





Regione Emilia Romagna  
Comune di Ferrara

**IMPIANTO FOTOVOLTAICO  
E OPERE CONNESSE**

Potenza Impianto 9,573 MWp





**PROPONENTE**

**LIGHTSOURCE RENEWABLE ENERGY ITALY SPV 14 S.R.L.**  
VIA G. LEOPARDI, 7 - 20123 MILANO (MI) - P.IVA: 12593780963 – PEC: [lightsourcespv\\_14@legalmail.it](mailto:lightsourcespv_14@legalmail.it)



**PROGETTAZIONE**

**Ing. Antonello Ruttilio**  
Via R. Zandonai, 4 – 44124 – FERRARA IT - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)  
Tel.: +39 0532 202613 – email: [a.ruttilio@incico.com](mailto:a.ruttilio@incico.com)



**COLLABORAZIONI**

**Ing. Lorenzo Stocchino**  
Via R. Zandonai, 4 – 44124 – FERRARA IT - P.IVA: 00522150382 – PEC: [incico@pec.it](mailto:incico@pec.it)  
Tel.: +39 0532 202613 – email: [l.stocchino@incico.com](mailto:l.stocchino@incico.com)



**COORDINAMENTO PROGETTUALE**

**SOLAR IT S.R.L.**  
VIA I. ALPI 4 – 46100 - MANTOVA IT - P.IVA: 02627240209 – PEC: [solarit@lamiaptec.it](mailto:solarit@lamiaptec.it)  
Tel.: +390425 072 257– email: [info@solaritglobal.com](mailto:info@solaritglobal.com)

| TITOLO ELABORATO                       |                           |                             |            |
|--|---------------------------|-----------------------------|------------|
| <div> <div> </div> <div> </div> </div> |                           |                             |            |
| <div> <div> </div> <div> </div> </div> |                           |                             |            |
| LIVELLO DI PROGETTAZIONE               | CODICE ELABORATO          | FILE NAME                   | DATA       |
| DEFINITIVO                             | 23-LS15787-IT-CONA-RS-R16 | 23-LS15787-IT-CONA-RS-R16_1 | 30/05/2023 |

| REVISIONI |            |                         |          |            |           |
|-----------|------------|-------------------------|----------|------------|-----------|
| REV.      | DATA       | DESCRIZIONE             | ESEGUITO | VERIFICATO | APPROVATO |
| 0         | 30/05/2023 | Integrazione Volontaria | MCA      | LST        | ARU       |
| 1         | 12/10/2023 | Integrazione Volontaria | MCA      | LST        | ARU       |
|           |            |                         |          |            |           |
|           |            |                         |          |            |           |

# RELAZIONE TECNICA

---

## MITIGAZIONE IDRAULICA

## INDICE

|        |  |    |
|--------|--|----|
| 1.     | INTRODUZIONE.....  | 2  |
| 2.     | NORMATIVE DI RIFERIMENTO.....  | 2  |
| 3.     | UBICAZIONE IMPIANTO .....  | 3  |
| 1.     | DESCRIZIONE DELL’IMPIANTO FOTOVOLTAICO: CARATTERISTICHE SALIENTI .....           | 4  |
| 2.     | RILIEVO TOPOGRAFICO .....  | 7  |
| 3.     | PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (P.G.R.A.).....                       | 9  |
| 3.1.   | Aree a Rischio Significativo (ARS).....  | 11 |
| 3.1.1. | ARS “Area omogenea pianura – reticolo secondario di bonifica” .....              | 11 |
| 3.2.   | Aggiornamento giugno 2020: Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) ..... | 13 |
| 3.3.   | Aggiornamento 2022: Aggiornamento Mappe a Rischio Potenziale Significativo.....  | 13 |
| 3.4.   | Verifica scenari di allagamento.....   | 13 |
| 3.4.1. | Ambito territoriale: reticolo naturale principale – Po .....                     | 13 |
| 3.4.2. | Ambito territoriale: reticolo secondario di pianura – Po.....                    | 17 |
| 3.4.3. | Conclusioni relative alla Verifica scenari di allagamento.....                   | 18 |
| 4.     | INVARIANZA IDRAULICA.....  | 19 |
| 4.1.   | Dimensionamento delle vasche di laminazione .....                                | 20 |
| 4.2.   | Dimensionamento dei manufatti di scarico .....                                   | 23 |
| 4.2.1. | Bacino A .....   | 23 |
| 4.2.2. | Bacino B .....   | 23 |
| 5.     | CONSIDERAZIONI FINALI .....  | 25 |
| 6.     | CONCLUSIONI .....  | 25 |

## 1. INTRODUZIONE

La presente relazione è redatta a supporto del progetto per la realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico di potenza pari a 9,573 MWp ed opere connesse sarà realizzato interamente nel territorio del comune di Ferrara (FE) in località Cona Via Vallazza.

Il design di impianto ha tenuto conto delle due superfici di terreno disponibile all'installazione del generatore fotovoltaico. Rispetto all'agglomerato urbano della città di Ferrara l'area di impianto è ubicata a Ovest dell'abitato della città di Ferrara ad una distanza media di circa 5 km in linea d'aria dalla periferia più estrema ed 8,5 km dal centro cittadino. Il sito inoltre è posizionato nei pressi (circa 1 Km) del polo Ospedaliero di Ferrara (Arcispedale S'Anna).

Essa ha ad oggetto sia la valutazione della fattibilità idraulica dell'intervento con particolare riferimento alle classificazioni ed alle norme idrauliche sovraordinate, ovvero del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto del Fiume Po, e dei Piani di Assetto Idrogeologico e Piani Stralcio regionali ed interregionali che governano l'area oggetto di intervento, sia delle procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica, conformemente alla Delibera 61/2009 DEL Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.

L'impianto sarà direttamente collegato alla rete pubblica di distribuzione e trasmissione dell'energia elettrica in media tensione (grid connected) in modalità di cessione pura, ovvero l'energia prodotta dall'impianto non sarà utilizzata in loco ma totalmente immessa in rete al netto dei consumi per l'alimentazione dei servizi ausiliari necessari al corretto funzionamento ed esercizio dell'impianto stesso. L'idea alla base del presente sviluppo progettuale è quella di massimizzare la potenza di picco dell'impianto fotovoltaico in rapporto alla superficie utile di terreno disponibile nel pieno rispetto di tutte le norme tecniche di costruzione e di esercizio vigenti. La scelta dell'architettura di impianto e dei materiali da utilizzare per la costruzione tengono conto da un lato di quanto la moderna tecnologia è in grado di offrire in termini di materiali e dall'altro degli standard costruttivi propri della Società proponente.

## 2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

A seguire l'elenco (non esaustivo) delle principali normative esaminate e delle fonti consultate:

- Direttiva 2007/60/CE – Direttiva del Parlamento Europeo e del Consiglio del 23 ottobre 2007 relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
- Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49 - Attuazione della direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvioni
- Piano stralcio per l'Assetto Idrogeologico (PAI) del bacino del Fiume Po "Interventi sulla rete idrografica e sui versanti Legge 18 Maggio 1989, n. 183, art. 17, comma 6 ter", adottato con deliberazione del Comitato Istituzionale n. 18 in data 26 aprile 2001 – Norme di attuazione
- Variante alle norme del PAI e del PAI Delta, adottata con Deliberazione n. 5 del 7 dicembre 2016 del Comitato Istituzionale dell'Autorità di bacino del fiume Po
- Decreto del Ministero dell'ambiente e della tutela del territorio e del mare 25 ottobre 2016 - Disciplina dell'attribuzione e del trasferimento alle Autorità di bacino distrettuali del personale e delle risorse strumentali, ivi comprese le sedi, e finanziarie delle Autorità di bacino, di cui alla legge 18 maggio 1989, n. 183. (Pubblicato nella Gazzetta Ufficiale della Repubblica Italiana Serie generale n. 27 del 2 febbraio 2017)
- Delibera di Giunta Regionale n. 1300 del 1° agosto 2016 "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di gestione del rischio di alluvioni nel Settore Urbanistico, ai sensi dell'art. 58 Elaborato n. 7 (Norme di attuazione) e dell'art. 22 Elaborato n. 5 (Norme di attuazione) del progetto di variante al PAI e al PAI Delta adottato dal Comitato Istituzionale Autorità di Bacino del Fiume Po con deliberazioni n. 5/2015"

- Fonte: Mappe della pericolosità di alluvioni e degli elementi potenzialmente esposti, predisposte in attuazione dell'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010 – SECONDO CICLO, tratte da: S.I.T. Regione Emilia-Romagna MOKA DIRETTIVA ALLUVIONI 2007/60/CE
- Fonte: Mappe del rischio di alluvioni, predisposta in attuazione dell'art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010 – SECONDO CICLO, tratte da: S.I.T. Regione Emilia-Romagna MOKA DIRETTIVA ALLUVIONI 2007/60/CE
- S.I.T. (Sistema Informativo Territoriale) ADBPO (Autorità di Bacino del fiume Po) WEBGIS
- GeoPortale Nazionale Direttiva Alluvioni – Ministero dell'Ambiente

### 3. UBICAZIONE IMPIANTO

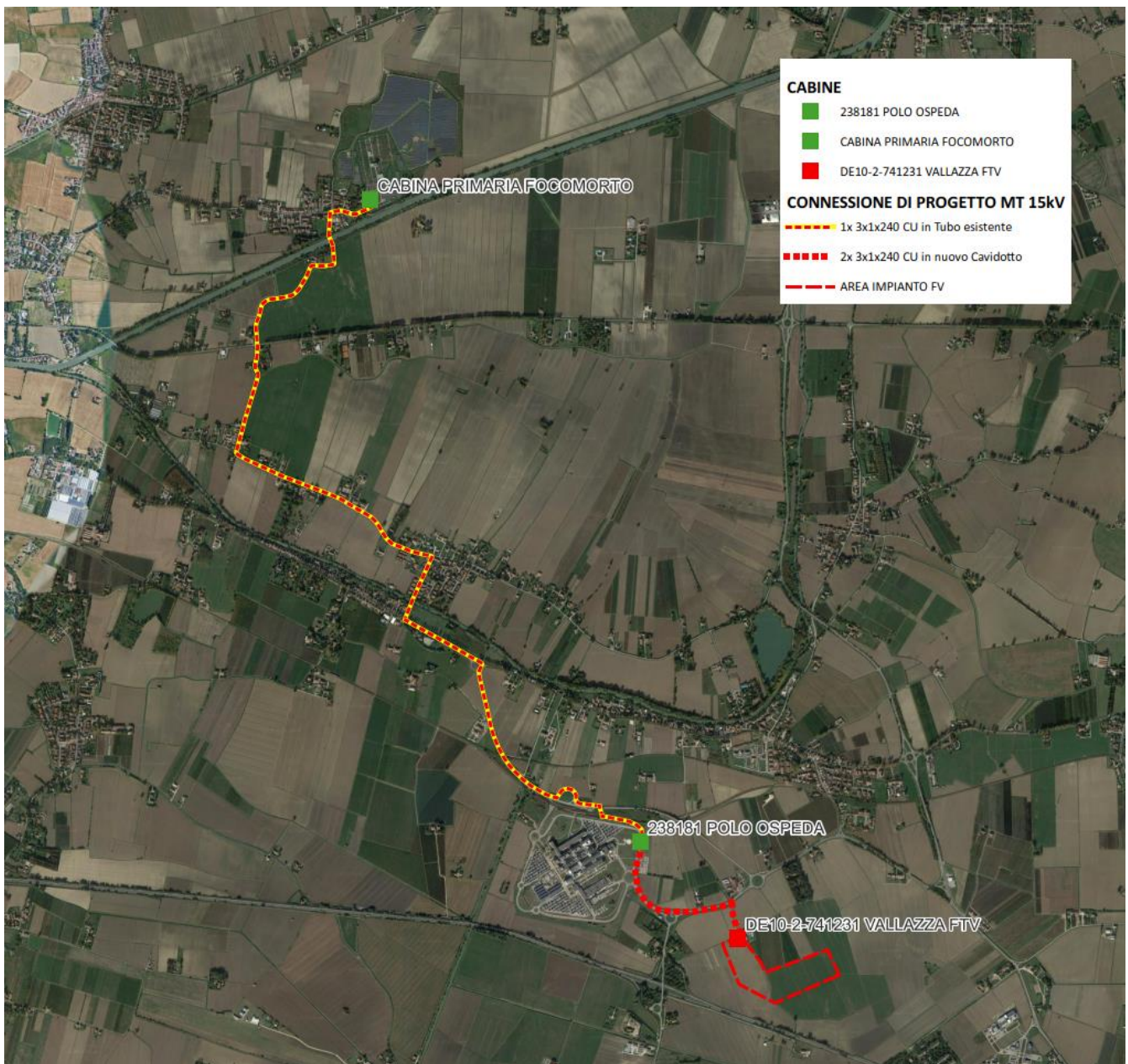
Come anticipato, l'impianto fotovoltaico in progetto, sarà realizzato interamente nel territorio del comune di Ferrara (FE) in località Cona Via Vallazza, su terreni regolarmente censiti al catasto terreni come da piano particellare riportato nel documento relativo (si veda l'elenco documenti di progetto).

Il design di impianto ha tenuto conto delle due superfici di terreno disponibile all'installazione del generatore fotovoltaico. Rispetto all'agglomerato urbano della città di Ferrara l'area di impianto è ubicata a Ovest dell'abitato della città di Ferrara ad una distanza media di circa 5 km in linea d'aria dalla periferia più estrema ed 8,5 km dal centro cittadino. Il sito inoltre è posizionato nei pressi (circa 1 Km) del polo Ospedaliero di Ferrara (Arcispedale S'Anna).





Nell'immagine satellitare seguente è evidenziata l'area occupata dall'impianto fotovoltaico. L'impianto sarà allacciato alla rete di Distribuzione tramite Realizzazione di una nuova cabina di consegna collegata in antenna da cabina primaria AT/MT FOCOMORTO tramite nuova linea MT DE1028721 "PALMIRAN". La linea rossa tratteggiata rappresenta l'elettrodotto collegato in antenna a 15 kV cabina elettrica esistente denominata 238181 "POLO OSPEDA" e da qui collegata in antenna 15 Kv alla "CABINA PRIMARIA FOCOMORTO". Quest'ultimo tratto di circa 5500 metri utilizzerà un cavidotto esistente.



## 1. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO: CARATTERISTICHE SALIENTI

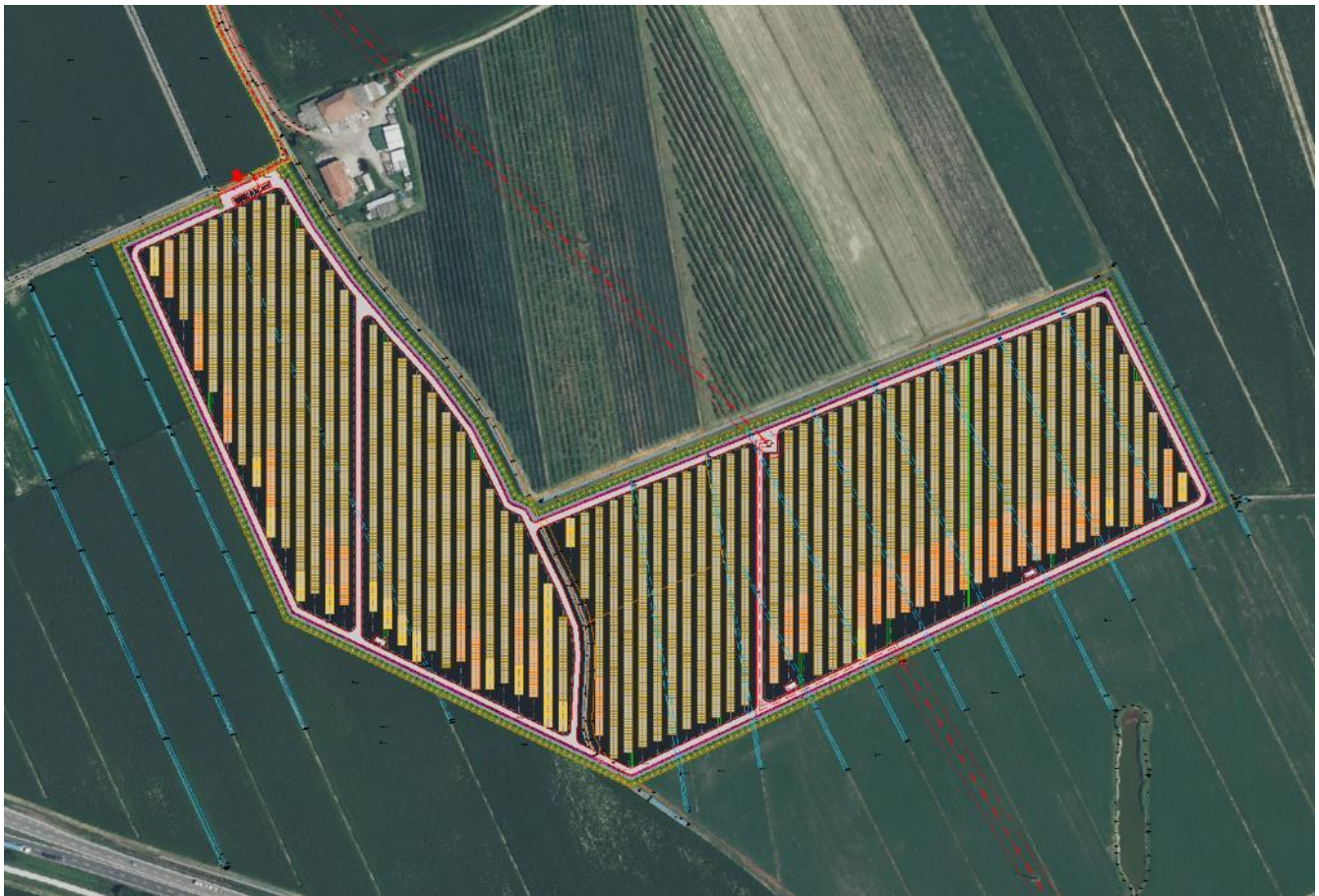
Il generatore fotovoltaico sarà configurato come FOTOVOLTAICO TRADIZIONALE e si estenderà su una superficie



di terreno a destinazione agricola insistente nel territorio del comune di Ferrara (FE). Di seguito si riportano le caratteristiche principali dell'impianto:

|  |          |
|--|----------|
| <b>SUPERFICIE RECINTATA COMPLESSIVA (Ha)</b> | 10,105   |
| <b>POTENZA NOMINALE DC COMPLESSIVA (KWp)</b> | 9,573    |
| <b>MODULI INSTALLATI</b>                     | 13.962   |
| <b>TOTALE STRINGHE INSTALLATE</b>            | 537 x 26 |

I moduli fotovoltaici installati avranno potenza nominale (@STC) pari a 700 W, saranno del tipo bifacciali e installati "a terra" su strutture la cui inclinazione sarà regolata sull'asse EST-OVEST +/- 60° (Tracker) con inclinazione NORD/SUD di 0° (in piano).



I moduli fotovoltaici scelti per la realizzazione dell'impianto oggetto della presente relazione sono di tipo bifacciale in grado cioè di captare la radiazione luminosa sia sul fronte che sul retro del modulo, avranno dimensioni pari a (2384 H x 1303 L x 33 P) mm e sono composti da 132 celle per faccia (22x6) in silicio monocristallino tipo P. Essi saranno fissati su ciascuna struttura in modalità Landscape 2xN, ovvero in file composte da due moduli con lato corto parallelo al terreno, le strutture utilizzate nel presente progetto saranno essenzialmente di tre tipi individuate in funzione della loro lunghezza, 2x13 moduli, 2x26 moduli e 2x39 moduli. La struttura sarà collegata a pali di sostegno verticali infissi nel terreno senza l'ausilio di opere in calcestruzzo. I moduli saranno collegati tra di loro in serie a formare stringhe ciascuna delle quali composta da 26 moduli, la lunghezza di stringa è stabilita in funzione delle caratteristiche del sistema fotovoltaico in termini di tensione massima ammissibile e della potenza complessiva. Preventivamente al collegamento sul convertitore statico le stringhe saranno opportunamente collegate in parallelo tra di loro in corrispondenza dei quadri di campo

(combiner box), ogni parallelo costituirà un blocco operativo e il numero di stringhe ad esso collegato è stato valutato in funzione delle correnti in gioco.

Per la conversione della corrente continua prodotta dai moduli fotovoltaici in corrente alternata fruibile dal sistema di distribuzione e trasmissione nazionale, saranno utilizzate delle stazioni di trasformazione composte dalla combinazione di inverter, trasformatore MT/BT 0,6/15kV, quadri elettrici oltre agli apparati di gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei suddetti apparati. Ciascuna stazione sarà composta da due box tipo container di dimensioni pari a 6,00x2,9x2,50 m rispettivamente al servizio dell'inverter centralizzato e della stazione di trasformazione. Il design di impianto in questo caso prevede l'utilizzo di inverter centralizzati, ovvero unità statiche di conversione della corrente DC/AC caratterizzate da potenze nominali molto elevate e dotate di ingressi MPPT, nello specifico caso in esame gli MPPT per ciascuna unità inverter saranno due visto che ogni singola macchina dovrà gestire tra il 10-20% della potenza nominale totale (vedere paragrafo inverter).

Come evidenziato, ogni inverter è collocato in campo all'interno di box container insieme agli altri apparati necessari per l'elevazione della tensione di esercizio fino a 15kV. Pertanto, ciascun inverter è poi collegato, all'interno dell'alloggiamento di ciascuna stazione di trasformazione al trasformatore MT/BT, al quadro di media tensione e a tutti gli apparati dedicati alla gestione, controllo e protezione necessari al corretto funzionamento ordinario dei suddetti apparati.

Entrambi le aree fotovoltaiche saranno completate dall'installazione di una cabina di interfaccia con control room, ubicata quanto più possibile in corrispondenza del punto di accesso al campo o in zona facilmente accessibile sia per motivi funzionali che di sicurezza. La cabina di interfaccia sarà realizzata con un manufatto in cemento armato vibrato (c.a.v.) di dimensioni 16,45x3,10x4,00 m.

Lo spazio all'interno del manufatto sarà organizzato in modo tale da avere un locale per il sezionamento e protezione dei circuiti di media tensione (collocamento del quadro generale di media tensione), un locale dedicato all'installazione del trasformatore di spillamento MT/BT dedicato all'alimentazione di tutti i servizi a corredo dell'impianto fotovoltaico e necessari alla gestione del sistema, una control room dove tra l'altro saranno posizionati i quadri generale di bassa tensione e l'armadio rack e, infine, un locale ufficio. Il quadro di media tensione collocato all'interno della cabina di interfaccia è l'apparato dove saranno attestate tutte le linee MT provenienti dalle stazioni di trasformazione in campo e rappresenta il punto di interfaccia dell'impianto con la RETE DI DISTRIBUZIONE, su di esso sarà infatti attestata anche la linea di collegamento in uscita dal campo verso la stazione elettrica e saranno collocate tutte le protezioni indicate dalle vigenti normative tecniche per la connessione come il Sistema di Protezione Generale (SPG) e il Sistema di Protezione di Interfaccia (SPI). La control room, invece, è il locale all'interno del quale saranno collocati i principali apparati ausiliari che consentono la corretta gestione ed esercizio dell'impianto come quelli per la trasmissione dati, per il sistema antintrusione e la videosorveglianza.

L'impianto sarà altresì dotato di un sistema di telecontrollo (SCADA) attraverso il quale sarà possibile monitorare in tempo reale i principali parametri elettrici sia lato impianto che lato rete ed acquisire i dati di misurazione meteorologici eseguiti dalla meteo station in campo (piranometri, anemometri, etc.). Tutti i dati acquisiti renderanno possibile la valutazione e il controllo delle prestazioni dell'intero sistema. L'impianto di supervisione consentirà anche di eseguire da remoto la modifica del set point di lavoro dei parametri elettrici in rispetto delle richieste del distributore di rete Terna.

Ogni campo fotovoltaico prevede la realizzazione di un sistema di viabilità interna e/o perimetrale che possa consentire in modo agevole il raggiungimento di tutti i componenti in campo, sia per garantire la sicurezza dell'opera, che per la corretta gestione nelle operazioni di manutenzione. L'impianto sarà protetto contro gli accessi indesiderati mediante l'installazione di una recinzione perimetrale e dal sistema di illuminazione e videosorveglianza. L'accesso carrabile sarà costituito da un cancello a due ante in pannellature metalliche di larghezza 4 metri e montato su pali in castagno infissi al suolo. La recinzione perimetrale sarà realizzata con rete metallica rombata a maglia larga alta 2 metri e sormontata da filo spinato, collegata a pali di castagno alti 2 metri infissi direttamente nel suolo per una profondità di 100 cm. La rete metallica non sarà realizzata a totale chiusura



del perimetro, rispetto al piano campagna, infatti, sarà lasciato un passaggio di altezza 20 cm che consenta il passaggio della fauna selvatica di piccola taglia. Sia la viabilità perimetrale che quella interna avranno larghezza di 3.5 m; entrambe i tipi di viabilità saranno realizzate in battuto e ghiaia (materiale inerte di cava a diversa granulometria). Il sistema di illuminazione e videosorveglianza prevede l'installazione dei componenti in campo su pali in acciaio zincato fissati al suolo con pozzetto di fondazione in calcestruzzo dedicato. I pali avranno una altezza di circa 3 m, saranno dislocati ogni 50 metri lungo la recinzione perimetrale e su di essi saranno montati corpi illuminanti (che si attiveranno in caso di allarme/intrusione) e le videocamere del sistema di sorveglianza.

I cavi di collegamento del sistema saranno alloggiati nello scavo perimetrale eventualmente sfruttando quello già previsto per il passaggio dei cavidotti di ciascun impianto fotovoltaico. Nell'esercizio ordinario degli impianti non sono previsti consumi di energia, eccezion fatta per il sistema di illuminazione e videosorveglianza che avrà una sua linea di alimentazione elettrica tradizionale; è prevista l'installazione di un trasformatore di spillamento di 100 kVA per il funzionamento di tutti i sistemi ausiliari. L'energia prodotta dal generatore fotovoltaico sarà disponibile al confine fisico dell'impianto (in corrispondenza della cabina di interfaccia) ad una tensione nominale di 15 kV secondo le modalità indicate nella Soluzione Tecnica Minima Generale messa a disposizione dal distributore di rete E-Distribuzione.

Tutti i cavi saranno posati in trincea ovvero direttamente interrati senza l'ausilio di cavidotti o protezioni meccaniche. In tal caso la profondità di posa dei cavi sarà di 50 cm per illuminazione perimetrale, di 80 cm per i cavi di bassa tensione e 120 cm per quelli di media tensione, tutti saranno opportunamente segnalati mediante la posa di nastro ad una distanza di circa 30 cm verso il piano campagna.

I soli cavi stringa, che collegano ciascuna stringa all'inverter di riferimento, saranno installati all'interno di cavidotti staffati alle strutture dei tracker e da qui interrati sino al cabinato dell'inverter centralizzato. I collegamenti, esterni all'area di impianto costituenti le opere di connessione, saranno realizzati in cavidotti interrati ad una profondità di posa minima pari a 120 cm con segnalazione della presenza dell'elettrodotto interrato obbligatoria.

L'esercizio ordinario dell'impianto fotovoltaico non richiede ausilio o presenza di personale addetto, tranne per le eventuali operazioni di riparazione in caso di guasto o per le operazioni di manutenzione ordinarie e straordinarie. Con cadenza saltuaria sarà necessario provvedere alla pulizia dell'impianto, che si divide in due operazioni: lavaggio dei pannelli fotovoltaici per rimuovere lo sporco naturalmente accumulatosi sulle superfici captanti (trasporto eolico e meteorico) e taglio dell'erba sottostante i pannelli. La frequenza delle suddette operazioni avrà indicativamente carattere stagionale, salvo casi particolari individuati durante la gestione dell'impianto. Le operazioni di taglio dell'erba saranno effettuate, secondo una tecnica già consolidata e comprovata in quasi dieci anni di esercizio di impianti fotovoltaici, che prevede l'accordo con i pastori locali per far pascolare nell'area di impianto greggi di pecore. Tale procedura, del tutto naturale, assicura ottimi risultati ed evita il ricorso a macchine di taglio o a diserbanti chimici. Le operazioni di lavaggio dei pannelli saranno invece effettuate con un trattore di piccole dimensioni equipaggiato con una lancia in pressione e una cisterna di acqua demineralizzata. Il trattore passerà sulla viabilità di impianto e laverà i pannelli alla bisogna. L'azione combinata di acqua demineralizzata e pressione assicura una pulizia ottimale delle superfici captanti evitando sprechi di acqua potabile e il ricorso a detersivi e sgrassanti. Tutte le operazioni di manutenzione e riparazione di natura elettrica saranno effettuate da ditte specializzate, con proprio personale e mezzi, con cadenze programmate o su chiamata del gestore dell'impianto.

## **2. RILIEVO TOPOGRAFICO**

Il rilievo topografico eseguito sull'area ne conferma la morfologia decisamente pianeggiante.

Tale rilievo, eseguito all'inizio delle attività progettuali, è stato effettuato con modalità Topografiche GPS con caposaldo altimetrico, di cui si riporta la monografia, corrispondente al punto battuto n° 138. Il piano quotato risulta essere riferito alla quota Consorzio di +13,6489 m

## Monografia del caposaldo di alta precisione

|                         |                     |                      |                            |
|-------------------------|---------------------|----------------------|----------------------------|
| Caposaldo n.            | <b>115080</b>       | Sezione:             | <b>BASSO FERRARESE SUD</b> |
|                         |                     | Reparto:             | <b>CAMPOCIECO</b>          |
| Comune:                 | <b>FERRARA</b>      |                      |                            |
| Località:               | <b>Cona</b>         |                      |                            |
| Ubicazione:             | <b>SP 22</b>        | Civico:              |                            |
| Coordinate ED50-UTM32*: | Est: <b>714.198</b> | Nord: <b>964.230</b> |                            |

Stralcio planimetrico scala 1:10.000 - Elemento CTR 1:5.000 n. **204014**

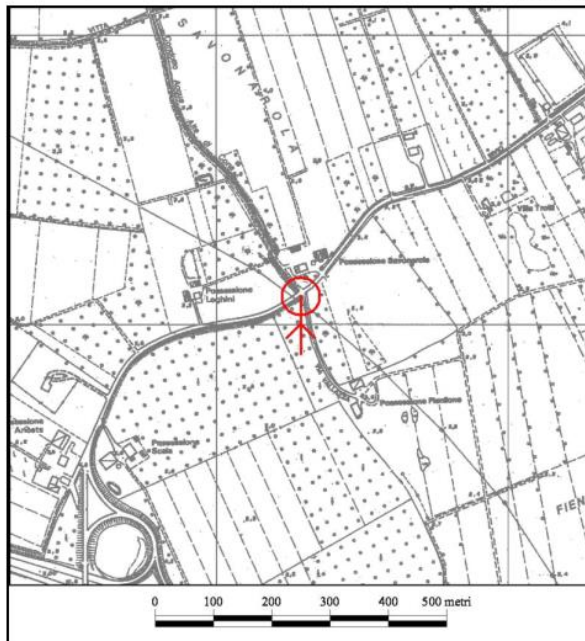


Foto 1 - Inquadramento



Foto 2 - Localizzazione



Foto 3 - Caposaldo



Tipologia: **BORCHIA**

Istituito da: **CBPF**

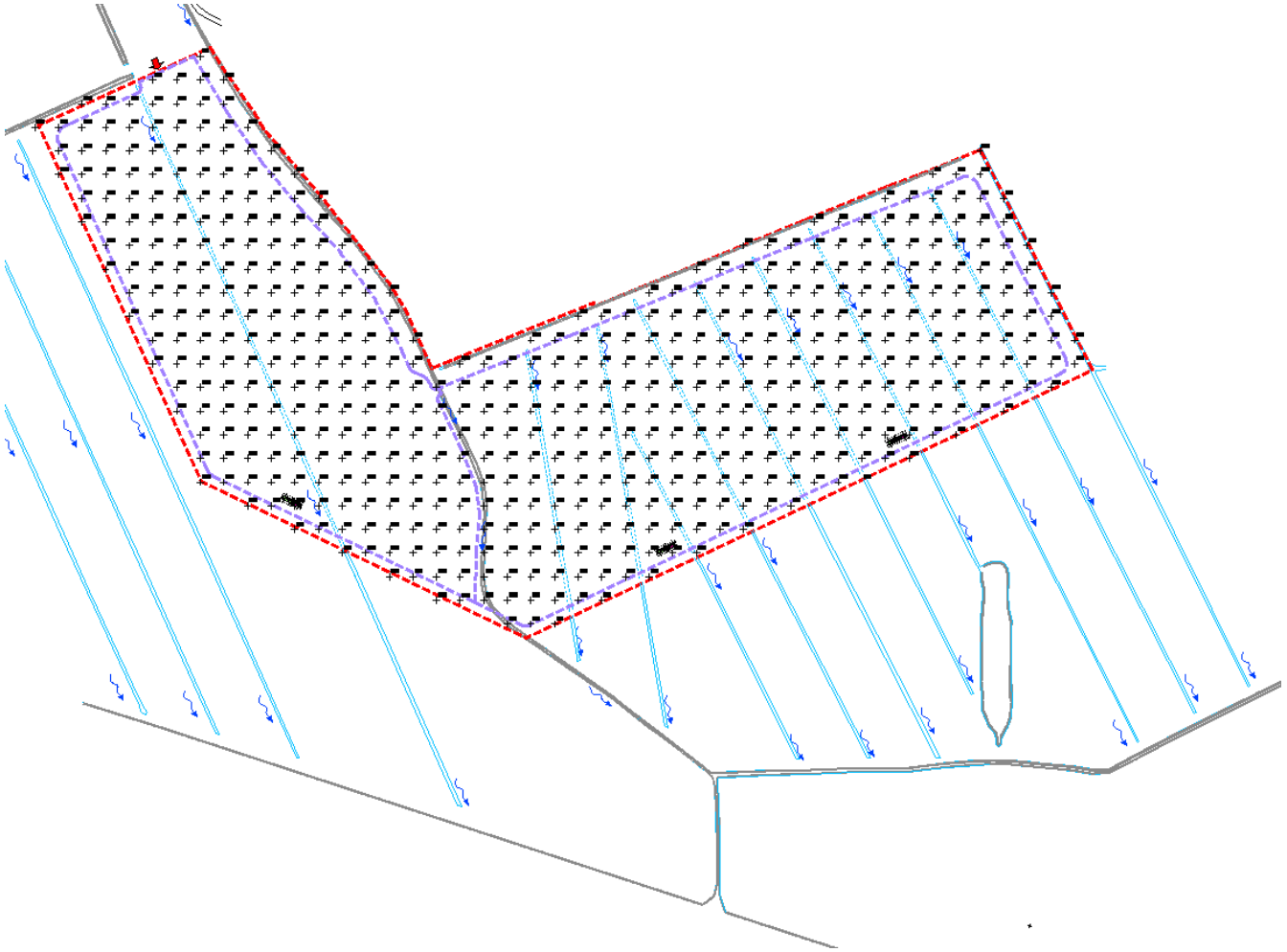
Linea: **115**

Descrizione: **Infisso sulla sommità rizzolo della fronte del ponte sul canale consorziale, lato valle, incrocio con via Vallazza**

Note:

Quota: **3,6489 m** s.l.m.

Quota Consorzio (+10,00): **13,6489 m.**



### 3. PIANO DI GESTIONE DEL RISCHIO DI ALLUVIONI (P.G.R.A.)

La Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione del rischio di alluvioni tende a creare un quadro di riferimento omogeneo a scala europea per la gestione dei fenomeni alluvionali con l'obiettivo di ridurre i rischi di conseguenze negative derivanti dalle alluvioni soprattutto per la vita e la salute umana, l'ambiente, il patrimonio culturale, l'attività economica e le infrastrutture; essa è stata recepita nell'ordinamento italiano con il Decreto Legislativo 23 febbraio 2010 n. 49.

La Direttiva e il D.lgs. 49/2010 privilegiano un approccio di pianificazione a lungo termine, chiedendo, fra l'altro, di dotarsi di uno specifico Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (P.G.R.A., art. 7 D.Lgs. 49/2010 e Dir. 2007/60/CE), partendo dalle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni.

In base all'art. 64 del D.Lgs. 152/2006, l'intero territorio nazionale è stato inizialmente ripartito in 8 Distretti Idrografici aventi le seguenti denominazioni: Alpi Orientali; Padano; Appennino Settentrionale; Serchio; Appennino Centrale; Appennino Meridionale; Sardegna; Sicilia.

In particolare, il territorio della Regione Emilia-Romagna è interessato da tre Piani: il PGRA del distretto padano, del distretto dell'Appennino Settentrionale e del distretto dell'Appennino Centrale.

Il distretto idrografico padano, coincidente con il bacino del fiume Po, interessa prevalentemente le Province di Piacenza, Parma, Reggio-Emilia, Modena e Ferrara e piccole porzioni della Città Metropolitana (già Provincia) di Bologna; l'Autorità di Bacino nazionale di riferimento è l'Autorità di Bacino del fiume Po (con sede a Parma).

Ogni distretto idrografico è a sua volta suddiviso in Unità di Gestione (Unit of Management, UoM), coincidenti con le Autorità di Bacino regionali, interregionali e nazionali istituite con la Legge 183/1989.

Nel caso specifico, si fa riferimento alla UoM ITN008 – Autorità di Bacino del fiume Po per il bacino del sito oggetto dello studio.



Nell'ambito di un quadro in continua evoluzione, l'assetto amministrativo con suddivisione in 8 Distretti Idrografici ha subito un aggiornamento con la Legge n. 221 del 28 dicembre 2015 che ha modificato sia l'art. 63 (Autorità di bacino distrettuale) sia l'art. 64 (Distretti idrografici) del D.Lgs. 152/2006. In particolare, con la modifica di quest'ultimo articolo, si è definito un nuovo assetto territoriale per i Distretti Idrografici portandoli da 8 a 7 con la soppressione del Distretto Idrografico del Serchio e la sua assimilazione al Distretto Idrografico dell'Appennino Settentrionale e con una diversa attribuzione ai Distretti di alcuni bacini regionali e interregionali, così come definiti ai sensi della Legge n. 183 del 18 maggio 1989.




---

#### ASSETTO DEI DISTRETTI IDROGRAFICI DOPO L'ENTRATA IN VIGORE DELLA LEGGE 221/2015

---

Successivamente, a seguito della seduta della Conferenza Istituzionale Permanente del 23 maggio 2017, è diventata operativa l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po che è subentrata alla già autorità di bacino del fiume Po alla quale vengono annessi i Bacini interregionali del Reno, del Fissero-Tartaro-CanalBianco, del Conca-Marecchia e i bacini regionali Romagnoli.

La regione Emilia-Romagna risulta così quasi interamente ricompresa nel distretto Padano, rimanendo esclusa una piccola porzione di territorio afferente al distretto dell'Appennino Centrale, così nel secondo ciclo di attuazione della Direttiva, il territorio della Regione Emilia-Romagna sarà interessato da due nuovi Piani (2021): il PGRA del distretto padano e il PGRA del distretto dell'Appennino Centrale.

**Secondo il nuovo assetto amministrativo, l'area su cui insisterà l'intervento di progetto, nel Comune di Ferrara (provincia di Ferrara), rientra nel distretto Padano.**

Strumento principale per la valutazione e la gestione del rischio sono le mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni (art. 6 D.Lgs. 49/2010 e art. 6 Dir. 2007/60/CE):

- le mappe della pericolosità rappresentano l'estensione potenziale delle inondazioni causate dai corsi

d'acqua (naturali e artificiali) e dal mare, con riferimento a tre scenari (alluvioni rare, poco frequenti e frequenti) e redatte per tre ambiti: reticolo naturale (principale e secondario), reticolo secondario di pianura (canali artificiali di bonifica), aree costiere marine;

- le mappe del rischio indicano la presenza degli elementi potenzialmente esposti (popolazione coinvolta, servizi, infrastrutture, attività economiche, etc.) che ricadono nelle aree allagabili e la corrispondente rappresentazione in 4 classi da molto elevata (R4) a moderata o nulla (R1); esse sono ottenute applicando opportune matrici di calcolo che forniscono il valore del rischio in funzione della pericolosità e del danno potenziale a cui il bene esposto può essere soggetto.

L'obiettivo generale della Direttiva e del P.G.R.A. è quello di ridurre le conseguenze negative delle alluvioni, nello specifico vengono definiti gli elementi da proteggere in via prioritaria: tutela della salute umana, dell'ambiente, del patrimonio culturale, dell'attività economica.

Le misure attraverso le quali raggiungere gli obiettivi di salvaguardia fissati si distinguono in 4 categorie (in aggiunta a M1 corrispondente all'intervento nullo), denominate, nella codifica suggerita dalla Commissione Europea, attraverso un codice progressivo:

- M2: misure di prevenzione;
- M3: misure di protezione;
- M4: misure di preparazione;
- M5: misure di ritorno alla normalità e analisi.

### 3.1. Aree a Rischio Significativo (ARS)

In generale, nell'ambito dei P.G.R.A vengono definite le Aree a Rischio Significativo (ARS, di livello distrettuale, regionale e locale), come aree con maggiori situazioni di criticità.

L'impostazione seguita dall'Autorità di Bacino del fiume Po per la redazione del P.G.R.A. consiste nell'individuazione, a partire dalle mappe della pericolosità e del rischio di alluvioni, di unità territoriali dove le condizioni di rischio potenziale sono significativamente 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.

In particolare, le ARS di livello regionale individuate per il territorio della Regione Emilia-Romagna ricadente nel distretto del Po sono:

- Area omogenea collina – montagna;
- Area omogenea pianura - corsi d'acqua naturali di pianura, non già ricompresi nelle ARS di distretto;
- Area omogenea pianura – reticolo secondario di bonifica, che comprende i comprensori di bonifica nell'ambito di pianura su cui hanno competenza i seguenti Consorzi: Consorzio di Bonifica di Piacenza, Parmense, dell'Emilia-Centrale, Burana, di Ferrara e il Consorzio di Bonifica della Renana, per limitate porzioni di territorio.

**Il sito di interesse ricade nell'ARS di livello regionale "Area omogenea pianura – reticolo secondario di bonifica".**

#### 3.1.1. ARS "Area omogenea pianura – reticolo secondario di bonifica"

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.

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.

All'interno dell'ARS di pianura ricadono tre importanti aree che sono tenute distinte:

- Bacino Burana – Po di Volano;
- Area di influenza ovest Reno;
- Area di influenza nord Reno.

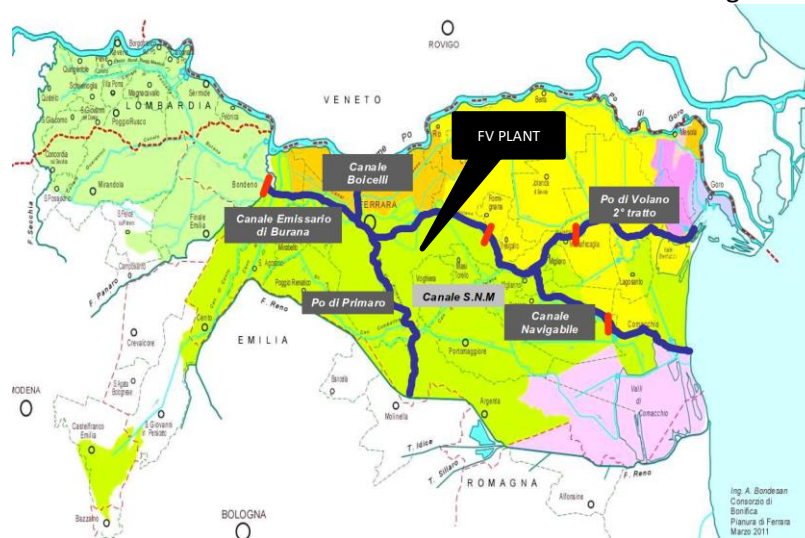
**Il sito di interesse ricade all'interno dell'area "Bacino Burana – Po di Volano".**

### 3.1.1.1. Il Bacino Burana – Po di Volano

I corsi d'acqua principali del bacino sono:

- Canale Emissario di Burana;
- Canale Boicelli;
- Po di Primaro;
- Po di Volano;
- Canale Navigabile,

su cui ha competenza il Servizio Tecnico Bacino Po di Volano e della Costa della Regione Emilia-Romagna.



BACINO BURANA – PO DI VOLANO: RETICOLO PRINCIPALE

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.

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.



### 3.2. Aggiornamento giugno 2020: Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR)

A giugno 2020 è stato pubblicato un documento che raccoglie le schede di sintesi delle Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) regionali ricadenti nel territorio dell'Emilia-Romagna, individuate ai sensi dell'art. 5 della Direttiva 2007/60/CE e del D.Lgs. 49/2010 nel dicembre 2018, in attuazione del secondo ciclo della Direttiva.

In realtà il calcolo dei tiranti idrici risente di problematiche legate alla disponibilità di dati e alla qualità degli stessi, così che, relativamente all'utilizzo pratico di tali informazioni nell'ambito di studi di livello locale o puntuale, nel documento pubblicato si legge quanto segue: *“Si sottolinea che il livello di confidenza delle elaborazioni, in ragione dei metodi semplificati utilizzati, non è attualmente adeguato per analisi alla scala locale”*.

**Il sito di interesse non rientra nelle APSFR regionali catalogate nel documento di cui sopra.**

### 3.3. Aggiornamento 2022: Aggiornamento Mappe a Rischio Potenziale Significativo

Successivamente all'adozione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni (PGRA) 2022-2027, avvenuta a fine dicembre 2021, l'Autorità di bacino distrettuale del fiume Po ha adottato - con il Decreto Segretariale n. 44 dell'11 aprile 2022 - un importante aggiornamento del quadro della pericolosità di alluvioni per le aste arginate.

Il Progetto di aggiornamento delle mappe PGRA delle aree allagabili delle aste arginate di Po, Parma, Enza, Secchia, Panaro e Reno risulta dagli approfondimenti condotti attraverso modelli bidimensionali e simulazioni di scenari di allagamento conseguenti a processi di tracimazione e rottura arginale nel caso in cui i profili di piena non siano contenibili con franchi adeguati all'interno dei sistemi arginali. In generale questi approfondimenti hanno consentito di definire il limite, che per convenzione era posizionato sulle sommità arginali, con l'effettivo limite esterno degli allagamenti conseguenti a scenari di tracimazione e rottura arginale.

In particolare:

- nel bacino del fiume Po – per le Aree a Rischio Potenziale Significativo (APSFR) distrettuali arginate del Po, Panaro, Secchia, Enza, Parma-Baganza, nell'ambito delle Mappe relative al primo ciclo sessennale e del 2019, il limite delle aree allagabili per lo scenario frequente e poco frequente era stato convenzionalmente delimitato in corrispondenza del tracciato delle arginature, in mancanza, spesso, di valutazioni aggiornate sui franchi arginali e soprattutto in mancanza di informazioni adeguate sulle modalità di propagazione dell'allagamento in conseguenza alla tracimazione e rottura arginale.

### 3.4. Verifica scenari di allagamento

L'analisi di pericolosità delle alluvioni è condotta sulla base della normativa vigente, della cartografia e dei dati storici reperibili per il territorio di riferimento, come richiamati nei paragrafi precedenti.

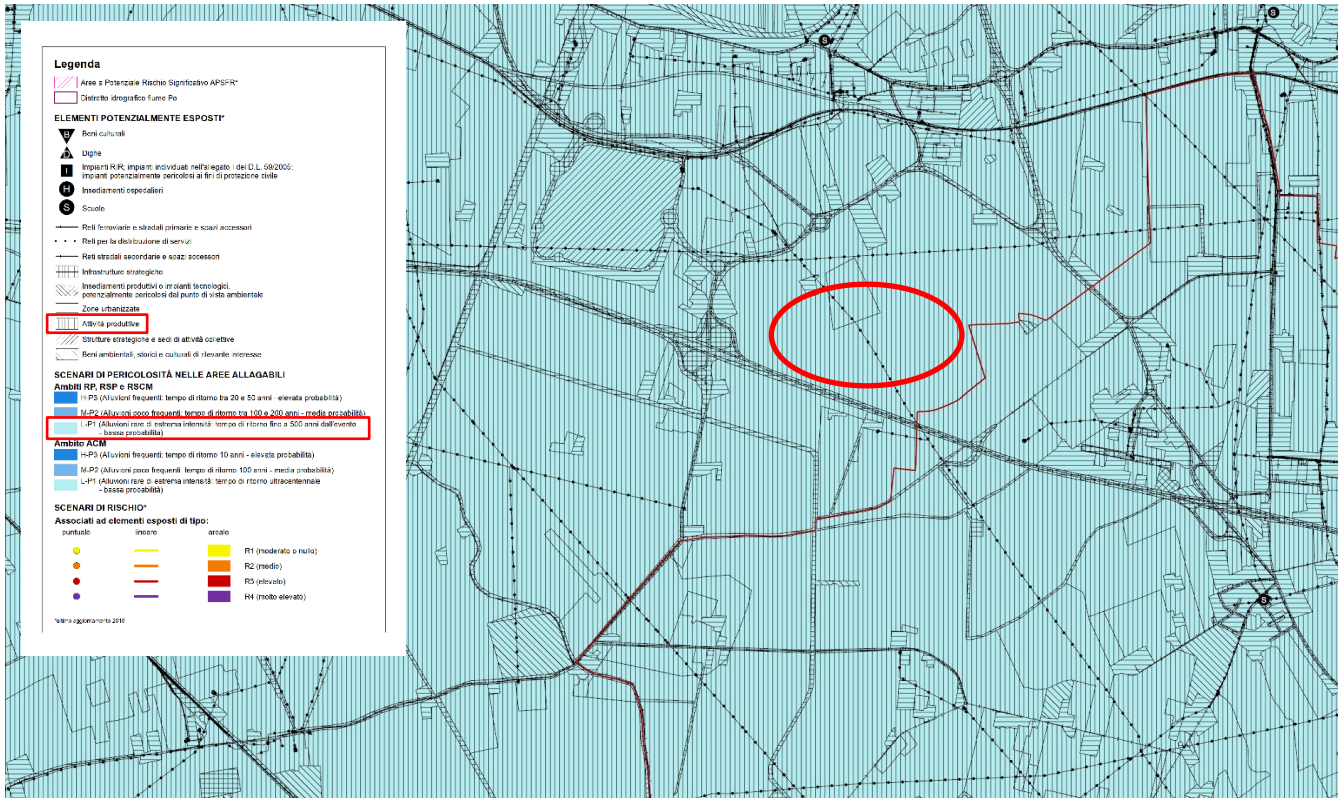
L'area oggetto di esame, nel Comune di Ferrara (FE), rientra nel distretto idrografico padano, come la maggior parte del territorio emiliano-romagnolo, secondo l'attuale assetto amministrativo.

Essa ricade nel bacino del fiume Po (ITN008 fa riferimento alla Unità di Gestione o UoM Unit of Management Po).

#### 3.4.1. Ambito territoriale: reticolo naturale principale – Po

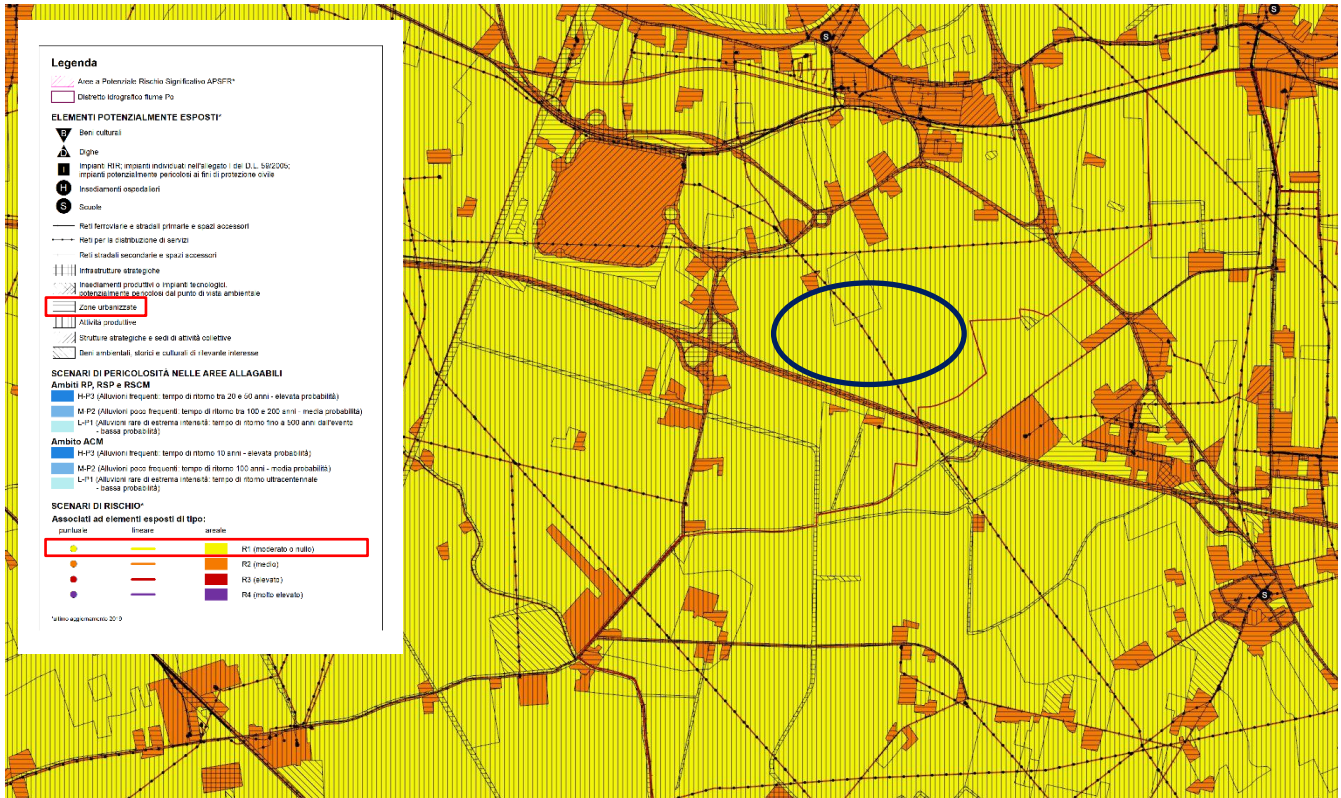
Si fa riferimento alla seguente cartografia che interessa il territorio in cui si trova l'area in esame:

- **RP - “Mappa della pericolosità e degli elementi potenzialmente esposti (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010) - Ambito territoriale: Reticolo naturale principale” - SECONDO CICLO**, tratta da: S.I.T. Regione Emilia-Romagna MOKA DIRETTIVA ALLUVIONI 2007/60/CE (DIR. ALL. 2022)



Dalla consultazione di tale cartografia, di cui è riportato uno stralcio con legenda, risulta che il comparto in oggetto (evidenziazione con ellisse rossa) si trova all'interno dell'area classificata in **Scenario di Pericolosità "P1 – L (Alluvioni rare di estrema intensità: tempo di ritorno fino a 500 anni dall'evento – bassa probabilità)"**.

**RP - "Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010) - Ambito territoriale: Reticolo naturale principale" - SECONDO CICLO**, tratta da: S.I.T. Regione Emilia-Romagna MOKA DIRETTIVA ALLUVIONI 2007/60/CE (DIR. ALL. 2019)



Dalla consultazione di tale cartografia, di cui è riportato uno stralcio con legenda, si evince che, dal punto di vista areale, il comparto in oggetto (evidenziazione con ellisse blu), comprende aree inedificate in **Classe di Rischio "R1 (rischio moderato o nullo)"**.

Le Norme di attuazione del PAI del fiume Po, come modificate dalla Variante adottata con Deliberazione n. 5 del 7 dicembre 2016 del Comitato Istituzionale, al TITOLO V "NORME IN MATERIA DI COORDINAMENTO TRA IL PAI E IL PIANO DI GESTIONE DEI RISCHI DI ALLUVIONE (PGRA), prescrivono con l'art. 58 "Aggiornamento agli indirizzi alla pianificazione urbanistica, ai sensi dell'art. 65, comma 6 del D.Lgs. n. 152/2006", al comma 2, quanto segue:

*"...le Regioni individuano, ove necessario, eventuali ulteriori misure ad integrazione di quelle già assunte in sede di adeguamento dello strumento urbanistico al PAI. Dette misure, salva la possibilità di una loro migliore specificazione ed articolazione sulla base dei dati ed elementi a disposizione negli specifici casi, devono essere coerenti rispetto ai riferimenti normativi di seguito indicati:*

**a) Reticolo principale di pianura e di fondovalle (RP):**

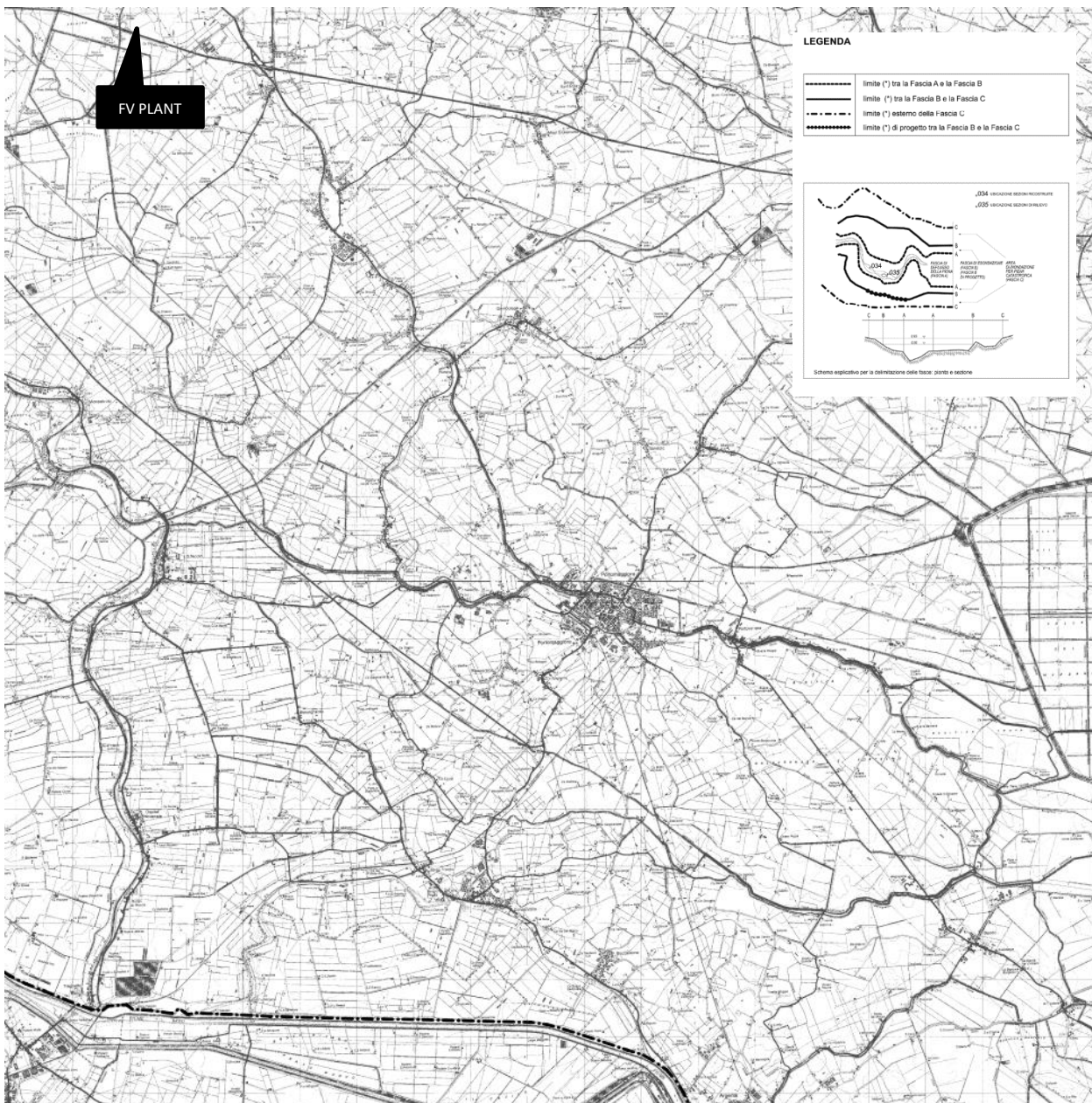
*...nelle aree interessate da alluvioni rare (aree P1), alle disposizioni di cui al precedente art 31"*

L'art. 31 del PAI, relativo ad aree di inondazione per piena catastofica (Fascia C), prescrive tra l'altro che

*"...4. Compete agli strumenti di pianificazione territoriale e urbanistica, regolamentare le attività consentite, i limiti e i divieti per i territori ricadenti in fascia C."*

Tra gli elaborati facenti parte del PAI del bacino del fiume Po, in particolare risulta utile consultare le tavole di delimitazione delle fasce fluviali, specificamente il foglio 204 – Portomaggiore, dal quale si evince che l'area di intervento ricade all'interno della "Fascia C" definita "Area di inondazione per piena catastofica".





## PIANO STRALCIO PER L'ASSETTO IDROGEOLOGICO (PAI)

TAVOLE DI DELIMITAZIONE DELLE FASCE FLUVIALI – FOGLIO 204 - PORTOMAGGIORE

Nell'Allegato 3 – Metodo di delimitazione delle fasce fluviali al Titolo II – Norme per le fasce fluviali delle Norme di attuazione (elaborato 7), all'articolo 2. Assunzioni per la delimitazione delle fasce fluviali, si legge quanto segue:

**“Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C). Si assume come portata di riferimento la massima piena storicamente registrata, se corrispondente a un TR superiore a 200 anni, o in assenza di essa, la piena con TR di 500 anni.”**

Nell'elaborato 7. Norme di attuazione, Titolo II – Norme per le fasce fluviali, Parte I – Natura, contenuti ed effetti del Piano per la parte relativa all'estensione delle fasce fluviali, all'Art. 31. **Area di inondazione per piena catastrofica (Fascia C)** si legge quanto segue:

1. *Nella Fascia C il Piano persegue l'obiettivo di integrare il livello di sicurezza alle popolazioni, mediante la predisposizione prioritaria da parte degli Enti competenti ai sensi della L. 24 febbraio 1992, n. 225 e quindi da parte delle Regioni o delle Province, di Programmi di previsione e prevenzione, tenuto conto delle ipotesi di rischio derivanti dalle indicazioni del presente Piano.*

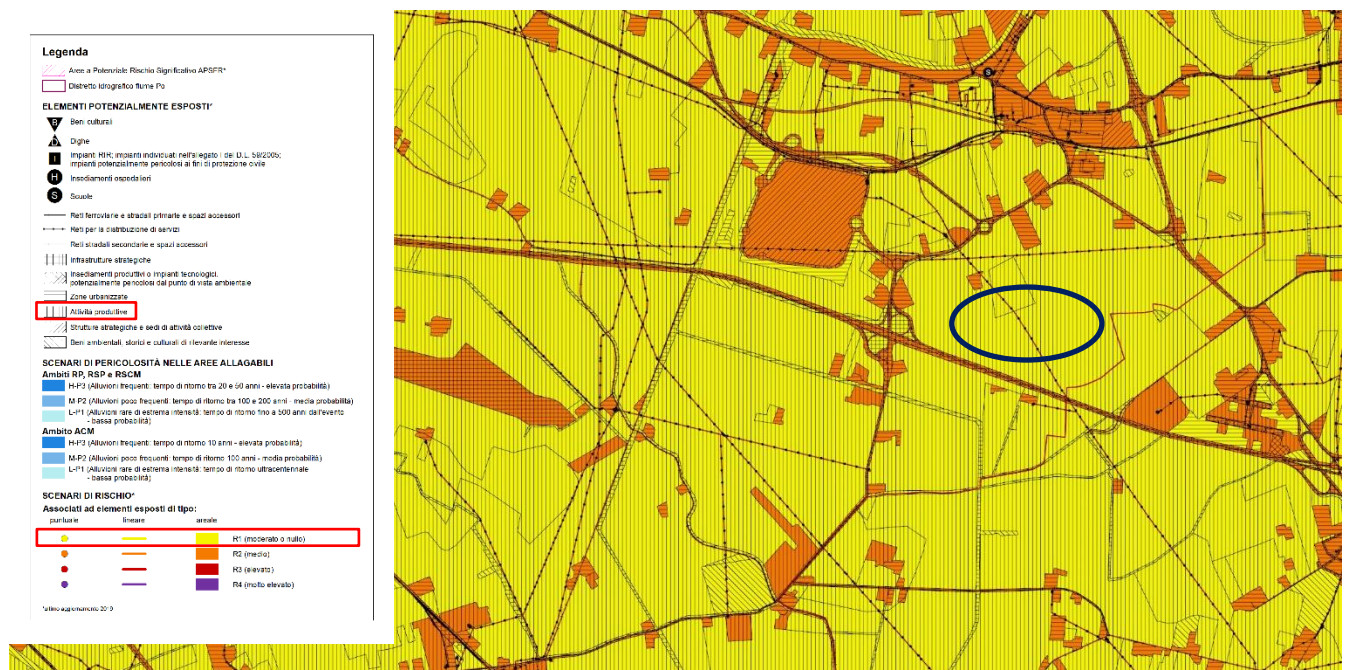




Dalla consultazione di tale cartografia, di cui è riportato uno stralcio con legenda, risulta che il comparto in oggetto (evidenziazione con ellisse rossa) nel Comune di Ferrara si all'interno dell'area classificata in **Scenario di pericolosità "P2 – M (Alluvioni poco frequenti: tempo di ritorno tra 100 e 200 anni – media probabilità)"**.

Si vuole comunque sottolineare che nella tavola di cui al primo ciclo è specificato quanto segue: *"Le mappe della pericolosità non tengono conto della possibilità che si verifichino rotture arginali o malfunzionamenti degli impianti di sollevamento e delle opere di gestione delle piene (chiaviche, paratoie, ecc.)."*

• **RSP - "Mappa del rischio potenziale (art. 6 della Direttiva 2007/60/CE e art. 6 del D.Lgs. 49/2010) - Ambito territoriale: Reticolo Secondario di Pianura" - SECONDO CICLO**, tratta da: S.I.T. Regione Emilia-Romagna MOKA DIRETTIVA ALLUVIONI 2007/60/CE (DIR. ALL. 2019)



Dalla consultazione di tale cartografia, di cui è riportato uno stralcio con legenda, si evince che, dal punto di vista areale, il comparto in oggetto (evidenziazione con ellisse blu), si trova interamente in **Classe di Rischio "R1 (rischio moderato o nullo)"**.

L'art. 5.2 dell'Atto di Giunta della Regione Emilia-Romagna "Prime disposizioni regionali concernenti l'attuazione del Piano di Gestione del Rischio di Alluvioni..." approvato nella seduta del 1° agosto 2016, prescrive quanto segue:

*"...nelle aree perimetrate a pericolosità P3 e P2 dell'ambito Reticolo Secondario di Pianura, laddove negli strumenti di pianificazione territoriale ed urbanistica non siano già vigenti norme equivalenti, si deve garantire l'applicazione:*

- di misure di riduzione della vulnerabilità dei beni e delle strutture esposte, anche ai fini della tutela della vita umana;
- di misure volte al rispetto del principio dell'invarianza idraulica, finalizzate a salvaguardare la capacità ricettiva del sistema idrico e a contribuire alla difesa idraulica del territorio."

### 3.4.3. Conclusioni relative alla Verifica scenari di allagamento

In conclusione, rimarcando come premessa che le norme di piano, precedentemente richiamate, affidano all'amministrazione comunale, tra l'altro, l'onere e la responsabilità di effettuare gli aggiornamenti eventualmente necessari del piano di emergenza di protezione civile e degli strumenti urbanistici di propria competenza in funzione del rischio idraulico, per le opere di progetto interessanti sotto il punto di vista qui esposto, opere che risultano comunque coerenti con tale piano e tali strumenti, si deve osservare quanto segue:

- per quanto concerne il secondo punto dell'art. 5.2 del citato Atto di Giunta della Regione Emilia-Romagna, ossia



l'invarianza idraulica, tale principio verrà rispettato grazie alla progettazione di opportune vasche di laminazione, descritta nei seguenti paragrafi.

#### 4. INVARIANZA IDRAULICA

Oggetto del seguente capitolo è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativi al progetto in studio.

Essa ha ad oggetto sia la valutazione della fattibilità idraulica dell'intervento con particolare riferimento alle classificazioni ed alle norme idrauliche sovraordinate, ovvero del Piano di Gestione del Rischio Alluvioni del Distretto del Fiume Po, e dei Piani di Assetto Idrogeologico e Piani Stralcio regionali e interregionali che governano l'area oggetto di intervento, sia delle procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica, conformemente alla Delibera 61/2009 DEL Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara.

Una trasformazione del territorio è sottoposta alla verifica di invarianza idraulica quando essa determina un aggravio della portata di piena del corpo idrico ricevente i deflussi superficiali originati dall'area stessa.

Per rispetto del principio dell'invarianza idraulica, l'effetto dell'impermeabilizzazione di parte delle superfici di progetto comporta una drastica riduzione della capacità di ricezione e accumulo idrico tipica dei terreni naturali, perciò un trasferimento molto più efficace e veloce verso il ricettore finale, deve essere contrastato dall'accumulo temporaneo di un volume d'acqua sufficiente a garantire che il valore massimo di portata in uscita sia compatibile con l'officiosità del ricettore durante gli eventi di piena.

In sostanza occorre garantire una portata defluente verso il ricettore pari a quella che sarebbe scaturita dai terreni nella loro condizione naturale precedente all'urbanizzazione, fatto salvo il rispetto dei valori massimi di immissione prescritti dagli enti gestori dei ricettori interessati.

L'accumulo temporaneo di tale volume d'acqua avviene nella vasca di laminazione, che ha dunque la funzione di laminare, ossia diminuire, la portata al colmo di piena verso il ricettore.

Si richiamano di seguito i principali dettami normativi e regolamentari di riferimento, per il territorio in esame, relativamente al controllo degli apporti d'acqua e agli invasi di laminazione.

Delibera n. 61 del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara in data 04/12/2009 Prot. n. 3877 concernente l'adozione delle "PROCEDURE DI CALCOLO DEI VOLUMI DI ACCUMULO PER L'APPLICAZIONE DEL PRINCIPIO DI INVARIANZA IDRAULICA".

In tale documento, si legge quanto segue:

"...

1. *le opere di nuova urbanizzazione nel territorio consortile dovranno essere realizzate perseguendo il fine dell'invarianza idraulica. Il Consorzio di riserva la possibilità, a fronte di conclamate condizioni di "esubero" di potenzialità di ricezione, di permettere l'incremento delle portate di punta in ingresso alla rete.*
2. *Il rispetto dell'invarianza idraulica di cui al punto 1 potrà essere perseguito attraverso interventi di mitigazione delle portate in ingresso alla rete Consorziale nel rispetto delle seguenti prescrizioni minime, che individuano la portata massima accettabile e il volume di invaso minimo richiesto per diverse fasce di estensione delle urbanizzazioni:*

...

Superfici urbanizzate oltre 1,00 Ha

5. *Portata massima accettabile  $Q_i = 8 \text{ lt/sec Ha}$ ;*

6. *Volume minimo invasabile  $W_i = \text{il valore più alto tra } 350 \text{ mc/Ha urbanizzato e } 500 \text{ mc/ha impermeabilizzato.}$*

..."

#### 4.1. Dimensionamento delle vasche di laminazione

Secondo le procedure di calcolo adottate con la delibera citata, il volume minimo  $V_{N,LAM}$  da assegnare al sistema di laminazione si ottiene dalla seguente formula:

$$V_{N,LAM} = \text{Max} (350 \cdot S_{URB} ; 500 \cdot S_{IMP})$$

In base alla tipologia di progetto (Impianto fotovoltaico) si ha che  $S_{urb} = 0m^2$ , dunque  $V_{N,LAM} = 500 \cdot S_{IMP}$ .

Di seguito, si specificano i valori e le caratteristiche dell'area oggetto d'intervento:

|  | Area [m <sup>2</sup> ]      |
|--|-----------------------------|
| <b>Estensione bacino contribuente</b>              | <b>101.050</b>              |
| <b>Superficie impermeabilizzata</b>                | <b>Area [m<sup>2</sup>]</b> |
| Proiezione a terra moduli                          | 43.371                      |
| Cabinati Trafo + Inverter                          | 147                         |
| Cabina di interfaccia + Control Room               | 66                          |
| Cabina ENEL + Locale misure (Standard ENEL DG2092) | 17                          |
| <b>Totale</b>                                      | <b>43.601</b>               |

Il volume minimo da assegnare alla vasca di laminazione in funzione della superficie impermeabilizzata è pari a:

$$V_{LAM,IMP} = 500 \cdot S_{IMP} = 500 \text{ m}^3/\text{ha} \cdot 4,3601 \text{ ha} = \mathbf{2180,0 \text{ m}^3}$$

Il volume minimo di laminazione da assegnare alla vasca risulta così:

$$V_{N,LAM} = \text{Max} (350 \cdot S_{URB} ; 500 \cdot S_{IMP}) = \mathbf{2180,0 \text{ m}^3}$$

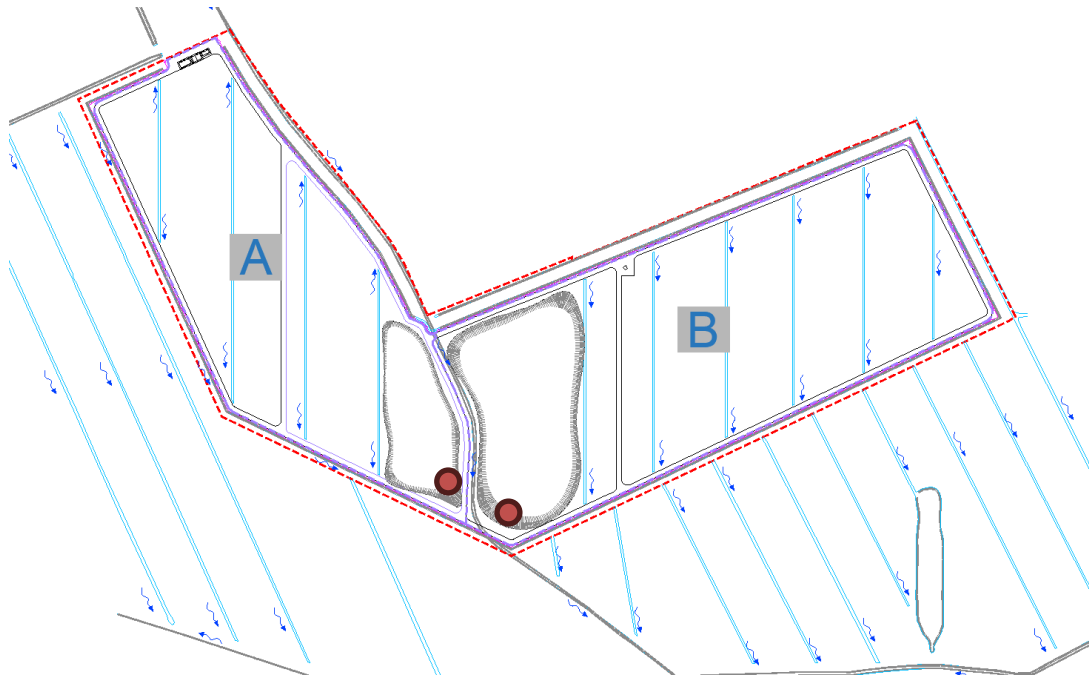
La portata ammessa allo scarico per il rispetto del principio di invarianza idraulica sarà in ogni caso pari a:

$$Q_{SCARICO} = 8 \cdot S_N = 8 \text{ l}/(\text{s} \cdot \text{ha}) \cdot 10,105 \text{ ha} = \mathbf{80,8 \text{ l/s}}$$

L'area di intervento verrà suddivisa in 2 bacini, contraddistinti delle lettere A e B.

L'area di intervento è attualmente utilizzata a scopo agricolo estensivo. Dalle risultanze geologiche la falda è da ritenersi superficiale, con terreni tipicamente limo sabbiosi, con strati argillosi. Sono da ritenersi esclusi ogni dispositivo di dispersione nel terreno, ed è stata scelta la realizzazione di due invasi che scaricano lungo un canale di scolo esistente che taglia il lotto in due da nord a sud.

Al fine di garantire invarianza idraulica, verranno realizzati 2 invasi, uno per ciascun bacino, con superfici, volumi e portate ammesse allo scarico di seguito specificati:



|  | Bacino A - Area [m <sup>2</sup> ]      | Bacino B - Area [m <sup>2</sup> ]      |
|--|--|--|
| <b>Estensione bacino contribuente</b>              | <b>43.066</b>                          | <b>57.984</b>                          |
| <b>Superficie impermeabilizzata</b>                | <b>Bacino A - Area [m<sup>2</sup>]</b> | <b>Bacino B - Area [m<sup>2</sup>]</b> |
| Proiezione a terra moduli                          | 18.011                                 | 25.360                                 |
| Cabinati Trafo + Inverter                          | 49                                     | 98                                     |
| Cabina di interfaccia + Control Room               | 66                                     | 0                                      |
| Cabina ENEL + Locale misure (Standard ENEL DG2092) | 17                                     | 0                                      |
| <b>Totale</b>                                      | <b>18.143</b>                          | <b>25.458</b>                          |

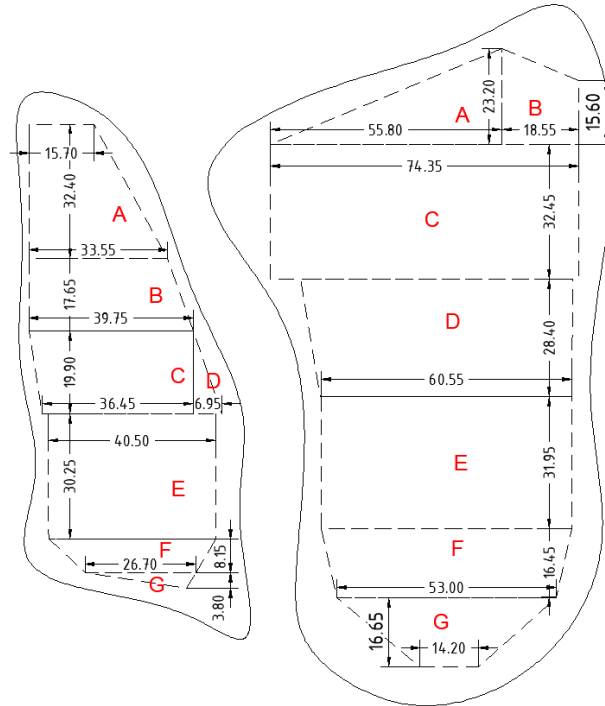
$$V_{LAM,A} = 500 * S_{IMP,A} = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 1,8143 \text{ ha} \approx \mathbf{907 \text{ m}^3}$$

$$V_{LAM,B} = 500 * S_{IMP,B} = 500 \text{ m}^3/\text{ha} * 2,5458 \text{ ha} \approx \mathbf{1273 \text{ m}^3}$$

$$Q_{SCARICO,A} = 8 * S_N = 8 \text{ l}/(\text{s} * \text{ha}) * 4,3066 \text{ ha} \approx \mathbf{34,4 \text{ l/s}}$$

$$Q_{SCARICO,B} = 8 * S_N = 8 \text{ l}/(\text{s} * \text{ha}) * 5,7984 \text{ ha} \approx \mathbf{46,4 \text{ l/s}}$$

Il volume utile netto delle vasche di laminazione dovrà essere almeno pari ai valori minimi sopra indicati per ciascuno.



| Bacino A |        |        |       |                        |             |                          |
|----------|--------|--------|-------|------------------------|-------------|--------------------------|
| id       | B1 [m] | B2 [m] | H [m] | Area [m <sup>2</sup> ] | Tirante [m] | Volume [m <sup>3</sup> ] |
| A        | 33,55  | 15,7   | 32,4  | 797,85                 | 0,25        | 199                      |
| B        | 39,75  | 33,55  | 17,65 | 646,8725               | 0,25        | 162                      |
| C        | 39,75  | 36,45  | 19,9  | 758,19                 | 0,25        | 190                      |
| D        | 6,95   | -      | 19,9  | 69,1525                | 0,25        | 17                       |
| E        | 40,5   | -      | 30,25 | 1225,125               | 0,25        | 306                      |
| F        | 40,5   | 26,7   | 8,15  | 273,84                 | 0,25        | 68                       |
| G        | 26,7   |        | 3,8   | 50,73                  | 0,25        | 13                       |
|          |        |        |       | <b>3822</b>            |             | <b>955</b>               |
| Bacino B |        |        |       |                        |             |                          |
| id       | B1 [m] | B2 [m] | H [m] | Area [m <sup>2</sup> ] | Tirante [m] | Volume [m <sup>3</sup> ] |
| A        | 55,8   |        | 23,2  | 647                    | 0,25        | 162                      |
| B        | 23,2   | 15,6   | 18,55 | 360                    | 0,25        | 90                       |
| C        | 74,35  |        | 32,45 | 1206                   | 0,25        | 302                      |
| D        | 74,35  | 60,55  | 28,4  | 1056                   | 0,25        | 264                      |
| E        | 60,55  | -      | 31,95 | 1935                   | 0,25        | 484                      |
| F        | 60,55  | 53     | 16,45 | 934                    | 0,25        | 233                      |
| G        | 53     | 14,2   | 16,55 | 439                    | 0,25        | 110                      |
|          |        |        |       | <b>6576</b>            |             | <b>1644</b>              |



$$V_{VASCA,A} \approx 955 \text{ m}^3 \geq V_{LAM,A} = 907 \text{ m}^3$$

$$V_{VASCA,B} \approx 1644 \text{ m}^3 \geq V_{LAM,B} = 1273 \text{ m}^3$$

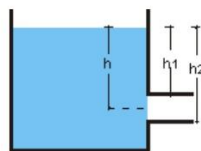
Gli invasi saranno realizzati con una depressione a sponde dolci, con altezza massima di 0.35 cm. Ciò garantirà quote di svuotamento ammissibili con i battenti.

#### 4.2. Dimensionamento dei manufatti di scarico

Lo svuotamento degli invasi verrà effettuato per mezzo di una luce calibrata in funzione del tirante presente all'interno del manufatto di scarico.

Il tirante è stato impostato pari al massimo riempimento ammesso all'interno della vasca di laminazione, ovvero 0,25 m.

Il sistema di scarico può essere modellizzato come segue:



$$Q = \mu S \sqrt{2gh}$$

##### 4.2.1. Bacino A

Di seguito si riporta il dimensionamento della bocca tarata rapportata ai diametri commerciali per una tubazione in PVC serie SN4 (norma UNI EN 1401-1).

Richiamando quanto calcolato al paragrafo 5.1.:

$$Q_{SCARICO,A} = 8 \cdot S_N = 8 \text{ l/(s*ha)} \cdot 4,3066 \text{ ha} \approx \mathbf{34,4 \text{ l/s}}$$

| Tirante [mm] | $\varnothing_{est}$ bicchiere manufatto di scarico [mm] | $\varnothing_{int}$ manufatto di scarico [mm] | Portata di scarico [l/s] | Verifica portata [Portata scarico < Portata max scaricabile] |
|--------------|---|---|--------------------------|--|
| 250          | 160   | 152   | 32,95                    | VERIFICATO   |
| 250          | 200   | 190,2   | 51,59                    | NON VERIFICATO   |

La portata in uscita verrà controllata per mezzo di un manufatto di scarico provvisto di uno scarico calibrato (**tubo in PVC serie SN4 Dn160**) in modo da restituire, nella condizione di massimo invaso, la portata inferiore alla portata massima ammessa per il tempo di ritorno di progetto, pari a 34,4 l/s.

**Il valore di  $Q = 32,95 \text{ l/s}$  è corrispondente ad un Coefficiente Udometrico di  $7,65 \text{ l/s} \times \text{Ha}$ , valore inferiore al limite massimo ammissibile di  $8 \text{ l/s} \times \text{Ha}$ .**

##### 4.2.2. Bacino B

Di seguito si riporta il dimensionamento della bocca tarata rapportata ai diametri commerciali per una tubazione in PVC serie SN4.

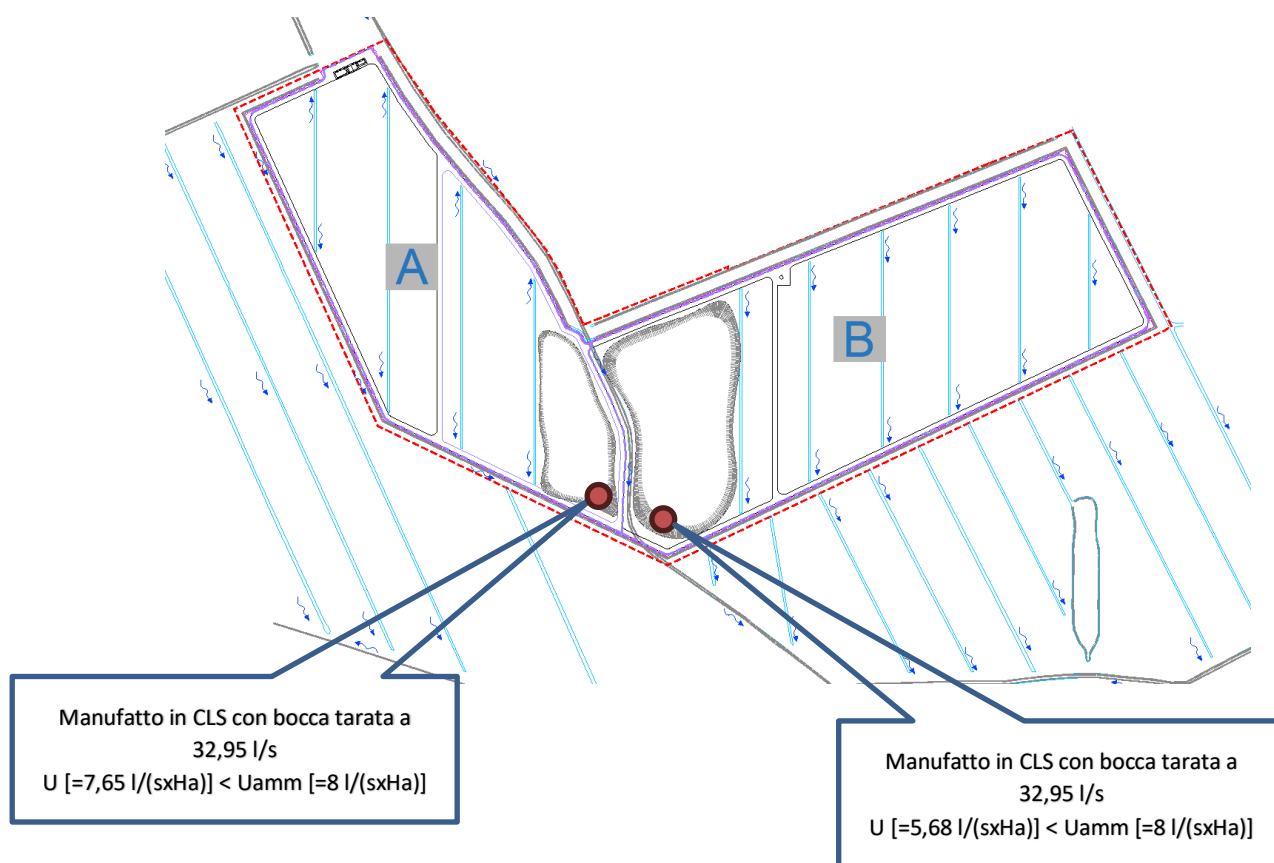
Richiamando quanto calcolato al paragrafo 5.1.:

$$Q_{\text{SCARICO,B}} = 8 \cdot S_N = 8 \text{ l/(s} \cdot \text{ha)} \cdot 5,7984 \text{ ha} \approx 46,4 \text{ l/s}$$

| Tirante [mm] | $\varnothing_{\text{est}}$ bicchiere manufatto di scarico [mm] | $\varnothing_{\text{int}}$ manufatto di scarico [mm] | Portata di scarico [l/s] | Verifica portata [Portata scarico < Portata max scaricabile] |
|--------------|--|--|--------------------------|--|
| 250          | 160  | 152  | 32,95                    | VERIFICATO   |
| 250          | 200  | 190,2  | 51,59                    | NON VERIFICATO   |

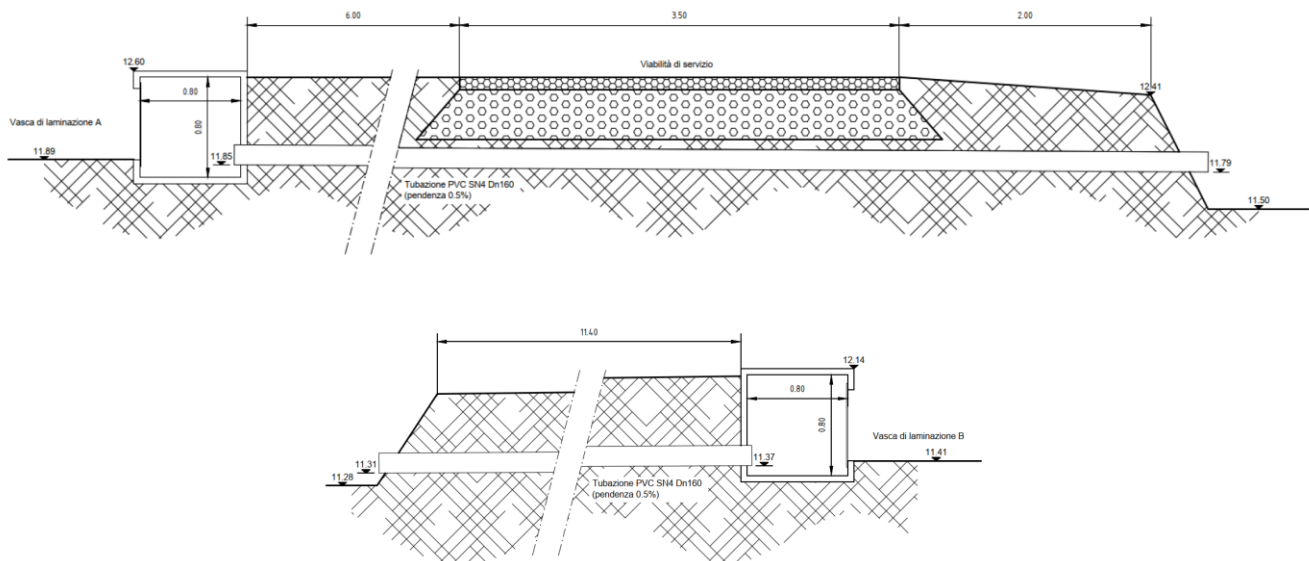
La portata in uscita verrà controllata per mezzo di un manufatto di scarico provvisto di uno scarico calibrato (**tubo in PVC serie SN4 Dn160**) in modo da restituire, nella condizione di massimo invaso, la portata inferiore alla portata massima ammessa per il tempo di ritorno di progetto, pari a 46,4 l/s.

Il valore di  $Q = 32,95 \text{ l/s}$  è corrispondente ad un Coefficiente Udometrico di  $5,68 \text{ l/s} \times \text{Ha}$ , valore inferiore al limite massimo ammissibile di  $8 \text{ l/s} \times \text{Ha}$ .



## 5. CONSIDERAZIONI FINALI

Si è deciso di non prevedere uno sfioratore di sicurezza a quota superiore al livello di massimo invaso, in quanto non ritenuto necessario. Il dimensionamento dei volumi è ritenuto cautelativo anche per eventi eccedenti quelli previsti: la conformazione del layout di progetto (presenza di una strada perimetrale in quota rispetto al piano campagna) e i volumi disponibili delle scoline potrebbero garantire una adeguata capacità contenitiva dell'evento straordinario.



SEZIONE LINEE DI SCARICO (IN ALTO RELATIVAMENTE ALLA VASCA DI LAMINAZIONE A, IN BASSO RELATIVAMENTE ALLA VASCA DI LAMINAZIONE IN B)

Lo scarico recapiterà in corrispondenza di un fosso esistente, adeguatamente risezionato. I profili e le relative quote di tali tratti sono desunti dall'elaborato grafico allegato.

## 6. CONCLUSIONI

Il presente studio ha posto in evidenza la possibilità di realizzare una serie di interventi finalizzati alla mitigazione dell'impatto idraulico derivante dalla costruzione del parco fotovoltaico nell'area di intervento (circa 10,1 ha). La portata idraulicamente compatibile è stata stimata in 80,1 l/s per l'intero ambito di intervento, ma l'area è stata suddivisa in 2 bacini, A e B, caratterizzati rispettivamente da portata idraulicamente compatibile di 34,4 l/s e 46,4 l/s.

Per garantire la compatibilità di tali portate scaricate con gli interventi in progetto si propone la realizzazione di un due volumi di invaso di compensazione pari a circa 2600 m<sup>3</sup> complessivi (maggiore del volume minimo da assegnare alla vasca di laminazione complessiva, pari a 2180 m<sup>3</sup>). Tutto il volume di invaso verrà realizzato con due bacini a cielo aperto di profondità limitata e sponde dolci, come rappresentato negli elaborati tecnici allegati. Il sistema di recapito interno al lotto di intervento avverrà utilizzando le scoline e la relativa sistemazione agraria. In particolare, saranno risezionate le linee delle scoline e adeguate le linee di massima pendenza per garantire il corretto deflusso delle acque nei due bacini posti nel baricentro del lotto.