle acque meteoriche, si è valutata arealmente l'incidenza dei tracker e si sono valutati gli impatti in termini di capacità di infiltrazione delle eventuali acque di ruscellamento che si generano su ogni settore di progetto su aree permeabili. Tale valutazione è stata condotta sulla base di precedenti studi internazionali (rif. "Hydrologic response of solar farm", Cook, Lauren, Richard - 2013 – American Society of Civil Engineers) improntati su un modello concettuale di impatto che simula il modulo idrologico tipo di impianto come costituito da un'area di installazione pannelli ed una di interfila.

Nelle aree interessate dal progetto, durante la fase post-operam nello scenario più cautelativo, si registrerebbe un incremento dei deflussi totali di circa il 20%.

Tale incremento può essere considerato invariante ai fini idraulici, in considerazione del fatto che tutte le grandezze adottate sono state considerate in maniera cautelativa e che su tutta l'area sono presenti opere di regimazione e raccolta dei deflussi tali da recepire precipitazioni derivanti da eventi intensi.

In merito alle modifiche nella rete di drenaggio esistente tra stato di fatto e stato di progetto per tali aree è stata prevista una riorganizzazione dell'intero sistema di drenaggio al fine di ridurre al minimo le interferenze con l'installazione degli impianti.

Tutte le opere di regimazione rientreranno nell'ambito dell'Ingegneria naturalistica.

La preparazione del sito inoltre non prevede opere su larga scala di scotico, ma solo il taglio vegetazione ove essa impedisca la regolare esecuzione delle attività di costruzione e operatività.

	IMPIANTO FOTOVOLTAICO A TERRA (AGRIVOLTAICO) COLLEGATO ALLA RTN POTENZA NOMINALE (DC) 13,79 MWp - POTENZA IN IMMISSIONE (AC) 12,4 MW Comune di Bondeno (FE)	Rev.	0
	21-00008-IT-BONDENO_CV-R09 RELAZIONE IDROLOGICA E IDRAULICA	Pag.	47 di 47

Tutto ciò contribuisce alla riduzione dell'impatto delle opere.

Oltre al potenziale impatto negativo stimato il progetto prevede anche opere mitigative/compensative che avranno effetti positivi durante la fase di esercizio. In merito all'uso del suolo post-operam per le aree interne alla recinzione dell'impianto (nelle interfila dei moduli fotovoltaici) è prevista la coltivazione di piante di vite.

Al di sotto dei moduli fotovoltaici saranno invece coltivate specie officinali e inerbimento delle aree non altrimenti utilizzate.

La manutenzione dell'inerbimento verrà effettuata con sfalcio periodico e rilascio in loco del materiale sfalciato. Tale pratica, oltre a ridurre al minimo il rischio di lisciviazione dell'azoto ed erosione, contribuisce al mantenimento della fertilità con apporti continui di sostanza organica al terreno.

Il tappeto erboso che si intende realizzare sarà un prato essenzialmente rustico con la finalità principale di preservare le caratteristiche agronomiche del suolo e la sua fertilità.