



IMPIANTO FOTOVOLTAICO E OPERE CONNESSE
POTENZA IMPIANTO 15,23 MWp - COMUNE DI CODIGORO (FE)

Proponente

EG Sostenibilita S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11616320963 [PEC: egsostenibilita@pec.it](mailto:egsostenibilita@pec.it)

Progettazione

Ing. MATTEO BONO

Ordine degli Ing. Provincia di Bergamo – A3770

Via per Rovato 29/C - 25030 Erbusco (BS) tel.: 030.5281283 ·

e-mail: m.bono@solareng.it PEC: solareng@pec.solareng.it

Collaboratori

Ing. MARCO PASSERI

Ordine degli Ing. Provincia di Brescia – B178

Via per Rovato 29/C – 25030 Erbusco (BS) tel.: 030.5281283

e-mail: m.passeri@solareng.it PEC: solareng@pec.solareng.it

Coordinamento progettuale

SOLAR ENGINEERING S.R.L.

Via Ilaria Alpi, 4 - 46100 Mantova (MN) P.IVA 02645550209

e-mail: solareng@pec.solareng.it

Titolo Elaborato

Relazione di Invarianza Idraulica e Idrogeologica

LIV. PROGETT.	COD. ELAB.	FILENAME	FORMATO	DATA	SCALA
PRELIMINARE			PDF	11/10/2021	-
Revisioni					
REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
1	11/10/2021		LP	MP/MB	EG



Comune di Codigoro (FE)
 Regione Emilia Romagna



RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA IDRAULICA E IDROGEOLOGICA

Indice

Contenuto del documento

1	PREMESSA.....	2
2	DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI.....	3
2.1	Individuazione dell'area	3
2.2	Dati amministrativi	3
3	DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA	3
4	PORTATE MASSIME SCARICABILI	3
5	DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO.....	4
6	METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI.....	5
6.1	Metodo di calcolo	5
7	PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI.....	6
7.1	Caratteristiche generali	6
8	ALLEGATI	8

1 PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica relativi al progetto di un impianto fotovoltaico installato a terra in area agricola, sito in strada Zarabotta, sn nel comune di Codigoro (FE).

L'area drenata oggetto d'intervento si estende su una superficie di **36686,0 m²**.

Il computo di tale area comprende anche la superficie in pianta dei moduli fotovoltaici (proiezione a terra nella posizione con moduli inclinati di 60° rispetto al piano orizzontale). Si evidenzia, tuttavia, come il terreno interessato dall'intervento rimarrà e verrà mantenuto, una volta realizzato l'impianto, "area verde" e quindi, di fatto, permeabile (percolazione del suolo con tasso di infiltrazione proprio del suolo "naturale").

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

Tipo di superficie	Valore [mq]	Caratteristiche
Area lotto complessiva	190.000	-
Area container stazioni bt/MT+storage	500	Fondazione superficiale (platea) in c.a.
Area cabina media tensione	286	Fondazione superficiale (platea) in c.a.
Area proiezione a terra moduli	35.900	Superficie vetrata moduli fotovoltaici

Nello specifico, scopo del presente lavoro è l'individuazione delle modifiche all'assetto idrogeologico dell'area, conseguenti alle trasformazioni in progetto, con l'obiettivo di definire le misure compensative e/o le caratteristiche delle opere necessarie ad evitare l'aggravio delle condizioni idrauliche rispetto alla situazione preesistente o come da richiesta di norma.

Le verifiche del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica e/o idrologica vengono condotte conformemente al Piano stralcio per il rischio idrogeologico - Direttiva inerente le verifiche idrauliche e gli accorgimenti tecnici da adottare per conseguire gli obiettivi di sicurezza idraulica definiti dal Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico, ai sensi degli artt. 2 ter, 3, 4, 6, 7, 8, 9, 10, 11 del Piano - Adottata dal Comitato Istituzionale con delibera n. 3/2 del 20 ottobre 2003 e s.m.i., come da variante di coordinamento PGRA-PAI, adottata dal C.I. con delibera 2/2 del 7/11/2016 (D.G.R. 2112/2016) di Regione Emilia Romagna. Nello specifico verranno adottati i metodi di calcolo in essa richiamati.

Nel presente documento verranno descritte le soluzioni progettuali adottate, i metodi di calcolo utilizzati e verranno riportati i report dei calcoli eseguiti, con relativi grafici, e le verifiche effettuate.

2 DESCRIZIONI GENERALI DELL'AREA E DATI AMMINISTRATIVI

2.1 Individuazione dell'area

Comune di Codigoro Provincia Ferrara
 Classe dell'intervento Impermeabilizz. potenziale significativa

CARATTERISTICHE AREA			
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso φ
Area container stazioni bt/MT+storage	Area impermeabile	500,0	0,90
Area cabina media tensione	Area impermeabile	286,0	0,90
Area proiezione a terra moduli	Area impermeabile	35900,0	0,90

Superficie totale 36686,0 m² Coefficiente afflusso medio ponderale φ_m 0,90

2.2 Dati amministrativi

Il progetto ricade, al livello autorizzativo, in ambito PAUR (Ente competente: Regione Emilia Romagna/ARPAE).

3 DESCRIZIONE DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE DI INVARIANZA IDRAULICA E/O IDROLOGICA

La soluzione adottata per il rispetto delle prescrizioni sull'invarianza idraulica e idrologica è la seguente.

4 PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili, Q_{umax} , prendendo a riferimento la Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009 e considerato che l'area oggetto di intervento risulta > 1 ha, si adotta il seguente valore di Q_{umax} : 8,00 l/s per ettaro.

La superficie complessiva dell'area risulta pari a 19,0 ha.
 Pertanto, la portata massima scaricabile è pari a: 152 l/s.

5 DEFINIZIONE DELLE PIOGGE DI PROGETTO

Al fine di dimensionare e verificare le opere d'invarianza idraulica in progetto devono essere definite preventivamente le precipitazioni di progetto.

Avendo adottando la metodologia di calcolo del metodo diretto italiano, descritto nei paragrafi seguenti, non è necessario caratterizzare la curva di possibilità pluviometrica ma solo definirne il parametro n , il cui valore viene riportato nel report dei calcoli.

A tal fine viene applicato il metodo delle linee segnalatrici di pioggia a due parametri a e n , in cui i parametri a ed n vengono determinati con riferimento ad un ben preciso valore di tempo di ritorno, TR , dell'evento meteorico.

L'altezza di precipitazione di progetto viene calcolata come segue:

$$h = a \cdot D^n$$

h [mm]: altezza di pioggia

D [ore]: durata di pioggia

n [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia

a [mm/ora ^{n}]: parametro della linea segnalatrice di pioggia

Per durate delle precipitazioni superiori ad un'ora si adottano i valori dei parametri a e n valevoli per durate superiori ad un'ora ed inferiori a 24 ore.

Per le durate inferiori a un'ora si utilizza lo stesso parametro a , adottato per eventi di durata superiore all'ora, mentre il parametro n viene definito in modo specifico per tale durata.

Per quanto riguarda al tempo di ritorno TR adottato per la stima dei parametri, si fa riferimento a valori idonei a garantire le condizioni di sicurezza dell'opera e rispettare i valori e le indicazioni richiesti da norma, come riportato a seguito nel report dei calcoli.

6 METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica viene adottato il metodo di calcolo previsto dalla Deliberazione del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara n.61/2009.

Non viene, pertanto, adottato il metodo diretto italiano contenuto nel Piano Stralcio per il Rischio Idrogeologico dell'Autorità dei Bacini Regionali Romagnoli della Regione Emilia-Romagna.

Nei paragrafi seguenti verrà descritto tale metodo ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

6.1 Metodo di calcolo

Nella Deliberazione n.61/2009 è previsto per superfici urbanizzate oltre 1 ha, il seguente volume minimo invasabile W_i :

- W_i = il valore più alto tra 350 mc/ha urbanizzato e 500 mc/ha impermeabilizzato.

Verrà quindi adottato il valore di 500 mc/ha impermeabilizzato per determinare il volume di invaso minimo da garantire.

Portata in uscita dall'invaso

A valle del volume di invaso si preveda la realizzazione di un sistema di scarico con luce a battente circolare, la cui portata è calcolata mediante la seguente legge di efflusso.

$$Q_u(H) = \mu \cdot A \cdot \sqrt{2g \cdot H}$$

$Q_u [m^3/s]$: portata in uscita dall'invaso

$H [m]$: battente idrico

$D [m]$: diametro interno del foro

$A [m^2]$: area della bocca d'uscita = $\pi \cdot D^2/4$

$\mu [-]$: coefficiente di efflusso ($\mu = 0,6$)

$g [m/s^2]$: accelerazione di gravità

La portata massima scaricata viene calcolata avendo assunto il battente idrico pari al suo massimo valore all'interno dell'invaso.

Il battente idrico massimo H si calcola con la seguente relazione:

$$H = \frac{W}{A_{inv}}$$

$W [m^3]$: volume invasato

$A_{inv} [m^2]$: area in pianta dell'invaso

7 PRINCIPALI RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

7.1 Caratteristiche generali

Comune di Codigoro

Provincia Ferrara

Metodi di calcolo adottati				
Metodo di cui alla Deliberazione n.61/2009 del Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara				
Portata massima scaricabile				
Portata massima scaricabile	152,0	l/s		
Definizione aree				
Descrizione	Tipo area	Superficie [m ²]	Coeff. Afflusso ϕ	
Area container stazioni bt/MT+storage	Area impermeabile	500,0	0,90	
Area cabina media tensione	Area impermeabile	286,0	0,90	
Area proiezione a terra moduli	Area impermeabile	35900,0	0,90	
Sup. totale intervento	36686,0	m ²	Coeff. afflusso medio ponderale ϕ_m	
			0,90	

DIMENSIONAMENTO SISTEMA D'INVARIANZA

Metodo Deliberazione n.61/2009			
Volume invaso minimo	W_0	1835,0	m ³
$W_0 = 500 \text{ mc/ha} * 3,67 \text{ ha}$			
Portata massima scaricabile	$Q_{u, \max}$	152,0	l/s
$Q_{u, \max} = 19,0 \text{ ha} * 8 \text{ l/(s*ha)}$			

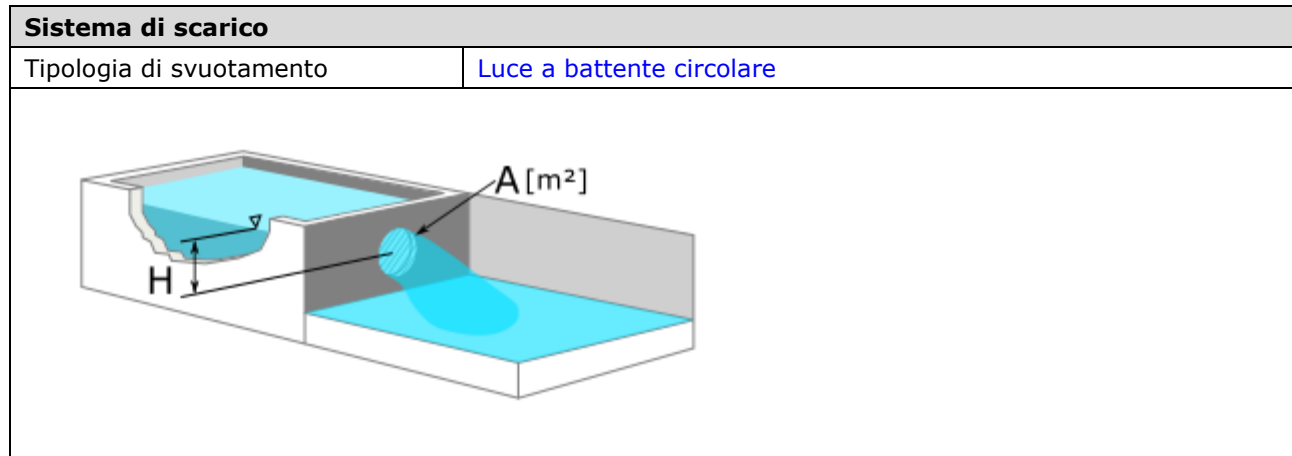
Pertanto, per l'intervento in progetto verrà prevista la realizzazione di un invaso avente un volume di 1900 mc, dal quale la portata massima scaricabile nella rete idraulica dovrà essere inferiore a 152 l/s.

L'invaso consisterà in una area depressa appositamente realizzata mediante livellamento del terreno ad una quota di fondo pari a -15 cm rispetto al piano zero dell'impianto fotovoltaico. L'estensione dell'invaso sarà tale da garantire il volume di ritenzione di progetto.

Nel dettaglio si avrà:

Dimensioni invaso in progetto		Valore	Unità di misura
Superficie pianta invaso	A_{inv}	12666,70	mq
Altezza utile invaso	H	0,15	m
Volume utile invaso	W	1900,00	mc

Il sistema di scarico dell'invaso sarà costituito da tubazioni interrate in PEAD SN8 (esterna corrugata) in barre adatte per scarico non in pressione, che dal pozzetto dedicato dipartono verso il canale idrico recettore. Per dettagli, si faccia riferimento ad elaborati grafici allegati.



Calcolo velocità di efflusso

g - accel di gravità

9,81 m/s²

μ - coefficiente di efflusso

0,61

v - velocità di efflusso

1,05 m/s

Calcolo portata di scarico in progetto

n. tubazioni di scarico

3

Diametro esterno tubazione

250 mm

Diametro interno tubazione

218 mm

Sezione interna singola tubazione

0,037325 m²

Sezione totale tubazioni

0,111976 m²

Portata di scarico in progetto

0,117179 mc/s

117,18 l/s

Verifica portata

Portata di scarico in progetto < Portata max scaricabile

OK

Data 11/10/2021

Timbro e firma



8 ALLEGATI

Alla presente relazione sono allegati i seguenti elaborati:

- Layout invaso idrico e sezioni relative.