

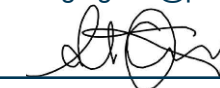
## IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG Laguna E OPERE CONNESSE POTENZA IMPIANTO 13.8 MWp - COMUNE DI PORTOMAGGIORE

### Proponente

EG Laguna S.R.L.  
VIA DEI PELLEGRINI 22 · 20122 MILANO (MI) · P.IVA: 11769770964 · PEC: eglaguna@pec.it

### Progettazione

Ing. Piero FARENTI. Via Don Giuseppe Corda, SNC -  
03030 Santopadre (FR) · tel.: 0776531040 · e-mail: info@farenti.it  
PEC: piero@pec.farenti.it



### Collaboratori

Ing. Andrea FARENTI. Via Don Giuseppe Corda, SNC - 03030 Santopadre (FR)  
tel.: 0776531040 · e-mail: info@farenti.it · PEC: andrea@pec.farenti.it

### Coordinamento progettuale

FARENTI S.R.L.  
Via Don Giuseppe Corda, SNC · 03030 Santopadre (FR) · P.Iva 02604750600 ·  
Tel. 0776531040 Fax 07761800135

### Titolo Elaborato

Relazione invarianza idraulica

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	DATA	SCALA
Progetto definitivo	VIA.INT6	-	A4	10/21	-

### Revisioni

REV.	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
00	07/10/2021	-	AF	PF	ENF



COMUNE DI PORTOMAGGIORE  
REGIONE EMILIA ROMAGNA



# RELAZIONE TECNICA DI INVARIANZA IDRAULICA

# PREMESSA

Oggetto della presente relazione è la verifica del rispetto dei requisiti minimi di invarianza idraulica relativi al progetto di un impianto fotovoltaico di potenza pari a 13,8 MWp, installato a terra in area agricola, sito in Borgata Bragliola nel comune di Portomaggiore (FE).

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.

# INQUADRAMENTO

Il progetto riguarda la realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza di 13,8 MWp da costruire ad est rispetto al centro abitato del Comune di Portomaggiore (FE) in località Borgata Bragliola, su terreni agricoli.

Il cavidotto, che sarà completamente interrato, sarà posizionato lungo strade pubbliche, senza andare ad intaccare l'ambiente circostante.

In Figura 1 e Figura 2 si riportano rispettivamente l'inquadramento geografico del sito con cavidotto di connessione (fonte del dato <https://www.google.it/maps>).



Fig

ura 1 - Inquadramento geografico del sito



**Fig**

**ura 2 - Inquadramento geografico del sito con cavidotto di connessione**

Il terreno interessato dall'impianto fotovoltaico si trova in località Borgata Bragliola, sita a circa 5 km dal centro abitato di Portomaggiore (FE).

Il lotto agricolo è accessibile mediante viabilità comunale, via Grillo Braglia, facente capo alla Strada Provinciale n. 57.

Il cavidotto di connessione parte dai lotti di progetto ed arriva, tramite un percorso stradale di circa 8 km, alla Cabina Primaria "Portomaggiore".

Nel Catasto Terreni comunale i terreni sono identificati al:

- Foglio 114 particelle: 8

Le coordinate geografiche sono: 44°41'31.74"N 11°52'41.05"E





**FIGURA 3 – MAPPA CATASTALE DEI LOTTI**

Il percorso del cavidotto MT, per il primo tratto, parte dal Foglio 114 ed arriva alla cabina MT sita nel Foglio 115.

Per il secondo tratto, il percorso del cavidotto MT parte dal Foglio 114 e attraversa i Fogli 112, 109, 108, 107, 121, 119 del Comune di Portomaggiore per finire nella Cabina Primaria Enel “Portomaggiore” sita nel Foglio 122.

L’impianto sarà allacciato alla rete di e-distribuzione tramite realizzazione di nuove linee da cabina primaria “Portomaggiore”.

In Figura seguente si evidenzia, su base catastale, il percorso delle linee MT fino alla Cabina Primaria di Portomaggiore (a sinistra) ed alla cabina MT (a destra).



**FIGURA 4 - ESTRATTO MAPPE CATASTO TERRENI IMPIANTO E CAVIDOTTO DI CONNESSIONE**

# DESCRIZIONE GENERALE DELL'AREA

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

Per quanto riguarda l'area effettivamente occupata dai moduli fotovoltaici, i 7 ettari complessivi devono essere ponderati, oltre che per la presenza di inseguitori monoassiali, anche per l'altezza che i moduli stessi mantengono da terra. Di fatto, l'intera area sotto i moduli viene mantenuta permeabile, fatta eccezione per i pali di sostegno delle strutture infisse nel terreno. Ha senso, quindi, computare un'area pari all'1% della superficie stessa, a scopo prudenziale.

Tipo di superficie	Valore [mq]
Area lotto complessiva	200.000
Area occupata dai moduli da computare nel calcolo	700
Area container stazioni bt/MT+storage	261
Area cabina media tensione	468

Superficie totale: 1429 m<sup>2</sup>

Coefficiente afflusso medio ponderale  $\varphi_m$  0,90



## PORTATE MASSIME SCARICABILI

Per quanto attiene alle portate massime scaricabili, Qumax, si adotta il seguente valore: 0,00 l/s.

Si specifica, infatti, come non sia previsto alcuno scarico in corpo idrico superficiale del volume invasato.

# 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 <sup>$n$</sup> ]: 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.

# METODOLOGIE DI DIMENSIONAMENTO E VERIFICA ADOTTATI

Al fine di ottemperare alle verifiche di invarianza idraulica e/o idrologica viene adottato il seguente metodo di calcolo:

## Metodo diretto italiano

Nei paragrafi seguenti verranno descritti tali metodi ed a fine relazione verranno riportati i report dei calcoli.

Il metodo diretto italiano è un caso particolare derivato dal metodo italiano dell'invaso (Supino 1929; Puppini 1932). Esso permette di calcolare direttamente i volumi d'invaso necessari per modulare il picco di piena semplicemente mantenendo costante il coefficiente udometrico al variare del coefficiente d'afflusso  $\varphi_m$ .

Per il calcolo del volume dell'invaso  $W_0$  [ $m^3$ ] si applica la seguente formula:

$$W_0 = v \cdot A$$

$v$  [ $m^3/ha$ ]: volume specifico dell'invaso

$A$  [ $ha$ ]: area totale scolata interessata dall'intervento

Per il calcolo del volume specifico d'invaso si applica la seguente formula:

$$v = w_0 \left( \frac{\varphi_m}{\varphi_0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - 15 \cdot I - w_0 \cdot P$$

$v$  [ $m^3/ha$ ]: volume specifico dell'invaso

$w_0$  [ $m^3/ha$ ]: volume specifico dei piccoli invasi naturali riferiti allo stato ante operam, pari a 50

$\varphi_m$  [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale post operam

$\varphi_0$  [-]: coefficiente d'afflusso medio ponderale ante operam

$n$  [-]: coefficiente di scala della linea segnalatrice di pioggia pari a 0,48

$I$  [-]: frazione di area trasformata, pari alla superficie dell'area trasformata diviso per la superficie totale

$P$  [-]: frazione di area inalterata, pari a  $(1 - I)$

Per la stima dei coefficienti di deflusso  $\varphi_m$  e  $\varphi_0$  si fa riferimento alla relazione convenzionale:

$$\varphi_m = 0,9 \cdot Imp + 0,2 \cdot Per$$

$$\varphi_0 = 0,9 \cdot Imp_0 + 0,2 \cdot Per_0$$

$Imp$  [-]: frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile post operam

$Imp_0$  [-]: frazione dell'area totale da ritenersi impermeabile ante operam

$Per$  [-]: frazione dell'area totale da ritenersi permeabile post operam

$Per_0$  [-]: frazione dell'area totale da ritenersi permeabile ante operam

## Calcolo portata infiltrata

La portata infiltrata viene calcolata adottando la formula di Darcy.

$$Q_{inf} = K_{calc} \cdot i \cdot A_f$$

$Q_{inf} [m^3/s]$ : portata infiltrata

$K_{calc} [m/s]$ : coefficiente di permeabilità di calcolo del terreno a lungo termine

$i [m/m]$ : gradiente idraulico

$A_f [m^2]$ : superficie d'infiltrazione di calcolo

Nel calcolo del processo di infiltrazione vengono adottati valori cautelativi dei coefficienti di permeabilità del terreno idonei a rappresentare le reali condizioni di permeabilità a lungo termine.

## Tempo di svuotamento

Il tempo di svuotamento  $T_{sv}$  viene calcolato con la seguente.

$$T_{sv} = \frac{W}{Q_{inf}}$$

$W [m^3]$ : volume invasato massimo

$Q_{inf} [m^3/s]$ : portata infiltrata

# RISULTATI DEI CALCOLI

Si riportano di seguito i risultati del calcolo.

Metodi di calcolo adottati			
Metodo diretto italiano			

Portata massima scaricabile			
Portata massima scaricabile	0,00	l/s	

Definizione aree			
Descrizione	Tipo area	Superfici e [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Afflusso $\Phi$
Area occupata dai moduli da computare nel calcolo	Area impermeabile	700	0,90
Area container stazioni bt/MT+storage	Area impermeabile	261	0,90
Area cabina media tensione	Area impermeabile	468	0,90

Sup. totale intervento: 1429,0 m<sup>2</sup>

Coeff. afflusso medio ponderale  $\Phi_m$  0,90

Parametri del Metodo diretto italiano						
Descrizione	Tipo area	Superfici e A [m <sup>2</sup> ]	Coeff. Affl. $\varphi$ ante	Coeff. Affl. $\varphi$ post	V. Invasi w ante [m <sup>3</sup> /ha]	V. Invasi w post [m <sup>3</sup> /ha]
Area occupata dai moduli da computare nel calcolo	Area trasformata	700,0	0,20	0,90	70,00	20,00
Area container stazioni bt/MT+storage	Area trasformata	261,0	0,20	0,90	70,00	20,00
Area cabina media tensione	Area trasformata	468,0	0,20	0,90	70,00	20,00
Valori medi			0,20	0,90	70,00	20,00

Metodo diretto italiano			
Volume invaso minimo	$W_0$	74,82	m <sup>3</sup>
$W_0 = \frac{v \cdot A}{10.000}$ $v = w_0 \left( \frac{\varphi_m}{\varphi_0} \right)^{\frac{1}{1-n}} - w$			

Dimensioni invaso			
Superficie pianta invaso	$A_{inv}$	90,00	m <sup>2</sup>

Verifiche invaso						
		Valore Progetto		Valore Ammissibile		VERIFICA
Altezza utile invaso	H	0,80	>	0,77	m	Positiva
Volume utile invaso	W	75,00	>	69,71	m <sup>3</sup>	Positiva
Tempo di svuotamento	$T_{sv}$	21,5				



Il volume utile di invaso necessario per compensare la perdita di capacità di infiltrazione sarà pari a 32 mc.

Il volume di invaso allagabile verrà realizzato nell'area verde con superficie in terreno naturale, in modo da consentire lo scolo naturale (dispersione nel terreno) di tutta l'acqua invasata secondo le caratteristiche di permeabilità del terreno presente.

La realizzazione di tale invaso potrà avvenire mediante un fosso naturale di lunghezza 90 m avente una profondità utile di 0,8 m e larghezza 1 m, posizionato lungo il perimetro dell'impianto.