

**BONA ENERGIA S.r.l**

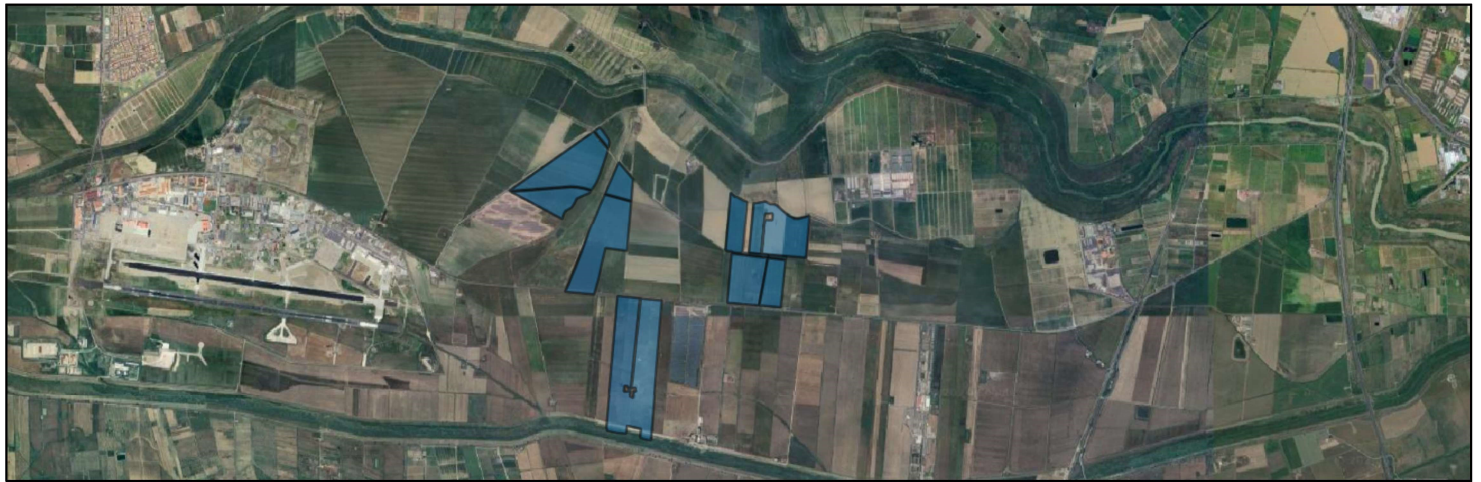
Via G. Boccaccio 7 - 20123 Milano (MI)



**Regione Siciliana**

Assessorato Regionale dell'Energia e dei servizi di pubblica utilità  
**Dipartimento dell'Energia**

Realizzazione di parco fotovoltaico della potenza complessiva di 98.89 MW  
e relativo cavidotto da realizzarsi nel territorio del comune di Catania,  
c/da Sigona



**Elaborato : Relazione Invarianza Idraulica**

<b>Progettazione</b>		<b>RINV</b>	
dott ing Giuseppe De Luca	Geologia: _____		
	Formato <b>A4</b>		
	Scala		
	Note		
	Data		
	Note		
Ambiente: _____		Data emissione <b>febbraio 2024</b>	
_____		Collaborazione alla progettazione	
dott ing Chiara Morello		geom. Antonio Lanza	

## Sommario

GENERALITÀ .....	2
PREMESSE.....	3
PROPOSTA DI PROGETTO.....	5
MODALITÀ ESECUTIVE .....	6
VERIFICA COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE E POST OPERAM. ....	8
INTERVENTI DI MIGLIORAMENTO AGRARIO .....	11
CONCLUSIONI.....	13

## Generalità

Il parco fotovoltaico sorgerà nel territorio del comune di Catania, in c/da Sigona, e lo schema di allacciamento alla RTN prevede che il parco fotovoltaico venga collegato in antenna a 150 kV con la sezione a 150 KV di una nuova stazione elettrica di trasformazione a 380/150 kV della RTN denominata “Pantano d’Arci” da inserire in entra-esce sul futuro elettrodotto RTN a 380 KV della RTN “Paternò – Priolo”.

L’area della costruenda Stazione Elettrica, dista dal parco fotovoltaico circa 3,3 Km in linea d’aria, e il collegamento sarà esercito con livello di tensione pari a quello imposto dagli inverter di 30 kV.

L’impianto insisterà su un’area della estensione di circa **155,44 Ha**, dei quali circa la metà saranno fisicamente impegnati dai pannelli solari.

L’intervento costruttivo oggetto della presente relazione, consiste nella realizzazione di un parco fotovoltaico della potenza complessiva di 98,89 Mw, in un terreno ricadente interamente nel comune di Catania, in contrada Sigona.

## Premesse.

In via del tutto generale, presa in considerazione una porzione di territorio allo stato naturale, priva dunque di manipolazione antropica e oggetto di trasformazione urbanistica, l'invarianza idraulica è un principio in base al quale **sia le portate che i volumi di deflusso meteorico** rimangano pressoché costanti ante e post operam.

In buona sostanza si intende trasformazione del territorio ad invarianza idraulica una trasformazione urbanistica che non generi un aumento della portata di piena nel corpo idrico recettore dei deflussi superficiali o degli scarichi originati dall'area stessa.

Gli effetti provocati da una modifica sostanziale dei deflussi sia in termini di volume che di velocità possono essere riassunte in

- Esondazione se il ricettore è un corso d'acqua e non è in grado di sopportare l'aumento della portata di acqua
- Aumento pressione esercizio nel caso di una rete di fognatura o di acque meteoriche

Le piogge di forte intensità che cadono su un bacino idrografico subiscono due tipi di processi che determinano l'entità delle piene nei corsi d'acqua riceventi:

1. l'infiltrazione nei suoli;
2. la laminazione superficiale.

Il processo di cui al punto 1 controlla i volumi di acqua restituiti dal terreno esclusi quelli che vengono assorbiti, e viene descritto mediante un "*coefficiente di deflusso*", il quale rappresenta la percentuale della pioggia che raggiunge il corpo recettore.

Il secondo processo, è fortemente influenzato dalle caratteristiche del reticolo drenante e dalla morfologia delle aree contermini, agisce trattenendo i volumi che scorrono in superficie, facendoli transitare attraverso i volumi disponibili e determinandone una restituzione rallentata.

Un bacino naturale presenta la caratteristica di lasciare infiltrare una certa quantità di acqua durante gli eventi di piena, e di restituire i volumi che non si infiltrano in modo graduale.

L'acqua ristagna nelle depressioni superficiali, segue percorsi tortuosi, si espande in aree normalmente non interessate dal deflusso, ed in questo modo le piene hanno un colmo di portata relativamente modesto ed una durata delle portate più lunga.

Quando un bacino subisce un'artificializzazione, i deflussi vengono canalizzati e in linea di massima le superfici vengono regolarizzate, situazioni che di fatto producono un'accelerazione nel deflusso delle acque.

In generale ciò comporta un aumento dei picchi di piena e può portare a situazioni di rischio idraulico causati dall'impermeabilizzazione dei suoli, la quale provoca un aumento dei volumi che scorrono in superficie, aggravando ulteriormente le possibili criticità.

Maggiori volumi che scorrono in superficie rappresentano, oltre che un aggravio dei possibili rischi idraulici, anche un più rapido esaurimento dei deflussi ed una riduzione degli apporti alla falda, e in definitiva una riduzione delle risorse idriche utilizzabili.

Alla luce di quanto descritto, è necessario limitare possibili effetti di aggravio delle piene legati alla progressiva manipolazione e impermeabilizzazione dei suoli conseguente alle trasformazioni di uso del suolo.

In particolar modo occorre evitare gli interventi che comportino eccessiva impermeabilizzazione dei suoli e conseguente aumento delle velocità di corrivazione, mirando a prevedere azioni correttive volte a mitigarne gli effetti.

**Quindi al fine di soddisfare i criteri per la Verifica per l'Invarianza idraulica, è indispensabile che le trasformazioni dell'uso del suolo escludano o riducano quanto più gli inevitabili fenomeni di maggiore impermeabilizzazione con aumento dei coefficienti di deflusso delle acque naturali superficiali.**

## Proposta di progetto.

Al fine di comprendere e definire in maniera accurata le modifiche che la realizzazione dell'impianto produce sulle caratteristiche dei terreni, qui di seguito si riassume in dettaglio la composizione dell'impianto stesso.

L'impianto fotovoltaico è organizzato in tre campi, ed è costituito da gruppi di stringhe collegati a loro volta alle cabine di campo, ubicati nel territorio del comune di Catania, in contrada Sigona. L'impianto nel suo complesso è riassumibile nei seguenti apprestamenti tecnologici. Nel dettaglio, il progetto prevede la realizzazione/installazione di:

1. n° 6009 strutture da 26 moduli;
2. n° 660 strutture da 13 moduli;
3. n° 164.814 moduli fotovoltaici da 600 Wp;
4. n° 33 inverter singoli di potenza nominale da 3125 kVA modelli marca Sungrow;
5. n° 4 cabine di raccolta: una per ogni singolo campo;
6. n° 1 cabina di raccolta all'interno dell'area d'impianto del campo 2;
7. n° 1 container alloggio/ufficio;
8. n° 4 container magazzino;
9. ml 18.252,00 di recinzione esterna perimetrale alle aree di installazione dei pannelli fotovoltaici;
10. n° 4 accessi carrai installati lungo la recinzione perimetrale per l'accesso ai tre campi;
11. mq 103.468,00 di viabilità e spazi interni
12. cavidotti in MT in interrato interni ai campi fotovoltaici per il collegamento degli inverter con trasformatore integrato alla cabina di raccolta generale;
13. un elettrodotto esterno in MT per collegamento alla Stazione Utente e un elettrodotto in AT per il collegamento dalla Stazione Utente alla Stazione di trasformazione "Pantano d'Archi" di lunghezza complessiva pari a 8.225,25 ml.

Si precisa che gli inverter verranno installati all'interno delle cabine di campo.

All'interno delle aree d'impianto dove verranno installati i pannelli è prevista la realizzazione di una viabilità perimetrale che corre lungo la recinzione e la realizzazione di piste che connettono la viabilità perimetrale con la posizione delle cabine di campo.

La viabilità complessiva da realizzarsi all'interno delle aree di impianto sarà realizzata in materiale naturale **senza l'ausilio di asfalto**, e avrà un pacchetto di fondazione di spessore differente a seconda dei carichi che si prevede transiteranno durante la fase di cantiere ed esercizio.

## Modalità esecutive.

Per ridurre gli impatti legati alla realizzazione dell'impianto, si procederà cercando di mantenere per la gran parte inalterato lo status delle aree interessate.

Le lavorazioni possono essere così riassunte :

1. Eliminazione vegetazione spontanea presente mediante estirpazione meccanica;
2. Le aree di intervento si presentano pianeggianti e idonee ad accogliere un impianto fotovoltaico, in ogni caso si provvederà alla regolarizzazione delle stesse senza che venga in alcun modo variata in modo significativo la pendenza naturale esistente;
3. Realizzazione di impianto fotovoltaico su tracker monoassiali, infissi nel terreno con l'ausilio di battipalo o vitoni, senza dunque l'utilizzo di cemento o altri materiali utili alla realizzazione delle fondazioni;
4. Realizzazione viabilità di impianto, eseguita con materiali naturali , senza l'ausilio di strati di finitura impermeabilità (*asfalto o battuto di cemento*) e con **pacchetto di sottofondo drenante** costituito da inerti a pezzatura variabile;
5. Installazione cabine e inverter. Verranno installate su delle platee in c.a. gettato in opera, le quali platee sporgeranno circa 1,00 ml dal perimetro della cabina/inverter, per tanto singolarmente non daranno origine a grandi superfici impermeabili;

In relazione alle lavorazioni cui ai **punti 1 e 2**, eliminando la vegetazione spontanea e rendendo libera la superficie dell'area, si produrrà un beneficio in termini di filtrazione delle acque meteoriche stesse.

L'installazione dei pannelli di cui al **punto 3**, di fatto non costituisce struttura impermeabile e non impedisce alle acque meteoriche di seguire il loro vecchio deflusso, in quanto essendo i pannelli orientati tutti nella medesima direzione e aventi tutti la stessa inclinazione, la pioggia che colpisce il modulo, viene fatta scivolare ai piedi del tracker affiancato. Dato il numero elevato di tracker installati, tale situazione fa sì che le acque meteoriche giungano sul terreno in modo uniforme, come se non vi fosse la presenza delle strutture fotovoltaiche.

La realizzazione della viabilità, **punto 4**, prevede la sagomatura della strada a schiena d'asino, in modo che il quantitativo di acqua che non filtra attraverso il corpo stradale, venga raccolta nella porzione di area lasciata come terreno naturale. Va ribadito che sebbene dotate di permeabilità inferiore a quella propria del terreno agrario, essendo le strade realizzate in terreno naturale e con pacchetto drenante, presenteranno una propria permeabilità che assorbirà la gran parte delle acque meteoriche.

L'installazione delle cabine (**punto 5**) condurrà alla realizzazione di aree impermeabili, ed è corretto affermare che le cabine rivestono interventi a carattere puntuale rispetto all'estensione

complessiva dell'area di intervento. Gli effetti puntuali daranno origine a fenomeni trascurabili rispetto all'intera area di impianto.



## Verifica coefficienti di deflusso ante e post operam.

Il coefficiente di deflusso, nell'ambito del bacino idrografico di un corso d'acqua, esprime il rapporto fra deflussi (*volume d'acqua defluito alla sezione di chiusura del bacino*) e gli afflussi (*precipitazioni*).

Per quanto esposto, al fine della verifica della invarianza idraulica, è corretto verificare che il valore del coefficiente rimanga pressoché inalterato ante e post operam, in quanto rimanendo inalterato non viene modificato il volume di acqua che viene recapitata al corpo recettore.

Qui di seguito si riportano i dati tabellari dei coefficienti di deflusso per determinate superfici:

Tipologia	coeff. di deflusso
Superfici agricole, prati, verde su suolo profondo	0,10-0,15
Terreni incolti o sterrati non compatti	0,20-0,30
Superfici inghiaiate	0,30-0,50
Sterrato compatto	0,50-0,60
Copertura di tetti, superfici <i>asfaltate</i>	0,85-1,00

**Tabella 1 - Coefficienti di deflusso tabellati**

Si evidenzia ancora una volta che all'interno del campo non vi saranno superfici impermeabili, se non le **coperture delle cabine e i relativi battuti su cui poggeranno.**

**Va evidenziato che il battuto avrà una superficie che sporge di 1,00 ml dal perimetro del manufatto.**

In totale, le superfici impermeabili saranno pari a complessivi 2.144,40 mq circa, riferiti a tutta l'area di impianto.

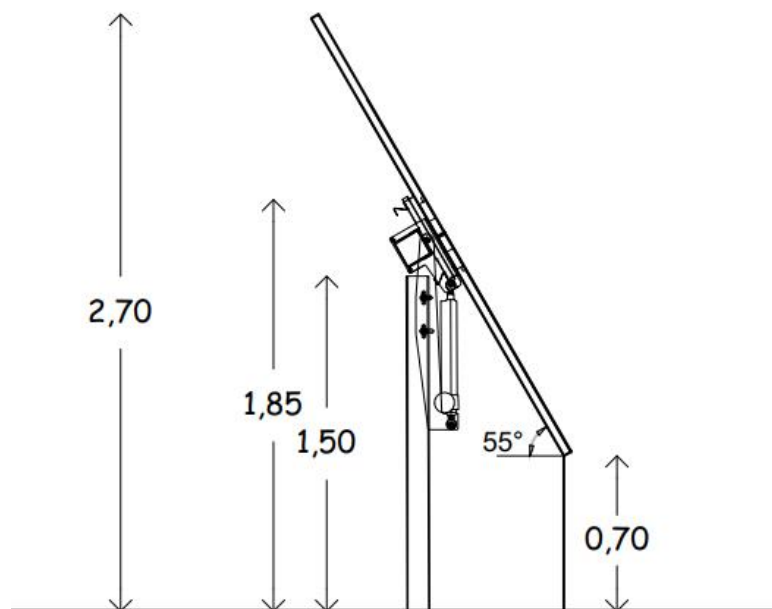
Nel dettaglio avremo:

<b>Superficie area :</b>						1.554.400,00 mq			
<b>Ante Operam</b>									
<i>Superficie impermeabile :</i>						0,00 mq	0,00%	di	1.554.400,00 mq
<i>Superficie permeabile :</i>						1.554.400,00 mq	100,00%	di	1.554.400,00 mq
<b>Post Operam</b>									
<i>Superficie impermeabile di progetto :</i>						2.144,40 mq	0,14%	di	1.554.400,00 mq
<i>Viabilità di progetto :</i>						88.386,00 mq	5,69%	di	1.554.400,00 mq
<i>Fascia di mitigazione arborea :</i>						155.098,00 mq	9,98%	di	1.554.400,00 mq
<i>Area moduli :</i>						341.299,00 mq	21,96%	di	1.554.400,00 mq
<b>Coefficienti di deflusso assunti per il calcolo :</b>									
$\phi 1 =$	1,00	<i>(valido per le sole superfici impermeabili post operam)</i>							
$\phi 2 =$	0,85	<i>(valido per la viabilità - assumiamo il coefficiente asfalto)</i>							
$\phi 3 =$	0,15	<i>(valido per le aree di mitigazione perimetrali post operam)</i>							
$\phi 4 =$	0,40	<i>(valido per tutta l'area ante operam)</i>							
Al fine di operare a vantaggio di sicurezza, si procederà alla definizione di un valore medio del coefficiente di deflusso da applicare sull'intera area:									
$\phi = \frac{\sum_{i=1}^k S_k \cdot \phi_k^o}{S_{totale}} = 0,065$									

### **La superficie impermeabile risulta essere assolutamente trascurabile.**

I tracker, sebbene si presentino come strutture impermeabili, in effetti non tratterranno, e soprattutto non altereranno il percorso delle acque meteoriche, in quanto ne consentiranno lo spandimento regolare, atteso che la superficie di impatto non sarà mai in orizzontale, ma sempre inclinata.

A supporto di quanto superiormente affermato si riporta il dettaglio tipico dei tracker utilizzati in progetto.



**Figura 1** – Dettaglio Insieme tracker

Come risulta evidente dall'immagine, la presenza dei tracker non influenza lo spandimento delle acque meteoriche per due motivazioni:

1. la piccola percentuale di precipitazione che colpisce il modulo, viene rilasciata immediatamente sul terreno agrario, senza creare accumuli.
2. Essendo in presenza di tracker, con posizione variabile non si avrà il ruscellamento sempre nella medesima posizione, ma sarà variabile in funzione dell'inclinazione momentanea.

Infine, trovano posto le **strade interne** realizzate con pacchetto drenante, cioè con materiale a pezzatura variabile che consente una elevata permeabilità delle acque meteoriche, e con la quota estradorsale a quota superiore di circa 20 cm dall'attuale piano di campagna.

Come risulta evidente, la realizzazione del progetto non altera, anzi migliora i coefficienti di deflusso, favorendo una maggiore filtrazione delle acque meteoriche.

## **Interventi di miglioramento agrario.**

Le verifiche in ordine al deflusso delle acque sono state effettuate a vantaggio di sicurezza, in quanto sono stati utilizzati coefficienti molto restrittivi che non tengono conto degli **interventi di miglioramento fondiario** connessi alla realizzazione dell'impianto.

Lo spirito con cui ci si appresta alla realizzazione dell'impianto fotovoltaico, è quello di integrare perfettamente l'officina elettrica con il contesto agrario e paesaggistico in cui è inserito, attraverso interventi di mitigazione ambientale e di miglioramento agrario dei suoli.

L'intervento prevede la piantumazione arborea nelle fasce perimetrali e nelle zone interessate da vincoli. Inoltre il progetto prevede la delimitazione dei campi con recinzioni corredate da fasce a verde, con la realizzazione di apposite aperture nelle recinzioni, onde consentire il passaggio ai mammiferi di piccola e media taglia, minimizzando così i disagi per conigli, lepri, volpi, talpe, ed altro ancora.

Dopo una valutazione preliminare su quali specie utilizzare per la realizzazione della fascia arborea, si è scelto di impiantare specie autoctone quali mandorlo e/o ulivo esternamente alla recinzione.

**In ogni caso la ramificazione delle radici, rappresenta la componente essenziale per garantire l'areazione del suolo e la circolazione d'acqua.**

**Con tali interventi si mantiene alto, il tenore della sostanza organica e si evita la compattazione dei suoli.**

Inoltre occorre evitare quanto più possibile ogni forma di impermeabilizzazione, atteso che rappresenta la principale causa di degrado del suolo. In seguito, appare utile ricordare alcuni elementi relativi alle possibili criticità riconducibili all'erosione, facendone tesoro.

L'erosione di suolo è un fenomeno che secondo i dati ufficiali (ISPRA) procede sempre più velocemente.

Le cause dell'erosione del suolo dei terreni agricoli sono molteplici, ma ce n'è una, che non viene spesso messa in relazione ed è quella del legame diretto tra uso di agrofarmaci e fertilizzanti di sintesi e perdita di coesione dei terreni agrari.

Un suolo senza parte microbiologica non è un suolo ma uno strato minerale con granulometria più o meno fine.

La distruzione della parte microbica, distrugge il suolo e tutte le loro funzioni sia biochimiche che biofisiche. Essendo il suolo agrario un organismo vivente a tutti gli effetti, l'uso dei veleni o dell'azione di alcuni sali, tende a sterilizzare il suolo determinandone pregiudizio nelle funzioni vitali, con perdita di coesione dello stesso.

I microrganismi, insieme alla matrice organica e minerale del suolo, rappresentano una componente vivente integrale e hanno dimensioni microscopiche.

**Le azioni intraprese con il nostro progetto, escludono categoricamente l'uso di agrofarmaci e fertilizzanti di sintesi, facendo sì, di non arrecare in alcun modo danni al suolo fertile dei fondi di nostro interesse.**

## Conclusioni.

L' area non subirà alterazioni importanti, per cui non si avranno variazioni significative in termini di coefficienti di deflusso e tempi di corrivazione.

**In conclusione, si ritiene che per quanto attiene all'intera area di intervento, le trasformazioni a corredo della realizzazione dell'impianto fotovoltaico rispettino il principio dell'invarianza idraulica.**

IL CONSULENTE

(DOTT. ING. GIUSEPPE DE LUCA)

