

ALFI GREEN S.R.L.

Impianto Agrivoltaico Avanzato denominato “Bandissolo” da 24.979,5 kWp, abbinato a un sistema di accumulo elettrochimico da 12.000 kW, opere connesse ed infrastrutture indispensabili

Comuni di Argenta e Portomaggiore (FE)

Progetto Definitivo Impianto Agrivoltaico Avanzato combinato con SdA e Opere Elettriche di Utenza

Allegato 11-Relazione sistema di drenaggio

Rev 0 – Novembre 2024

Professionista incaricato: Dott. Ing. Alessandro Pazzi
(LIBRA RAVENNA Srl) – Ordine Ingegneri Prov. Forlì-Cesena n. 1754/A



INDICE

1.	PREMESSA.....	3
2.	INQUADRAMENTO DEL SITO	5
3.	SISTEMA DI DRENAGGIO DI PROGETTO	7
3.1	CARATTERISTICHE DEL SISTEMA	7
3.2	DRENI ELEMENTARI.....	8
3.2.1	DRENI ELEMENTARI – MODALITÀ DI POSA.....	9
3.3	COLLETTORI DI RACCOLTA.....	9
3.3.1	COLLETTORI DI RACCOLTA – MODALITÀ DI POSA.....	10
4.	MATERIALI E STIMA DEI COSTI	11

1. PREMESSA

Su incarico della società ALFI GREEN S.r.l., si redige la presente relazione sul sistema di drenaggio, relativa all'impianto Agrivoltaico Avanzato ai sensi della normativa vigente, della potenza di 24.979,5 kWp, abbinato a un sistema di accumulo elettrochimico da circa 12.000 kW (di seguito denominato "Impianto"), che la Società intende realizzare nel comune di Argenta (FE). Limitatamente alle opere connesse sarà anche interessato il comune di Portomaggiore (FE).

Il progetto "Bandissolo" avrà una potenza complessiva in immissione pari a 30.000 kW e sarà collegato in antenna a 36 kV su una nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra - esce alla linea RTN a 380 kV "Ferrara Focomorto - Ravenna Canala" e alla linea RTN a 132 kV "Portomaggiore - Bando", come indicato dal Gestore di rete nella soluzione tecnica minima generale per la connessione (STMG), trasmessa alla Società il 26 agosto 2024 e formalmente accettata il 13 settembre 2024.

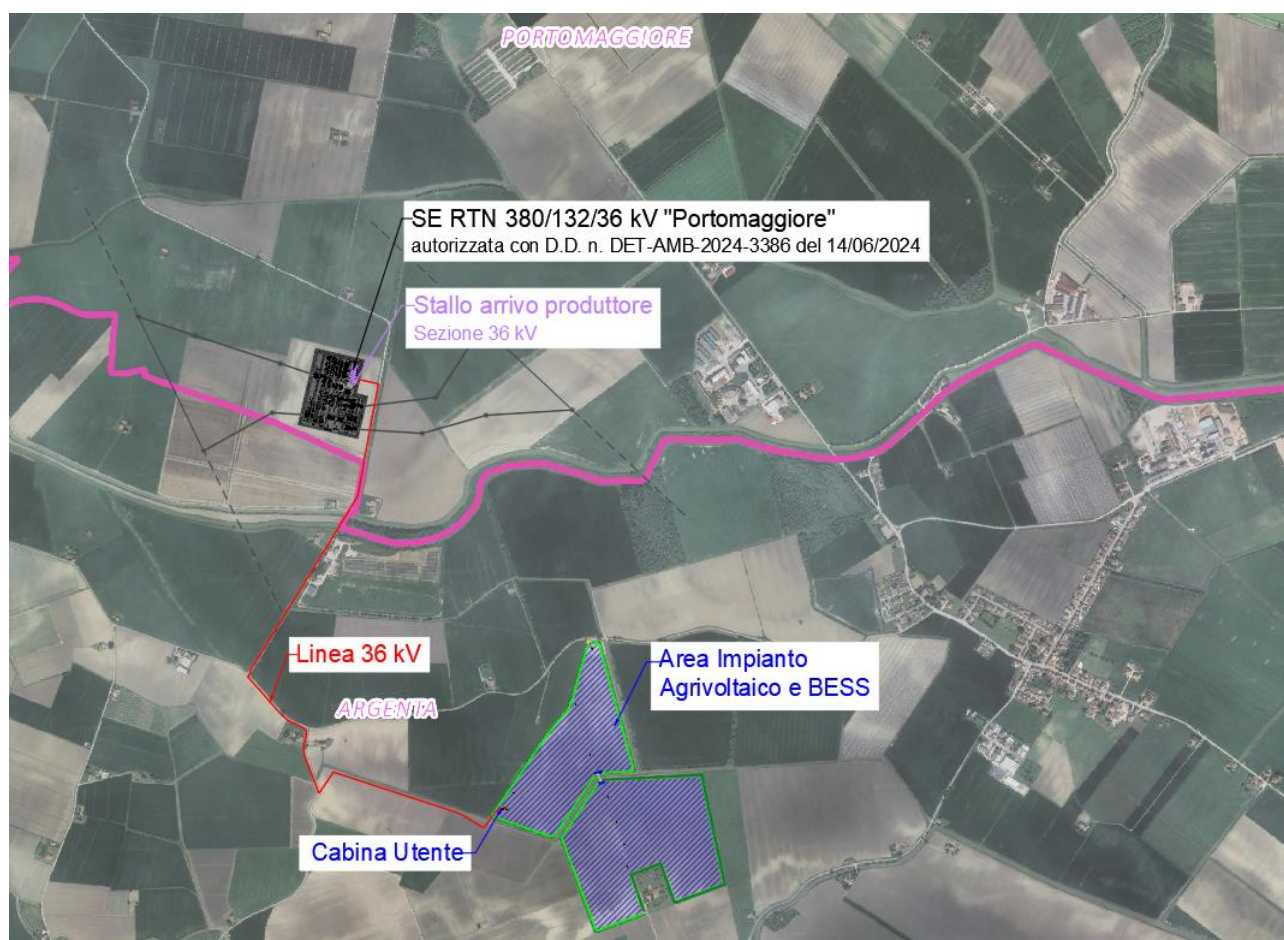


Figura 1-1: Inquadramento delle opere progettuali su ortofoto

Le opere progettuali dell'impianto si possono così sintetizzare:

1. Impianto agrivoltaico– ubicato nel comune di Argenta (FE), sarà costituito da moduli fotovoltaici bifacciali e realizzato con strutture fisse orientate est-ovest. L'impianto è progettato per soddisfare pienamente i requisiti di impianto agrivoltaico avanzato ai sensi delle (i) Linee Guida sugli impianti agrivoltaici, pubblicate dal Ministero della Transizione Ecologica (MiTE) a giugno 2022, (ii) Norma tecnica CEI PAS 82-93 "Impianti Agrivoltaici", emanata a dicembre 2023, nonché (iii) del Decreto del Ministero dell'Ambiente della Sicurezza Energetica del 22 dicembre 2023 N.436 (DM Agrivoltaico) recante le disposizioni per l'incentivazione della realizzazione dei sistemi agrivoltaici di natura sperimentali in attuazione dell'articolo 114 comma 1 del D.Lgs. N.199 del 2021

ed in coerenza con le misure di sostegno agli investimenti previste dal piano nazionale di ripresa e resilienza (PNRR), e relative a regole operative emanate dal GSE. La potenza complessiva sarà pari a 24,98 MWp;

2. Sistema di accumulo elettrochimico (di seguito "BESS" o "SdA") – di tipo distribuito, sarà integrato all'interno dell'impianto agrivoltaico e interconnesso con lo stesso. Il sistema avrà una potenza di circa 12 MW, con una capacità di stoccaggio pari a 4 h;

3. Linee in cavo interrato a 36 kV (di seguito "Dorsali 36 kV") – collegheranno l'impianto fotovoltaico e le BESS alla cabina elettrica a 36 kV;

4. Cabina elettrica a 36 kV (di seguito "Cabina Utente") – sarà di proprietà della società e verrà posizionata all'interno dell'Impianto;

5. Linea in cavo interrato a 36 kV (di seguito "Linea 36 kV") – collegherà la Cabina Utente alla sezione a 36 kV della futura SE RTN 380/132/36 kV della RTN denominata "Portomaggiore", di proprietà di Terna. Tale linea si svilupperà per una lunghezza di circa 2,7 km;

6. Stallo a 36 kV (di seguito "Impianto di Rete") - consisterà nello stallo di arrivo produttore all'interno della sezione a 36 kV della nuova Stazione Elettrica (SE) della RTN a 380/132/36 kV da inserire in entra – esce alla linea RTN a 380 kV "Ferrara Focomorto – Ravenna Canala" e alla linea RTN a 132 kV "Portomaggiore – Bando".

Il progetto della stazione Terna di "Portomaggiore" e dei relativi raccordi linea è già stato benestariato dal Gestore di Rete Terna S.p.A. , ed autorizzato dagli enti competenti con D.D. n. DET-AMB-2024-3386 del 14/06/2024 rilasciata dall'ARPAE Agenzia regionale per la prevenzione, l'ambiente e l'energia dell'Emilia-Romagna. Il progetto autorizzato della SE RTN 380/132/36 kV e dei relativi raccordi linea, pertanto, non fa parte delle opere da autorizzarsi con la presente istanza.

La presente relazione tecnica descrive le caratteristiche tecniche e le modalità di realizzazione del sistema di drenaggio delle aree dell'Impianto di cui al punto 1. Tale sistema permetterà una efficace regimazione delle acque meteoriche scolate, migliorando le caratteristiche fisiche del terreno, favorendo contestualmente le attività di coltivazione agricola che saranno svolte all'interno dell'Impianto stesso.

Infatti, le aree agricole del sito in oggetto sono caratterizzate da una pendenza ridotta e, in caso di precipitazioni consistenti, i terreni potrebbero essere oggetto di fenomeni di saturazione, in mancanza di un sistema di drenaggio adeguato. Ciò andrebbe a incidere negativamente sulla produttività agricola, poiché essa dipende dall'adeguatezza della profondità del franco di coltivazione.

Il franco di coltivazione, infatti, rappresenta la profondità del suolo che consente alle radici delle piante di svilupparsi in modo ottimale, fornendo loro l'accesso a nutrienti e acqua. Una profondità adeguata è fondamentale per garantire una buona crescita delle piante e una resa soddisfacente; tale franco è influenzato da vari fattori, tra cui la struttura del suolo, il livello della falda acquifera e le condizioni di drenaggio. Se il franco è troppo superficiale, conseguente ad un livello di falda anch'esso superficiale, le radici possono incontrare difficoltà a penetrare e a ottenere le risorse necessarie, compromettendo la salute e la produttività delle coltivazioni.

Inoltre, ristagni idrici sia superficiali sia al di sotto dello strato lavorato, rendono il terreno asfittico, riducendo in misura variabile la crescita e la resa delle piante a seconda della specie. Mantenere un franco di coltivazione adeguato è quindi fondamentale per la salute delle piante e la produttività agricola. L'installazione di un sistema di drenaggio contribuirà perciò a limitare i fenomeni di ristagno idrico e a mantenere un adeguato franco di coltivazione nei campi agricoli su cui verranno installati i pannelli fotovoltaici di progetto. Le acque raccolte dai tubi dreno verranno convogliate verso invasi di laminazione per poi essere scaricate, una volta laminate, nel vicino Scolo Consorziale "Cardinala".

Si rimanda alla Relazione Idrologico-Idraulica per maggiori dettagli in merito.

2. INQUADRAMENTO DEL SITO

L'impianto in progetto verrà collocato in un'area posta a Nord-Est di Argenta, a circa 3 km in linea d'aria e a circa 1,5 km a ovest della località di Bando, caratterizzata dalla presenza di insediamenti rurali sparsi, tipici del paesaggio agricolo, si trova nella periferia.

L'impianto si svilupperà su un terreno perfettamente pianeggiante, attualmente dedicato alla coltivazione di colture in asciutto, come mais da foraggio, frumento duro, grano tenero, soia e sorgo.

Il sito è sostanzialmente delimitato a Nord dalla strada comunale "Via Vanzume", a Est dallo scolo consorziale Bandissolo Argenta e da campi agricoli non interessati dal progetto, così come a Sud e Ovest.

Si riporta in Figura 2-1 l'inquadramento aereo delle aree oggetto di intervento.

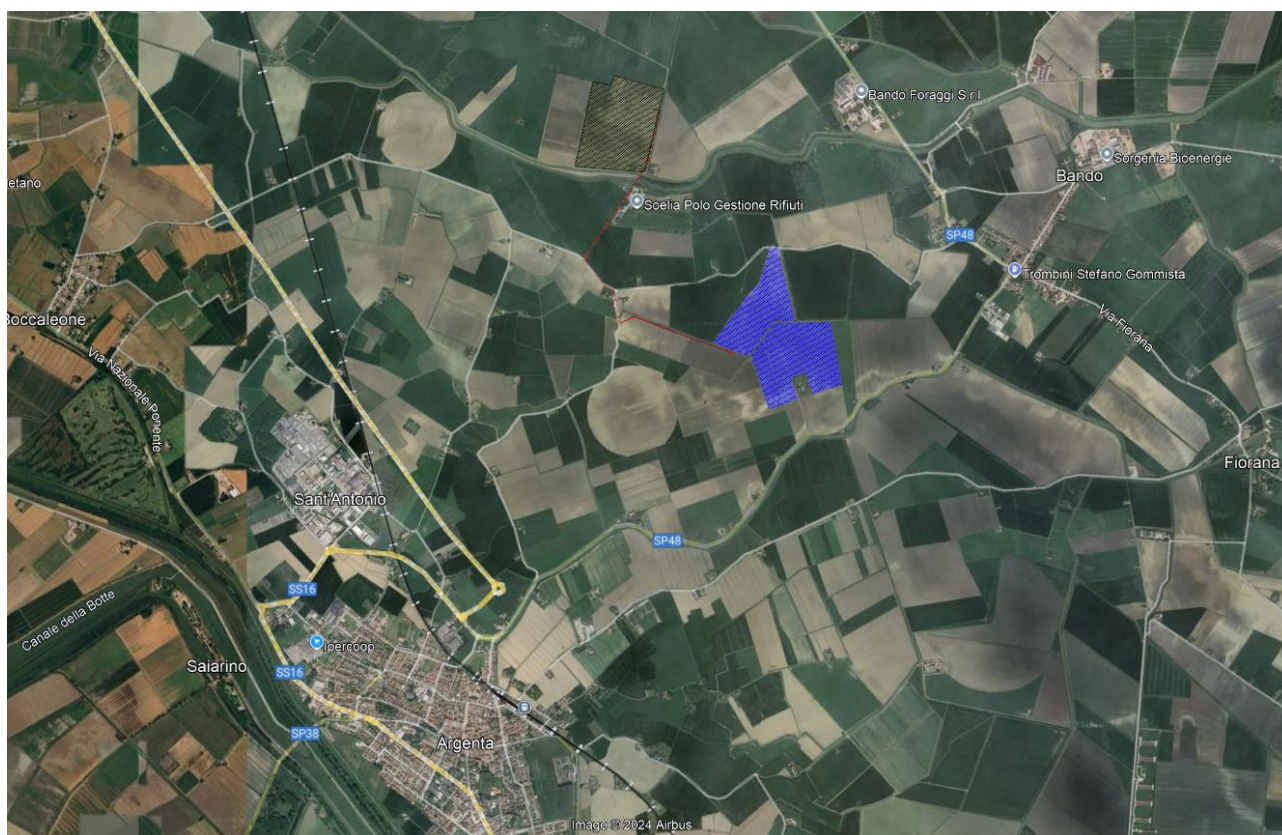


Figura 2-1: Inquadramento delle aree oggetto di intervento su ortofoto

La superficie complessiva dei terreni su cui si svilupperà l'impianto agrivoltaico nella disponibilità della Società è di circa 43 ha, suddivisibili in n.2 aree riportate in dettaglio in Figura 2-2, separate dallo scolo consorziale Cardinala. In particolare, l'Area 1 viene ulteriormente suddivisa in n.2 sottoaree denominate 1 e 2, mentre l'Area 2 viene suddivisa in n.2 sottoaree denominate 3 e 4.



Figura 2-2: Identificazione delle aree di progetto e dell'ubicazione della Cabina Utente (in colore rosso).

3. SISTEMA DI DRENAGGIO DI PROGETTO

3.1 CARATTERISTICHE DEL SISTEMA

Nel presente Capitolo vengono descritte le scelte progettuali adottate in merito al fine del dimensionamento della rete di drenaggio.

Il sistema di drenaggio sarà composto da una rete di tubi dreno in PEAD, da collettori di raccolta in PEAD, da pozzetti di raccordo in c.c.a. e da diversi pezzi speciali quali tronchetti e tappi di fine linea.

In occasione di eventi di pioggia, le acque scoleranno dai moduli fotovoltaici di progetto sul terreno e, una volta infiltrate nel sottosuolo, verranno raccolte nei tubi dreno, che le convoglieranno seguendo definite direzioni di scolo direttamente nei fossi di progetto (invasi di laminazione) oppure in collettori di raccolta, dai quali verranno recapitate ai medesimi fossi di progetto (invasi di laminazione) e successivamente nel vicino Scolo "Cardinala", come riportato in Figura 3-1.

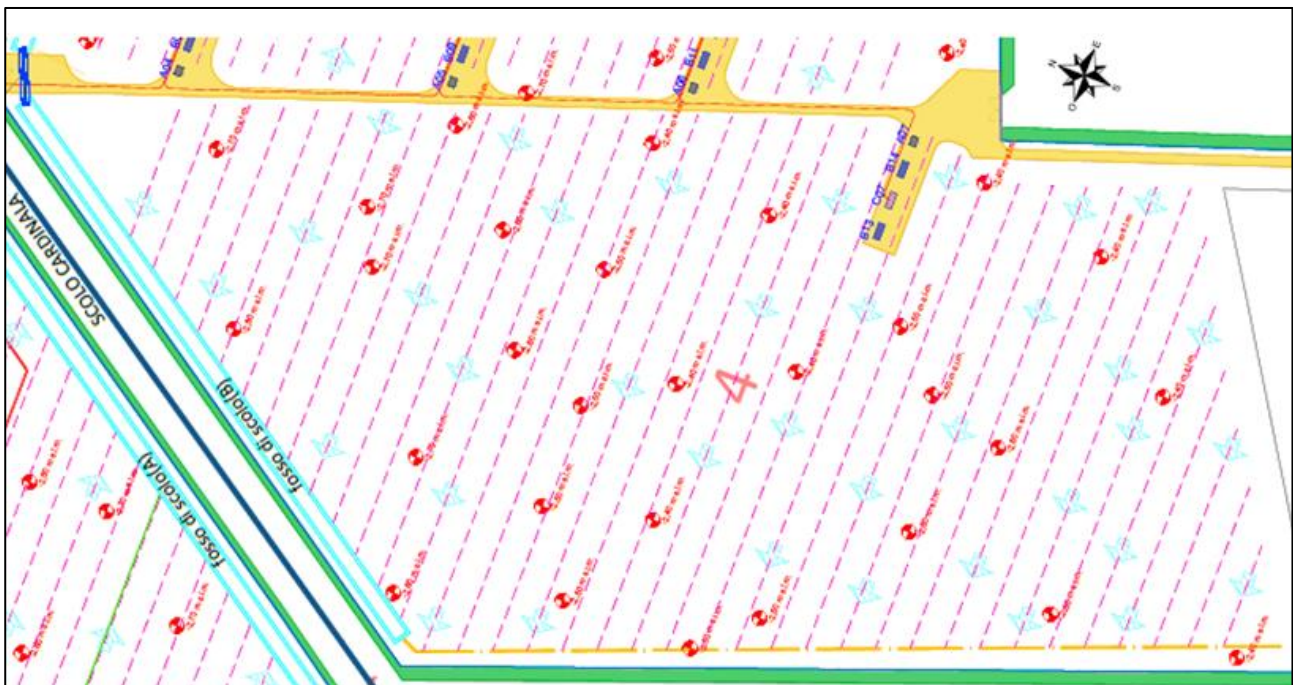


Figura 3-1. Planimetria di progetto del sistema di drenaggio della sottoarea 4 dell'Impianto di progetto; i dreni elementari sono indicati con una linea tratteggiata in magenta mentre i collettori di raccolta con una linea tratteggiata in arancione. L'invaso di laminazione (fosso di scolo (B)) è invece rappresentato in azzurro.

Per maggiori dettagli relativi alla configurazione del layout dell'impianto di progetto e del relativo sistema di drenaggio si rimanda alle Tavv. 28a-28b "Layout impianto di drenaggio e invarianza idraulica - area 1/area 2".

3.2 DRENI ELEMENTARI

I dreni saranno costituiti da tubazioni in PEAD traforati di tipo corrugato a doppia parete liscia internamente e corrugata esternamente, simili a quanto rappresentato in Figura 3-2.

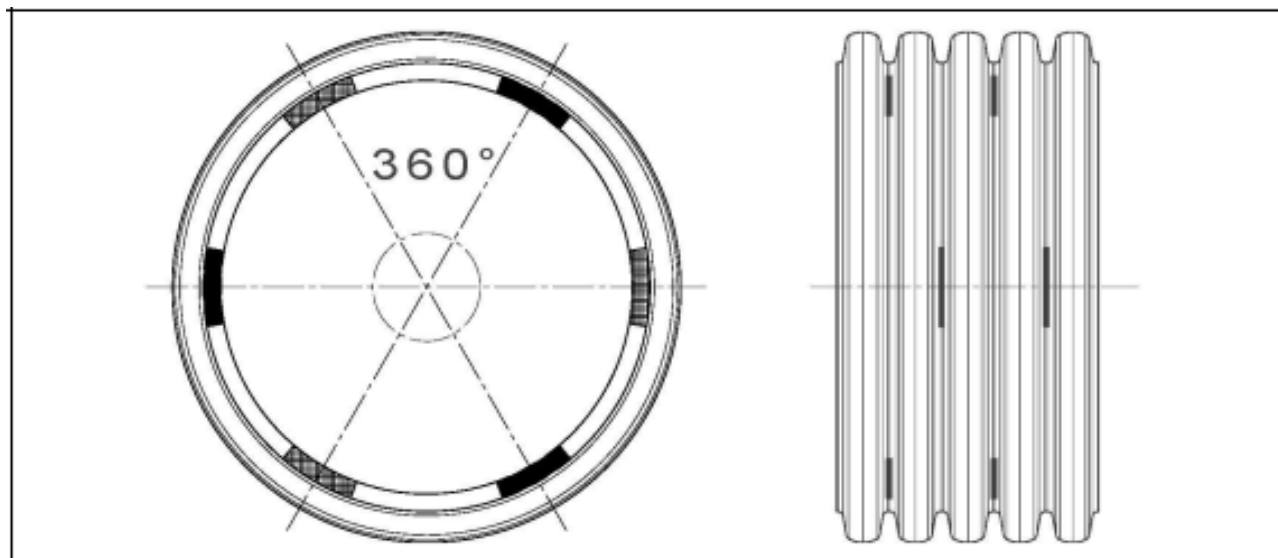


Figura 3-2. Prospetto e sezione tipo di un dreno elementare fessurato.

I dreni verranno posti ad interasse medio di 12 m, pari alla distanza tra le strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici che permette di bilanciare efficacemente le esigenze energetiche con quelle agricole.

Le linee drenanti avranno una pendenza minima di posa pari allo 0,1%, in modo tale da garantire una adeguata velocità di scorrimento dell'acqua all'interno del tubo (maggiore di 0,15 m/s) utile ad evitare la sedimentazione del materiale in sospensione eventualmente penetrato all'interno del tubo.

Per consentire un adeguato franco di bonifica e di coltivazione dei terreni interessati e per permettere le normali lavorazioni agricole, è prevista una profondità media di posa pari a 0,80 m.

Il dimensionamento del diametro dei dreni elementari è stato eseguito in modo cautelativo sulla base del layout dell'impianto e prendendo in considerazione il dreno avente lunghezza maggiore, pari a circa 360 m.

Considerando quindi:

- l'interasse di progetto tra i dreni pari a 12 m;
- l'area massima di captazione del dreno in esame, pari a $12 \text{ m} \times 360 \text{ m} = 4320 \text{ m}^2$;
- la precipitazione media della zona;
- coefficiente di smaltimento complessivo dell'area, maggiore di 10 mm/giorno;
- la permeabilità del terreno pari a circa 10^{-4} - 10^{-5} m/s, ipotizzata sulla base delle prove geognostiche effettuate, che evidenziano come lo strato superficiale dei terreni sia di matrice sabbioso-limosa;

risultano idonei per il drenaggio delle aree di progetto tubi dreno elementari corrugati flessibili in PEAD DN63 mm microfessurati con calza filtrante.

Per maggiori dettagli riguardanti i tubi dreno di progetto si rimanda alla tavola "Tav.02_25k-Tipico Dreni Elementari e Collettori di Raccolta".

3.2.1 DRENI ELEMENTARI - MODALITÀ DI POSA

La posa dei dreni avverrà tramite una macchina operatrice mediante sistema di posa “a ripper” (posadreni), guidata da dispositivo laser per il controllo della pendenza e della profondità.

Questo mezzo, costruito appositamente per eseguire la posa di dreni, è costituito da un cingolato che traina una lama, detta ripper. Nel metodo di posa a ripper il tubo viene posato sul fondo scavo contestualmente all'esecuzione dello stesso dello scavo tramite ripuntatura, come riportato in Figura 3-3.

Questo sistema è da preferire in quanto il ripper crea delle microfessurazioni che, non rompendo la struttura del terreno, favoriscono la percolazione delle acque.



Figura 3-3. Macchina posadreni con sistema di posa a “ripper”

3.3 COLLETTORI DI RACCOLTA

Come precedentemente accennato, a seconda del layout dell'Impianto i singoli dreni potranno recapitare le acque captate direttamente agli invasi di laminazione di progetto oppure ai collettori di raccolta, i quali convoglieranno le acque meteoriche agli stessi invasi di laminazione.

I collettori di raccolta saranno costituiti da tubazioni in PEAD con profilo di parete strutturato di tipo corrugato non forato, a doppia parete liscia internamente e corrugata esternamente. Saranno posati a una profondità di circa 1 m con pendenza minima dello 0,10% ed avranno diversi diametri a seconda dell'area del comparto complessivamente drenato:

- Area drenata complessiva < 4 ha: tubo collettore in PEAD SN8 DN125 mm;
- Area drenata complessiva compresa tra 4 ha e 7 ha: tubo collettore in PEAD SN8 DN160 mm;
- Area drenata complessiva compresa tra 7 ha e 12 ha: tubo collettore in PEAD SN8 DN200 mm.

Tali collettori sono stati dimensionati nel rispetto del coefficiente di smaltimento dell'impianto.

I collettori saranno dotati di pozzetti di raccordo e ispezione in c.c.a. carrabile , di dimensioni 70x70x100 (h) cm e posti ad un interasse medio di circa 80 m.

3.3.1 COLLETTORI DI RACCOLTA – MODALITÀ DI POSA

I collettori saranno posati effettuando uno scavo a sezione obbligata di larghezza minima 60 cm e profondo circa 1 m, in modo da raccogliere le acque scolate dai dreni elementari.

Il terreno scavato sarà depositato a lato per essere successivamente riutilizzato per il rinterro, previa vagliatura per eliminare eventuali detriti grossolani che danneggerebbero la tubazione.

Il letto di posa sarà regolarizzato secondo la pendenza di progetto e verificando che non ci siano sul fondo ulteriori ciottoli o residui che comprometterebbero l'integrità del collettore.

I giunti di collegamento dreno/collettore saranno realizzati effettuando un foro calibrato tramite carotatrice sulla superficie superiore del collettore, inserendovi poi all'interno il tubo dreno.

I collettori principali recapiteranno direttamente sul fondo degli invasi di laminazione mentre nel caso di scarico diretto dei dreni elementari nell'invaso di laminazione, si prevederà l'innesto del tratto finale dei collettori forati DN63 in tronchetti in PVC DN110 sigillando l'intercapedine tramite schiuma poliuretanica (Figura 3-4).



Figura 3-4. Esempio di scarico dei dreni elementari in vaso di laminazione innestati in tronchetti in PVC.

Per maggiori dettagli riguardanti i collettori di raccolta si rimanda alla tavola "Tav.02_25k-Tipico Dreni Elementari e Collettori di Raccolta".

4. MATERIALI E STIMA DEI COSTI

Si riporta di seguito in Tabella 1 la stima delle quantità dei materiali necessari per la realizzazione del sistema di drenaggio, suddiviso per ogni sottoarea ed elaborata sulla base del layout dell'Impianto in progetto. La stima economica sotto riportata è stata elaborata sulla base del Prezzario della Regione Emilia-Romagna 2024 e di listini fornitori.

Gli importi indicati si riferiscono alla fornitura e alla posa in opera dei materiali.

Tabella 1. Stima dei costi dell'opera in progetto

Sottoarea 1	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo
Dreni elementari			
Fornitura e posa di tubo dreno in PEAD corrugato DN63 mm forato con calza filtrante compreso di giunzioni con macchina posadreni [m]	4.000,00	5,57 €	22.280,00 €
Collettore di raccolta			
Fornitura e posa di tubo in PEAD SN8 corrugato DN160 compreso di giunzioni [m]	462,00	18,82 €	8.696,69 €
Scavo sezione obbligata per posa collettore 0,6x1(h) m [mc]	138,60	6,80 €	942,48 €
Rinterro con materiale proveniente dagli scavi [mc]	138,60	4,82 €	668,05 €
Esecuzione di raccordo dreno/collettore [cad]	36,00	33,22 €	1.195,92 €
Fornitura e posa di tappo di fine linea in PVC [cad]	36,00	15,00 €	540,00 €
Fornitura e posa in opera di pozzetti di raccordo carrabili prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali 70x70x100 cm, sp. 15 cm	5,00	290,16 €	1.450,80 €
Fornitura e posa in opera di chiusino con coperchio in cemento armato vibrocompresso per pozzetti carrabili 72x72 cm	5,00	52,03 €	260,15 €
Sottoarea 2	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo
Dreni elementari			
Fornitura e posa di tubo dreno in PEAD corrugato DN63 mm forato con calza filtrante compreso di giunzioni con macchina posadreni [m]	6.500,00	5,57 €	36.205,00 €
Collettore di raccolta			
Fornitura e posa di tubo in PEAD SN8 corrugato DN125 compreso di giunzioni con macchina posadreni [m]	240,00	12,40 €	2.976,48 €
Scavo sezione obbligata per posa collettore 0,6x1(h) m [mc]	72,00	6,80 €	489,60 €
Rinterro con materiale proveniente dagli scavi [mc]	72,00	4,82 €	347,04 €
Esecuzione di raccordo dreno/collettore [cad]	19,00	33,22 €	631,18 €
Fornitura e posa di tappo di fine linea in PVC [cad]	36,00	15,00 €	540,00 €

Fornitura e posa tronchetto in PVC SN8 DN110 per scarico dreni elementari [cad]	17,00	30,00 €	510,00 €
Fornitura e posa in opera di pozzetti di raccordo carrabili prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali 70x70x100 cm, sp. 15 cm	3,00	290,16 €	870,48 €
Fornitura e posa in opera di chiusino con coperchio in cemento armato vibrocompresso per pozzetti carrabili 72x72 cm	3,00	52,03 €	156,09 €
Sottoarea 3	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo
Dreni elementari			
Fornitura e posa di tubo dreno in PEAD corrugato DN63 mm forato con calza filtrante compreso di giunzioni con macchina posadreni [m]	8.100,00	5,57 €	45.117,00 €
Collettore di raccolta			
Fornitura e posa di tubo in PEAD SN8 corrugato DN160 compreso di giunzioni [m]	312,00	18,82 €	5.873,09 €
Fornitura e posa di tubo in PEAD SN8 corrugato DN200 compreso di giunzioni [m]	85,00	22,74 €	1.932,65 €
Scavo sezione obbligata per posa collettore 0,6x1(h) m [mc]	119,10	6,80 €	809,88 €
Rinterro con materiale proveniente dagli scavi [mc]	119,10	4,82 €	574,06 €
Esecuzione di raccordo dreno/collettore [cad]	25,00	33,22 €	830,50 €
Fornitura e posa di tappo di fine linea in PVC [cad]	25,00	15,00 €	375,00 €
Fornitura e posa in opera di pozzetti di raccordo carrabili prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali 70x70x100 cm, sp. 15 cm	6,00	290,16 €	1.740,96 €
Fornitura e posa in opera di chiusino con coperchio in cemento armato vibrocompresso per pozzetti carrabili 72x72 cm	6,00	52,03 €	312,18 €
Sottoarea 4	Quantità	Prezzo Unitario	Prezzo
Dreni elementari			
Fornitura e posa di tubo dreno in PEAD corrugato DN63 mm forato con calza filtrante compreso di giunzioni con macchina posadreni [m]	5.800,00	5,57 €	32.306,00 €
Collettore di raccolta			
Tubo in PEAD SN8 corrugato DN160 compreso di giunzioni [m]	330,00	18,82 €	6.211,92 €
Scavo sezione obbligata per posa collettore 0,6x1(h) m [mc]	99,00	6,80 €	673,20 €
Rinterro con materiale proveniente dagli scavi [mc]	99,00	4,82 €	477,18 €
Esecuzione di raccordo dreno/collettore [cad]	24,00	33,22 €	797,28 €
Fornitura e posa di tappo di fine linea in PVC [cad]	37,00	15,00 €	555,00 €

Fornitura e posa tronchetto in PVC SN8 DN110 per scarico dreni elementari [cad]	13,00	30,00 €	390,00 €
Fornitura e posa in opera di pozzetti di raccordo carrabili prefabbricati in cemento vibrato con impronte laterali 70x70x100 cm, sp. 15 cm	4,00	290,16 €	1.160,64 €
Fornitura e posa in opera di chiusino con coperchio in cemento armato vibrocompresso per pozzetti carrabili 72x72 cm	4,00	52,03 €	208,12 €
Totale			179.106,62 €