

Regione
Emilia Romagna



Provincia di
Ferrara



Comune di
Argenta



PARCO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ARGENTA (FE)

PROGETTISTA INCARICATO:
Ing. Giovanni Cis
Tel. 3190737323
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu



Scala

Titolo elaborato:

Relazione idraulica

Formato

A4

TECNICI COINVOLTI

CODICE ELABORATO

Studio idraulico e ambientale:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio impatto acustico:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

EPC:
STE Energy s.r.l.
Via Sorio, 120 - Padova
info@ste-energy.com

Logistica e coordinamento:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio geologico:
Dott. Geol. Mastellari Matteo
Via Ugo Tegli, 30 - Ferrara
matteo.mastellari@gmail.com

PROGETTO	PROG.	TIPO	REV.
RV-FV-ER-23	09	R	00

Rev.	Data	Descrizione	Redige	Verifica	Approva
00	01/23	Prima emissione	GB	GB	GB
01					
02					
03					
04					
05					
06					

GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:

RENUALUE SUN 3 S.R.L.

Via Quattro Novembre 2,
Padova (PD) - 35123
P.iva 05439000281

 RENUALUE SUN 3



SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO	2
3. CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ DELLE SUPERFICI DI INTERVENTO ANTE OPERAM E POST OPERAM	5
4. DIMENSIONAMENTO DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA PER LE AREE DI PROGETTO	6
4.1. CRITERI PROGETTUALI	6
4.2. CALCOLO DEL VOLUME DI INVARIANZA MINIMO RICHIESTO	7
4.3. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA ALLO SCARICO	7
4.4. DIMENSIONAMENTO DEL SETTO DI LAMINAZIONE	7
4.5. LOCALIZZAZIONE PLANIMETRICA E ALTIMETRICA DEL BACINO DI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO.....	8
5. CONCLUSIONI	8



1. PREMESSA

La presente relazione di Invarianza Idraulica riguarda il progetto di realizzazione di un nuovo impianto fotovoltaico all'interno di un lotto di superficie allo stato di fatto agricolo di circa 5 ettari in Comune di Argenta, censito catastalmente al Foglio 43, mappali 55, 66, 80, 110, 168, 171, 176, 178.

In considerazione del fatto che, a seguito degli interventi di progetto, la superficie del lotto subirà una variazione della permeabilità, con aumento del coefficiente di afflusso medio, occorre evitare che tale aumento non determini un aggravio sulla rete di scolo Consortile, aumentando il livello di rischio idraulico. Si interverrà quindi con la creazione, all'interno del lotto, di volumi utili ai fini della laminazione delle portate di piena e di apposito setto di laminazione che garantisca una portata in uscita al lotto invariata rispetto allo stato di fatto.

Nel seguito verranno descritte le misure di mitigazione delle portate in ingresso alla rete Consorziale previste, nonché i calcoli di dimensionamento del volume di invaso e del setto di laminazione della portata in uscita per garantire l'invarianza idraulica dell'area sulla quale insiste il campo fotovoltaico in progetto. La procedura applicata per il calcolo del volume di cui sopra è quella descritta nella Deliberazione n. 61 del 04.12.2009 del Consorzio di Bonifica di Ferrara "Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica – determinazioni".

2. INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO DEGLI INTERVENTI DI PROGETTO

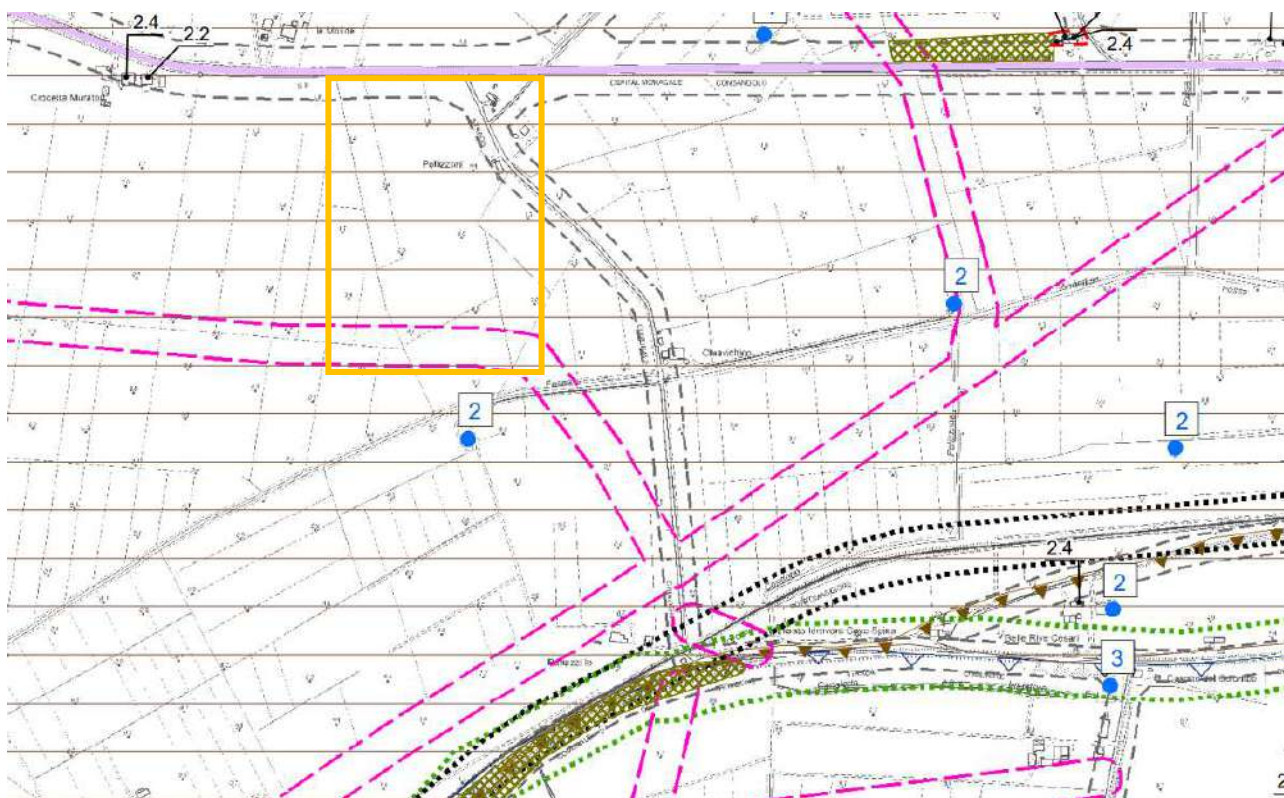
Il lotto sul quale verrà realizzato l'impianto ricopre una superficie totale di 4,91 ettari, attualmente ad uso agricolo (Figura 1). Il terreno è individuato al Catasto Terreni del Comune di Ferrara al Foglio di mappa censito catastalmente al Foglio 43, mappali 55, 66, 80, 110, 168, 171, 176, 178. Il lotto confina a nord con i fossi di guardia della strada provinciale 26 e di via Chiavichino, ad est con una scolina, mentre a sud è perimetrato dallo scolo consortile promiscuo denominato "Fossa Anderlise". Allo stato attuale, il lotto presenta pendenza verso sud e scola le acque meteoriche nel canale Consortile "Fossa Anderlise", con pendenza verso ovest.

Si allega a tal proposito l'elaborato grafico di rilievo plano-altimetrico del lotto realizzato facendo riferimento alla quota assoluta del caposaldo consorziale BN083, di cui si allega la monografia fornita dai tecnici del Consorzio.

Dall'analisi delle tavole inerenti alla rete idraulica di scolo e i vincoli idraulici del PUG del Comune di Argenta approvato con Delibera di CU N.36 del 29.09.2022 (Figura 2 e Figura 3) non emergono prescrizioni riguardanti l'area oggetto di intervento.



Figura 1 - Inquadramento su base ortofoto dell'area di progetto. Il lotto sul quale verrà realizzato l'impianto fotovoltaico è contornato in rosso. (Fonte: Google Earth – Data acquisizione immagini 04.2022).



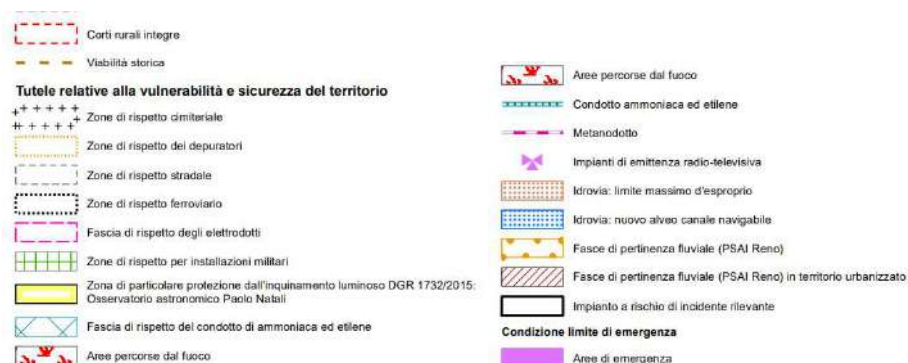


Figura 2 - Estratto della tavola dei Vincoli del PUG del Comune di Argenta - Tavola 1.6. Il rettangolo giallo indica l'area di progetto.

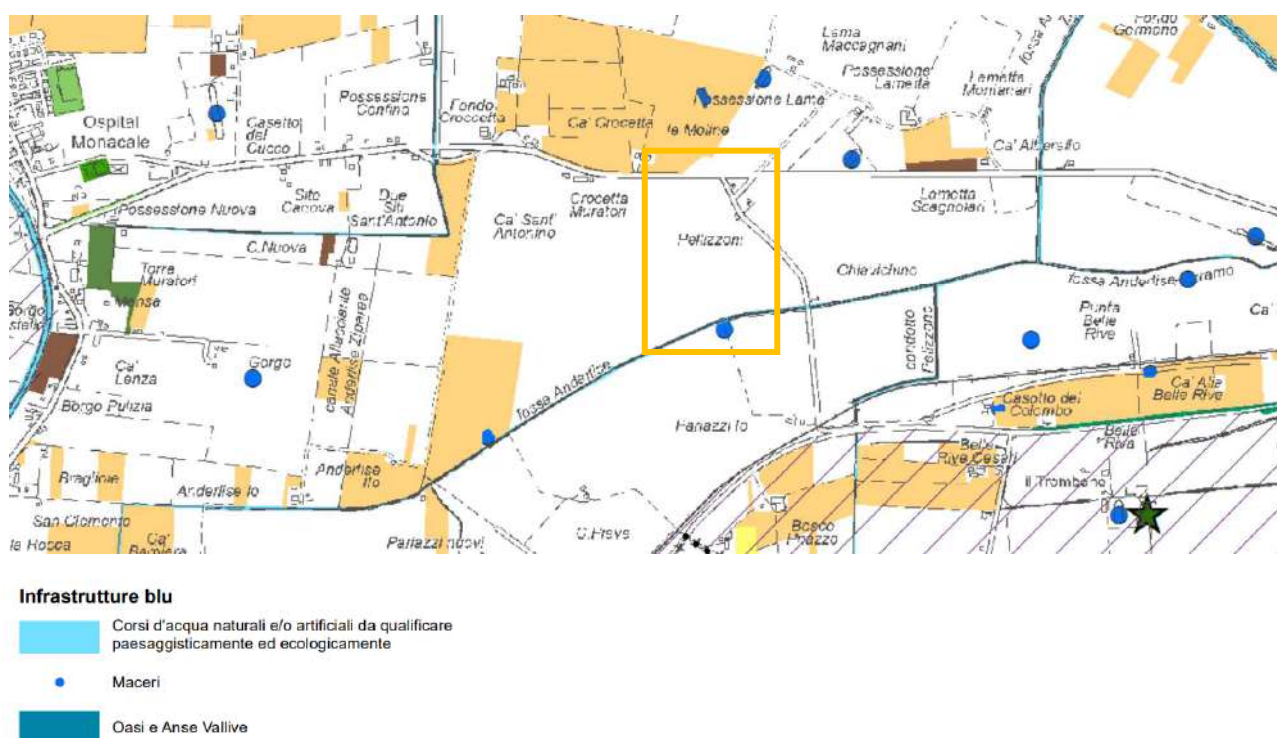


Figura 3 - Estratto del PUG del Comune di Argenta - Tavola QCD 1.2.1 - Carta delle infrastrutture verdi-blu. Il rettangolo giallo indica l'area di progetto.



3. CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ DELLE SUPERFICI DI INTERVENTO ANTE OPERAM E POST OPERAM

Allo stato di fatto l'area di progetto comprende una superficie totalmente agricola pari a 49.137,28 mq. Le aree sono coltivate a seminativo e non presentano difficoltà di scolo o ristagni in quanto la pendenza delle scoline perimetrali esistenti e del lotto stesso è verso sud, le acque meteoriche che cadono sul lotto vanno quindi a confluire nel canale consortile "Fossa Anderlise". Non sono presenti scoline interne al lotto di intervento.

Allo stato di progetto, l'area totale occupata dal campo fotovoltaico risulterà essere pari a 11.440,60 mq tale superficie viene considerata come superficie impermeabile, assieme a quella delle strade bianche pari a 6.366,97mq e delle cabine che risulta pari a 43,50 mq, per un totale di 17.851,07 mq di superficie impermeabilizzata.

La restante parte del lotto, di area 31.286,21 mq rimarrà a verde o sterrata, di conseguenza non ne verrà modificata la permeabilità rispetto allo stato di fatto.

Per la verifica sulle superfici considerate si rimanda all'elaborato grafico allegato, "Caratteristiche di permeabilità delle superfici allo stato di fatto e di progetto".

STATO DI FATTO			STATO DI PROGETTO		
Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali	Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali
Superficie agricola	49.137,28	0,2	Superficie pannelli fotovoltaici	11.440,60	1
			Superficie strade bianche	6.366,97	1
			Superficie cabine	43,50	1
			Superficie sterrata non compattata e superficie a verde	31.286,21	0,2
TOTALE	49.137,28	0,2	TOTALE SUPERFICIE IMPERMEABILE	17.851,07	1
			TOTALE SUPERFICIE A PERMEABILITA' INVARIATA RISPETTO ALLO SDF	31.286,21	0,2
			TOTALE	49.137,28	



4. DIMENSIONAMENTO DELLE MISURE DI INVARIANZA IDRAULICA PER LE AREE DI PROGETTO

Data la trasformazione urbanistica e territoriale dell'area in esame, indotta dalla realizzazione del campo fotovoltaico, devono essere valutati, sulla base delle prescrizioni del Consorzio di Bonifica, i volumi necessari alla determinazione dell'invarianza idraulica dell'area d'interesse e le dimensioni del setto di laminazione della portata in uscita. Nei paragrafi seguenti si descrivono i criteri progettuali adottati e le risultanze dei calcoli di dimensionamento.

4.1. CRITERI PROGETTUALI

Data la semplicità della regimazione delle acque per l'impianto in progetto qui esaminato, per il dimensionamento dei volumi e del setto di laminazione si fa riferimento alle prescrizioni contenute nella Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61 del 04.12.2009, le quali indicano che per aree urbanizzate con superficie maggiore di 1 ha, occorre rispettare, ai fini dell'invarianza idraulica, i seguenti criteri:

- Portata massima accettabile nel recettore di bonifica: $Q_i = 8 \text{ l/s per ha}$;
- Volume minimo di invaso: $W_i = 500 \text{ mc/ha impermeabilizzato}$.

La localizzazione e il livello di riempimento massimo del bacino di invaso dovranno essere funzionali alla laminazione della portata di piena, cioè dovranno garantire che il volume di acqua che cade all'interno del bacino venga fatto totalmente defluire tramite setto di laminazione nel canale ricettore. A tal proposito il bacino verrà localizzato nel punto più basso dell'area di pertinenza per lo scolo, quindi a sud, con scarico nella scolina perimetrale localizzata ad est e con pendenza verso sud. Il livello massimo di invaso, definito dall'altezza del setto di laminazione (funzionamento a stramazzo), dovrà essere uguale o superiore, se le quote lo consentono, al livello del ciglio del fosso ricettore (quota rilevata + 10,43 m), in maniera tale che, in condizioni di piena, tutto il volume di invaso venga utilizzato prima che si inneschi il funzionamento a stramazzo del setto.



4.2. CALCOLO DEL VOLUME DI INVARIANZA MINIMO RICHIESTO

Con riferimento alle superfici calcolate al Capitolo 3, secondo il criterio progettuale di cui al paragrafo precedente, sarà necessario accumulare 500 mc per ogni ettaro di superficie impermeabilizzata corrispondente alla superficie dei pannelli, dei parcheggi e delle cabine. Si calcola quindi il volume minimo di laminazione richiesto come da formula seguente:

$$W_i = 500 \text{ mc/ha impermeabile}$$

$$S_{imp} = 17.851,07 \text{ mq} = 1,79 \text{ ha}$$

$$V_{\text{bacino di laminazione}} = W_i * S_{imp} = 500 * 1,79 = 895 \text{ mc}$$

4.3. CALCOLO DELLA PORTATA MASSIMA ALLO SCARICO

La portata massima allo scarico è calcolata come da Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n. 61 del 04.12.2009 come da formula seguente:

$$\text{Coefficiente udometrico} = 8 \frac{l}{s} \text{ per ha}$$

$$S_{tot} = 49.137,28 \text{ mq} = 4,91 \text{ ha}$$

$$Q_{out} = 8 * 4,91 = 39,28 \text{ l/s}$$

4.4. DIMENSIONAMENTO DEL SETTO DI LAMINAZIONE

Il dimensionamento del diametro del setto di laminazione viene eseguito applicando la seguente formula della foronomia riguardante le luci a battente con tubo addizionale esterno:

$$Q_{out} = \mu * S * \sqrt{2 * g * h}$$

Dove:

Portata in uscita: $Q_{out} = 39,28 \text{ [l/s]} = 0,03928 \text{ [mc/s]}$;

Coefficiente di contrazione: $\mu = 0,82$;

Superficie foro: $S = \pi * r^2 \text{ [m}^2\text{]}$

Distanza tra il baricentro della luce e il pelo libero: $h \text{ [m]} = 0,158 \text{ m}$ (si considera un foro circolare completamente sommerso).

Risulta quindi un diametro di 0,185 m; si sceglie di installare un tubo in PVC DN160 SN4 di diametro interno pari a 152,00 mm, con una corrispondente portata in uscita pari a $0,026 \text{ mc/s} < 0,03928 \text{ mc/s}$ (i.e. a favore di sicurezza).

Il setto separatore avrà la sommità posta alla medesima quota del ciglio attuale del fosso di recapito.

Per garantire lo scolo dell'acqua meteorica dal bacino verso il pozzetto col setto, verrà eseguita una piccola scolina parallela al canale consortile, di larghezza del fondo pari a circa 30 cm, altezza di 25 cm e lunghezza pari a tutto il bacino di laminazione. Al termine della scolina verrà posto una tubazione in PVC DN 200 mm confluyente nel pozzetto comunicante col pozzetto di laminazione.

4.5. LOCALIZZAZIONE PLANIMETRICA E ALTIMETRICA DEL BACINO DI LAMINAZIONE E DELLO SCARICO

Di seguito si illustra la soluzione progettuale adottata sulla base dell'analisi dell'andamento del terreno, dedotto dal modello digitale dello stesso ottenuto dal rilievo plano-altimetrico, definito in riferimento al caposaldo consorziale BN083 (quota consorzio + 20,26 m) fornito dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara, e dal rilievo delle quote altimetriche della sezione del canale di scarico.

Dopo attenta analisi delle quote, considerate le pendenze attuali del lotto che presenta declivio da nord-est verso sud-ovest, con dislivello medio pari a circa 0,50 m, si è scelto di progettare un bacino di laminazione di superficie pari a 7.551,81 mq e battente massimo 0,13 m, definito a partire dalla quota di massimo invaso utile ai fini della laminazione delle portate, con volume di invaso pari a 981,74 mc (> 895 mc). Per evitare che in tale bacino ristagni acqua meteorica anche a seguito di piogge poco intense, è opportuno realizzare una scolina di magra che raccolga tutte le acque meteoriche e le convogli verso il pozzetto di laminazione.

Il volume di laminazione totale è così realizzato:

Volumi di invarianza	Area	Unità di misura
Scolina di magra		
Lunghezza	50,00	m
Superficie	0,12	mq
Volume canale di magra	6,00	mc
Bacino di laminazione		
Superficie	7.551,81	mq
Battente idrico massimo	0,13	m
Volume bacino	981,74	mc
Volume totale	987,74	mc

Lo scarico verrà realizzato direttamente sulla scolina ad est del lotto, a quota + 10,15.

Si segnala che la quota d'imposta dell'intervento non comporta limitazioni alla capacità di deflusso delle acque dei terreni circostanti, né comporta una riduzione del volume di invaso preesistente, in quanto non sono previsti interventi di modifica delle quote e della pendenza del lotto, ad eccezione di quelle necessarie per ricavare il bacino di invaso.

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato grafico di progetto.

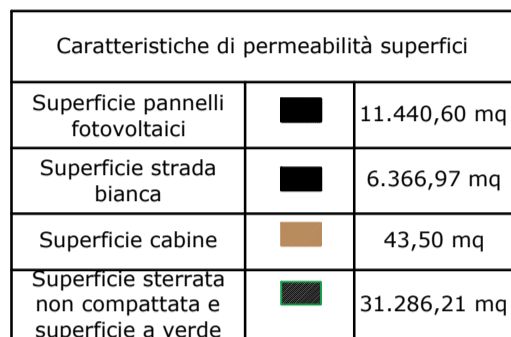
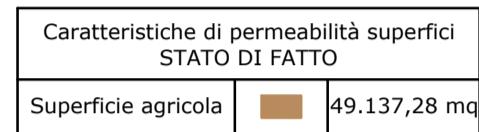
5. CONCLUSIONI

L'intento delle opere di invarianza idraulica progettate è quello di prevenire la possibilità che la realizzazione del nuovo impianto possa determinare situazioni compromissorie delle condizioni di sicurezza idraulica.

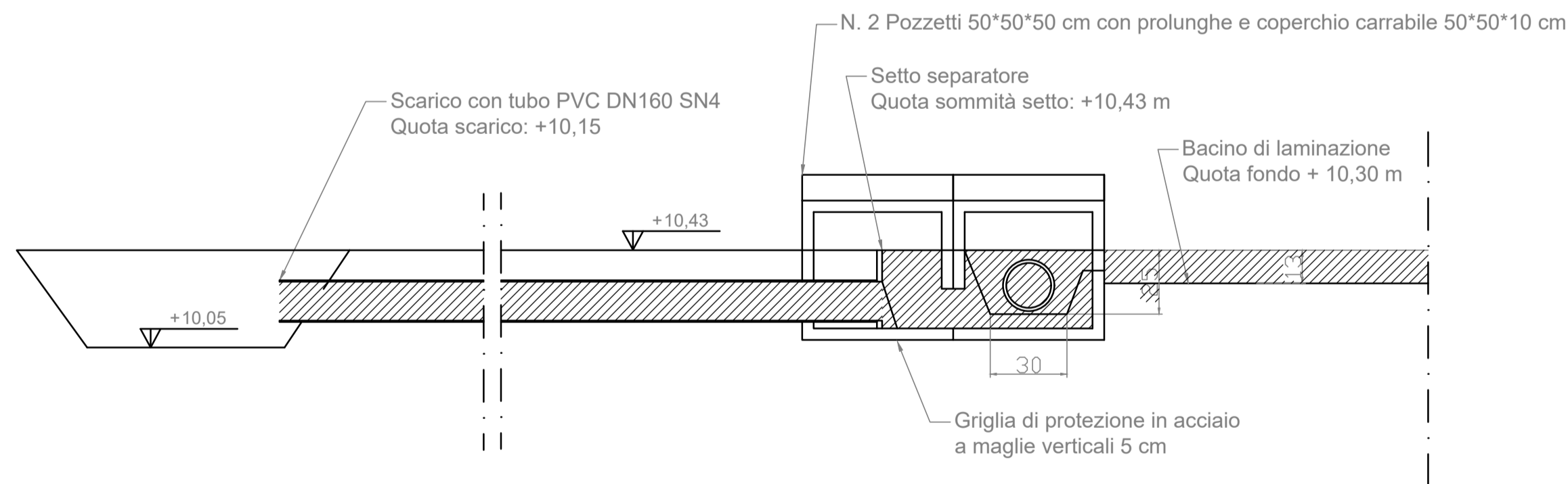
L'invaso di 981,74 mc consente di accumulare le acque meteoriche ricadenti all'interno del lotto oggetto di intervento, garantendo anche lo smaltimento di parte delle stesse per infiltrazione, mentre la restrizione creata tramite bocca tassata/tubazione di diametro DN160 mm prevista al punto di scarico consente di mantenere la portata in ingresso alla rete idraulica di scolo nei limiti autorizzabili dal Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara in quanto in linea coi valori definiti dalla Delibera n. 61/2009.

Si ritiene non siano necessari altre opere per garantire la sicurezza idraulica del comprensorio interessato dalla realizzazione del nuovo impianto.

CARATTERISTICHE DI PERMEABILITÀ DELLE SUPERFICIE



PARTICOLARE SCARICO BACINO (SCALA 1:20)



Volumi di invarianza	Area	Unità di misura
Scolina di magra		
Lunghezza	50,00	m
Superficie	0,12	mq
Volume canale di magra	6,00	mc
Bacino di laminazione		
Superficie	7.551,81	mq
Battente idrico massimo	0,13	m
Volume bacino	981,74	mc
Volume totale	987,74	mc

STATO DI FATTO			STATO DI PROGETTO		
Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali	Descrizioni superfici	Area [mq]	Coefficienti di afflusso convenzionali
Superficie agricola	49.137,28	0,2	Superficie pannelli fotovoltaici	11.440,60	1
			Superficie strade bianche	6.366,97	1
			Superficie cabine	43,50	1
			Superficie sterrata non compattata e superficie a verde	31.286,21	0,2
			TOTALE SUPERFICIE IMPERMEABILE	17.851,07	1
TOTALE	49.137,28	0,2	TOTALE SUPERFICIE A PERMEABILITA' INVARIATA RISPETTO ALLO SDF	31.286,21	0,2
			TOTALE	49.137,28	



PARCO FOTOVOLTAICO NEL COMUNE DI ARGENTA (FE)

PROGETTISTA INCARICATO:
Ing. Giovanni Cis
Tel. 3190737323
Pec: giovanni.cis@ingpec.eu

Scala	Titolo elaborato:
-------	-------------------

Formato	INVARIANZA IDRAULICA
---------	----------------------

Formato

A1

TECNICI COINVOLTI

CODICE ELABORATO

Studio idraulico e ambientale:
Dott. Ing. Gustavo Bernagozzi

Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

Studio impatto acustico:
Dott. Ing. Gustavo Bernago

Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernagozzi-ingegneria.it

STE Energy s.r.l.
Via Sorio, 120 - Padova

Logistica e coordinamento:

Dott. Ing. Gustavo Bernage
Via Galilei, 23 - Ferrara
gustavo@bernageingegneria.it

Studio geologico:
Dott. Geol. Mastellari Matteo

Via Ugo Toglio, 30 - Ferrara
matteo.mastellari@gmail.com

GESTORE RETE ELETTRICA

e-distribuzione

SOCIETA' PROPONENTE:

RENUALVE SUN 3 S.R.L.

Via Quattro Novembre
Padova (PD) - 35123
P.Iva 05439000281



RENEWAL SUN 3