



COMUNE DI TRESIGNANA

PROVINCIA DI FERRARA



REGIONE EMILIA
ROMAGNA



REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE AGRIVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 kWAC

Denominazione Impianto:

IMPIANTO TRESIGALLO 3

Ubicazione:

Via Rossetta n°SNC Comune di Tresignana (FE)

ELABORATO
2.31

Cod. Doc.: 2.31

VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA



Renew-co Engineering S.r.l.
Viale Trieste 33
CAP 63900, Fermo (FM),
P.iva e C.F. 02553880442
info@renew-co.com www.renew-co.com

Scala: --

Data:
08.04.2024

PROGETTO

PRELIMINARE

DEFINITIVO

AS BUILT



TECNICI E PROFESSIONISTI:

Revisione

Data

Descrizione

Redatto

Approvato

Autorizzato

01

08.04.2024

Progetto Definitivo

02



Il Tecnico:

Geol. Alessandro Mascitti
Ordine Geologi Regione Marche

Il Richiedente:

RENEWABLE ADVENTURE 2 S.R.L.
Via Venezia Giulia 4 - 63074 - San Benedetto del
Tronto (AP)
P.iva: 02469360446
REA: AP - 277619

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 1 di 16

SOMMARIO

1. PREMESSA	2
2. CALCOLO DEI VOLUMI DI COMPENSAZIONE DELLA IMPERMEABILIZZAZIONE	2

Allegati (Schede di calcolo numerico e tavole grafiche)

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 2 di 16

1. Premessa

Il principio dell'Invarianza Idraulica sancisce che la portata al colmo di piena risultante dal drenaggio di un'area debba essere costante prima e dopo la trasformazione dell'uso del suolo in quell'area.

Lo studio di un bilancio idrologico deve essere eseguito per bacino e a questo si deve fare riferimento per un intervento di urbanizzazione parziale o per un intervento diretto di edificazione.

Le componenti del bilancio in un bacino idrologico sono in effetti numerose e variabili, dalle diverse componenti del deflusso, alla variabilità della capacità di infiltrazione e, non ultimo per importanza, alle diverse modalità di manifestarsi degli eventi meteorici e degli afflussi.

Per un'area di nuova urbanizzazione è necessario verificare che l'intervento proposto non aggravi l'esistente livello di rischio idraulico né possa pregiudicare la possibilità di una futura riduzione di tale livello. In pratica è necessario verificare che, modificando le caratteristiche e l'uso del suolo, sia verificata la compatibilità dei deflussi con i corpi recettori.

Trattandosi di una trasformazione del territorio è necessario quindi affrontare il tema salvaguardando l'area urbanizzata da eventuali pericoli di allagamento ma non disperdendo le acque meteoriche mirando alla loro riutilizzazione ma anche, se e dove possibile, favorendo la loro reimmissione nel sottosuolo per la ricarica delle falde acquifere e ripristinando il ciclo idrogeologico.

NORME DI RIFERIMENTO

- ▣ R.D. 8 maggio 1904, n.368 "Disposizioni in materia di Polizia Idraulica"
- ▣ T.U. 25 luglio 1904, n.523 "Testo Unico di legge sulle opere idrauliche"
- ▣ R.D. 11 dicembre 1933, n.1775 "Testo Unico delle disposizioni di legge sulle acque e sugli impianti elettrici"
- ▣ D.lgs. 3 aprile 2006, n.152 "Norme in materia ambientale"
- ▣ D.lgs. n.49 23 febbraio 2010 "Attuazione della Direttiva 2007/60/CE relativa alla valutazione e alla gestione dei rischi di alluvione"
- ▣ Delibera G.R. E.R. n. 1053/2003 "Direttiva concernente indirizzi per l'applicazione del D.L.vo 11 maggio 99, n.152 recante disposizioni in materia di tutela delle acque dall'inquinamento".
- ▣ Consorzio di Bonifica Pianura di Ferrara Deliberazione n. 61 del 14.12.2009

2. Calcolo dei volumi di compensazione della impermeabilizzazione

Per un'area di nuova urbanizzazione o comunque oggetto di modifiche è necessario verificare che l'intervento proposto non aggravi l'esistente livello di rischio idraulico né possa pregiudicare la possibilità di una futura riduzione di tale livello. In pratica è necessario verificare che, modificando le caratteristiche e l'uso del suolo, sia verificata la compatibilità dei deflussi con i corpi recettori.

Nel caso specifico le acque provenienti dall'installazione dell'impianto fotovoltaico in progetto denominato **"Tresigallo 3"** sono relative alle superfici occupate nello stato post operam dai pannelli, dalle strutture di connessione quali cabine etc, dalla viabilità di progetto. Il volume complessivo dedotto verrà gestito dalla rete di canali e scolli interni sia già presenti sul fondo attualmente agricolo che presentano sviluppo generale da Nord-Est verso Sud-Ovest integrati dai nuovi canali di progetto (complessivamente n.11 canali di progetto) per le finalità relative alla creazione di volumetria invasabile per il rispetto dell'invarianza idraulica.

Tale sistema risulta ulteriormente collegato idraulicamente alla rete di canali di raccolta e deflusso posto a Sud (con direzione di drenaggio generale da Ovest verso Est come illustrato nella Tavola 01 – Planimetria di dettaglio attraverso un sistema di tubazioni di scarico con diametro DN 160 mm alla rete consorziale) relativo allo Scolo Codiferro a valle che prosegue il suo corso con il canale Pioppo ad Est.

Tale sistema di canali complessivo risulterà adatto a contenere il volume minimo invasabile e convogliare naturalmente il volume raccolto al reticolo consorziale nel rispetto del valore determinato al fine di garantire l'invarianza idraulica a seguito di regolarizzazione dei canali esistenti sulla base delle valutazioni idrauliche di seguito riportate.

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	PROGETTO DEFINITIVO REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 3 di 16



Dettaglio della rete dei canali consorziali in esercizio prossimi all'area di impianto

Dati di progetto:

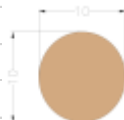
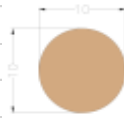
L'area di intervento è così quantificata per mezzo delle tabelle dettagliate riportate di seguito:

- Area attualmente agricola complessiva catastale mq;
- Area impermeabilizzata post operam complessiva mq (cabine, viabilità, pannelli).

Di seguito si riporta la scheda sintetica del progetto:

Impianto	TRESIGNANA 3
Comune (Provincia)	TRESIGNANA (FE)
Coordinate	Latitudine: 44°49'29.77"N Longitudine: 11°53'53.46"E
Superficie di impianto (Lorda)	14,06 ha
Potenza nominale (CC)	9.772,80 KWp
Potenza nominale (CA)	7.875 KW
Tensione di sistema (CC)	1.500 V
Regime di esercizio	Cessione Totale
Potenza in immissione richiesta	7.875 kW
Potenza in prelievo richiesta per usi diversi da servizi ausiliari	50 Kw
Tipologia di impianto	Strutture ad inseguimento Monoassiale
Moduli	N°16.288 da
	600 Wp
Inverter	N°45 di tipo "di Stringa" per installazione Outdoor
Tilt	tracker monoassiali
Azimuth	0°
Cabine	N°4 Power Station + N° 2 Cabina Utente + N°1 Cabina di Consegna

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 4 di 16

TRACKER			
SUPERFICIE PALO	N° TRACKER	N° PALO PER TRACKER	TOT SUPERFICE
0.04 mq	317	14	177.52 mq
0.04 mq	34	8	10.88 mq
RECINZIONE			
SUPERFICIE PALO	N° PALI	TOT SUPERFICE	
0.01 mq	530	4.16 mq	
FONDAZIONI			
TIPO FONDAZIONE	N° FONDAZIONE	SUP. FONDAZIONE	TOT SUPERFICE
TRASFORMAZIONE	4	39.25 mq	157.00 mq
UTENTE	1	21.46 mq	21.46 mq
CONSEGNA	1	21.46 mq	21.46 mq
ILLUMINAZIONE E VIDEOSORVEGLIANZA			
SUPERFICIE PALO	N° PALI	TOT SUPERFICE	
0.01 mq	31	0.24 mq	
MATERIALE PERMEABILE			
SUPERFICIE STRADA		TOT SUPERFICE	
2.993.00 mq		2.993.00 mq	

AREA LORDA CATASTALE	140.649.21 mq
AREA OCCUPATA	392.72 mq
AREA NETTA	140.256.49 mq

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 5 di 16

SUPERFICIE MODULI		
N° TRACKER	AREA TRACKER	TOT SUPERFICE
317	136.99	43.425.83 mq
34	68.44	2.326.96 mq
		45.752.79 mq
SUPERFICIE MODULI+AREE OCCUPATE		
		46.145.51 mq

Come indicato dalla delibera consorziale n. 61 del 04/12/2009 "Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica – determinazioni" del Consorzio di bonifica Pianura di Ferrara, perseguendo il rispetto dell'invarianza idraulica, la portata massima accettabile da immettere nel canale consortile è per superfici urbanizzate superiori a 1 Ha pari a :

$$Q_i = 8 \text{ l/s Ha};$$

Nel nostro caso si ha quindi:

$$Q_{i,max} = 8 \times 22,5 \text{ cioè } Q_{i,max} = 180 \text{ l/s (valore complessivo)}$$

Inoltre il volume minimo invasabile W_i per il caso specifico, in linea con medesime determinazioni già assunte in analoghi casi, è ottenuto dal prodotto della superficie impermeabile (proiezione a terra dei pannelli fotovoltaici e superfici coperte) per il valore di 500 mc/Ha da cui si ottiene pertanto :

$$W_i = (500 \text{ mc/Ha} \times 4,6145 \text{ Ha}) = \textbf{2'308,225 mc}$$

Previsioni progettuali:

Il volume di invaso viene realizzato con il sistema di canali esistenti riportato nella tavola relativa al rilievo topografico di dettaglio e sintetizzata numericamente dalla tabella di seguito allegata. I canali di scolo non consortili interni all'area di impianto sono collegati alla rete di canali consortili esterni all'area di impianto come illustrato nella Tavola 1.

Allo stato attuale rilevato sono presenti n.2 scoli naturali interni al Cluster e n.1 posto sul confine Ovest considerato al 50% nel calcolo della volumetria disponibile all'invaso. Non sono stati considerati come volumetria disponibile i tratti esterni o perimetrali all'impianto che drenano cioè portate derivanti da superfici esterne a quelle di intervento rappresentati da canali consortili (a Nord e Sud dell'area di impianto).

Nello stato di progetto (modificato) verranno riprofilati gli scoli esistenti secondo la geometria definita con il calcolo volumetrico in tabella seguente (stato modificato) ed altresì verranno realizzati n.11 ulteriori canali in terra sempre secondo la geometria trapezoidale dettagliata in tabella seguente.

Dai calcoli volumetrici la sommatoria delle sezioni dei canali di scolo individuati interni all'area del futuro impianto (di progetto) e previsti nella configurazione di progetto per la lunghezza di sviluppo totale dei canali stessi fornisce complessivamente un volume di invaso disponibile pari a :

- Cluster impianto: **2'344,990 mc** di invaso rispetto al volume minimo calcolato pari a **2'308,225 mc**;

Di seguito si riporta la tabella di dettaglio con il calcolo dei volumi lungo le sezioni rilevate dei canali di scolo presenti ed in esercizio sull'area di intervento adeguati alla capacità di invaso richiesta nello stato modificato che si collegheranno per mezzo di tubazioni di diametro pari a 150mm alla rete consorziale in esercizio posta a Sud e con sviluppo del flusso idraulico Ovest-Est.

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	PROGETTO DEFINITIVO REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 6 di 16

Tresigallo 3	(stato attuale)					
VOLUMI CANALI DI DEFLUSSO/LAMINAZIONE						
Sezione	B	b	h	L	V	
	m	m	m	m	mc	
1	1.60	0.42	0.8	255	206.040	
2	1.55	0.4	0.5	236	115.050	
3	2	0.5	0.8	350	175.000	**
					496.090	
** considerando come volume di invaso disponibile solo il 50% della disponibilità						

Tabella calcolo volumi con sezioni trapezoidali rilevate esistenti

Tresigallo 3		(stato modificato)				
VOLUMI CANALI DI DEFLUSSO/LAMINAZIONE						
Sezione	B	b	h	L	V	
	m	m	m	m	mc	
1	1.85	0.5	0.8	255	239.700	*
2	1.85	0.5	0.5	236	138.650	*
3	2	0.5	0.8	350	175.000	**
4	1.85	0.5	0.8	328	308.320	
5	1.85	0.5	0.8	290	272.600	
6	1.85	0.5	0.8	245	230.300	
7	1.85	0.5	0.8	264	248.160	
8	1.85	0.5	0.8	238	223.720	
9	1.85	0.5	0.8	220	206.800	
10	1.85	0.5	0.8	192	180.480	
11	1.85	0.5	0.8	129	121.260	
					2344.990	
* considerando il tratto interno all'area di impianto e non esterno al limite della recinzione						
** considerando come volume di invaso disponibile solo il 50% della disponibilità						

Tabella calcolo volumi con sezioni trapezoidali stato modificato

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 7 di 16

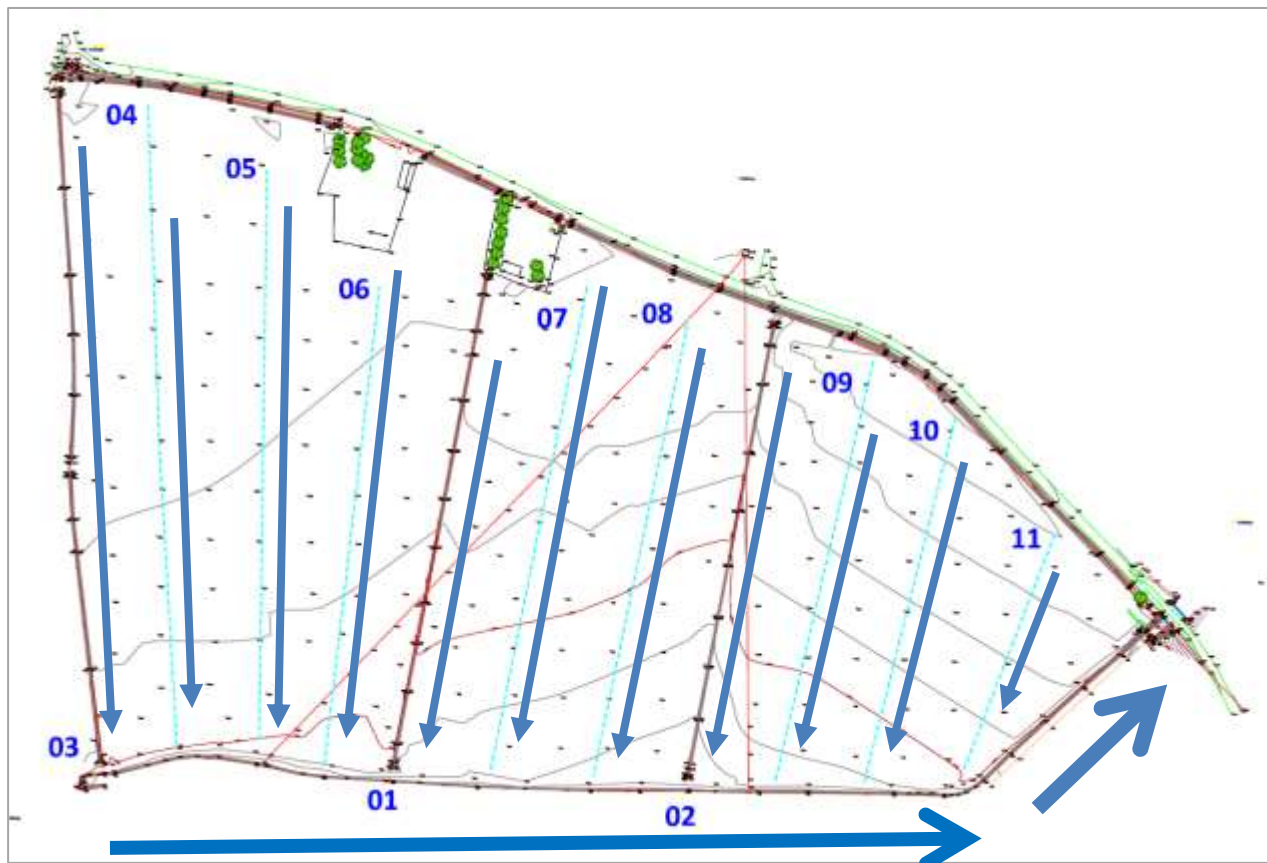


Tavola Layout su base catastale del Cluster con numerazione ed analisi dei canali interni esistenti e di progetto funzionali alla volumetria di invaso ai fini dell'invarianza idraulica e direzioni di deflusso della rete idrica consorziale (scolo Codiferro) e non

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	PROGETTO DEFINITIVO REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 8 di 16

Considerando l'analisi numerica sulla base del foglio di calcolo per la determinazione dei volumi minimi di invaso in applicazione all'art. 9 della Normativa del Piano di Stralcio di Bacino per il Rischio Idrogeologico (invarianza idraulica) e per il calcolo della strozzatura in uscita di eventuali opere di laminazione della Regione Emilia Romagna, si otterrebbero i seguenti valori:

CLUSTER TRESIGALLO 3

CALCOLO DEI VOLUMI MINIMI PER L'INVARIANZA IDRAULICA (inserire i dati esclusivamente nei campi cerchiati)									
Superficie fondiaria	=	140.649.21	m ²						inserire la superficie totale scolante all'interno del nuovo scarico acque meteoriche di progetto
ANTE OPERAM									
Superficie impermeabile esistente	=	0.00	m ²						inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
Imp°	=	0.00							
Superficie permeabile esistente	=	140.649.21	m ²						inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
Per°	=	1.00							
Imp°+Per°	=	1.00							corretto: risulta pari a 1
POST OPERAM									
Superficie impermeabile di progetto	=	46.145.51	m ²						inserire il 100 % della superficie impermeabile e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
Imp	=	0.33							
Superficie permeabile progetto	=	94.503.70	m ²						inserire il 100 % della superficie permeabile (verde o agricola) e il 50% della superficie di stabilizzato/betonella etc.
Per	=	0.67							
Imp+Per	=	1.00							corretto: risulta pari a 1
INDICI DI TRASFORMAZIONE DELL'AREA									
Superficie trasformata/livellata	=	46.145.79	m ²						inserire la superficie di tutte le aree non agricole di progetto. Compresa aree verdi
I	=	0.33							
Superficie agricola inalterata	=	94.503.70	m ²						inserire la superficie agricola di progetto (ovvero la superficie agricola inalterata)
P	=	0.67							
I+P	=	1.00							corretto: risulta pari a 1

Da cui

CALCOLO DEI COEFFICIENTI DI DEFLUSSO ANTE OPERAM E POST OPERAM									
$\phi^{\circ} = 0.9 \times \text{Imp}^{\circ} + 0.2 \times \text{Per}^{\circ} =$	0.9	x	0.00	+	0.2	x	1.00	=	0.20 ϕ°
$\phi = 0.9 \times \text{Imp} + 0.2 \times \text{Per} =$	0.9	x	0.33	+	0.2	x	0.67	=	0.43 ϕ
CALCOLO DEL VOLUME MINIMO DI INVASO									
$w = w^{\circ} \left(\frac{f/f^{\circ}}{1/(1-n)} \right) - 15 \text{ I} - w^{\circ} \text{P} =$	50	x	4.35	-	15	x	0.33	-	50 x 0.67 = 179.06 mc/ha w
$W = w \times \text{Superficie fondiaria (ha)} =$							179.06 x 140.649	:	10.000 = 2.518.51 mc W

Il coefficiente di deflusso a seguito della realizzazione delle opere passerebbe da 0,20 a 0,43.

Il volume minimo di invaso calcolato su tale variazione risulterebbe pari a 179,06 mc/ha cioè complessivamente pari a 2'518,51 mc. Tale valore risulta superiore a quello calcolato dalla delibera consorziale n. 61 del 04/12/2009 "Procedure di calcolo dei volumi di accumulo per l'applicazione del principio di invarianza idraulica – determinazioni" del Consorzio di bonifica Pianura di Ferrara, perseguendo il rispetto dell'invarianza idraulica, con il rapporto 500 mc/Ha per aree impermeabilizzate dal quale si ottiene invece il valore di 2'308,225 mc. La disponibilità di invaso della rete dei canali non consorziali interni al Cluster nello stato modificato di progetto forniscono una volumetria di laminazione complessiva pari a 2'344,99 mc rispettando il valore prescritto dalla Delibera Consorziale n.61 del 2009.

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 9 di 16

Dati pluviometrici:

Come indicato dai criteri di applicazione DGR 286/05 e 1860/06 – acque meteoriche e di dilavamento, il valore medio della massima precipitazione in 15 minuti viene approssimato in difetto a 18 mm, pertanto avremo che “i” (intensità delle precipitazioni piovose) sarà uguale a $i = (18 \times 4) / 3600 = 0,02 \text{ mm/s}$, equivalente anche a $0,02 \text{ l/s} \cdot \text{m}^2$.

All'interno del bacino parte della pioggia si disperde prima di arrivare alla rete di drenaggio; si definisce “ φ ” coefficiente di afflusso, ovvero la percentuale di pioggia che arriva in rete.

In relazione alla superficie totale del bacino di raccolta pari a $140'649,21 \text{ m}^2$, di cui $46'145,79 \text{ m}^2$ superfici impermeabili. Si utilizza un coefficiente di afflusso in rete pari a 1 cautelativamente.

La portata entrante risulta essere:

$$Q = \varphi \cdot i \cdot A$$

Dove:

A: l'area del bacino,

i: l'intensità di pioggia,

φ : il coefficiente di afflusso.

La portata massima nel nostro caso è quindi pari a:

$$- Q_{\text{max Cluster}} = 46'145,79 \times 0,02 \times 1 = 922,916 \text{ l/s.}$$

Considerando la suddivisione dell'apporto sui n.11 canali esistenti sul **Cluster**, la portata media risulta essere pari $84,00 \text{ l/s}$ per ciascun collettore inferiore alla portata ammissibile di cui alla delibera consorziale n. 61 del 04/12/2009 calcolata in precedenza (180 l/s).

Considerando ulteriormente il valore ammissibile di 180 l/s come aliquota suddivisa per tutti i canali disponibili si otterrebbe il valore di $16,36 \text{ l/s}$ come portata massima di immissione al canale consortile per ciascuno scolo.

La pendenza media dei canali analizzati, da rilievo di dettaglio e da soluzione progettuale, risulta compresa tra $0,20$ e $0,40\%$ e verrà mantenuta tale, comunque inferiore al 1% .

La verifica idraulica della sezione tipo dei canali di progetto mostra la compatibilità al deflusso della portata pari a $Q_{\text{max}}=84 \text{ l/s}$ pari cioè a $0,084 \text{ mc/s}$ con riempimento massimo inferiore a $0,24\text{m}$ ($0,20 < h < 0,24\text{m}$) per un evento concentrato di massima precipitazione di 15 minuti cumulativo e per singolo canale pari a $Q_{\text{max}}=16,36 \text{ l/s}$ cioè pari a $0,01636 \text{ mc/s}$ con riempimento massimo inferiore a $0,12\text{m}$ ($0,16 < h < 0,20\text{m}$).

Altresì le sezioni risultano idoneamente dimensionate anche per eventi prolungati nel tempo (ipotesi di durata 2h) con portata quindi pari per singolo canale di scolo pari a 131 l/s ($0,131 \text{ mc/s}$) con riempimento delle sezioni al massimo valore di $0,28\text{m}$ con portata massima della sezione disponibile pari a $0,473 \text{ mc/s}$ come evidenziato nel grafico allegato di seguito.

Relativamente al valore di riferimento per l'invarianza idraulica calcolato in precedenza e pari cioè a **180,0 l/s equivalenti a 0,18 mc/s** si ha un valore della lama d'acqua all'interno delle sezioni tipo calcolate rispettivamente pari a $0,30\text{m}$ come valore cumulativo, mentre considerando il valore di **16,36 l/s per singolo canale di scolo si avrà un'altezza h della lama d'acqua pari a circa 0,10m.**

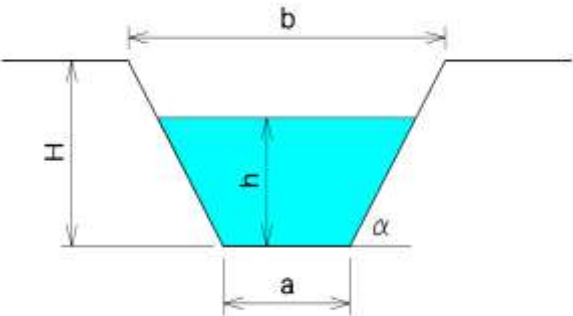
Il volume complessivo invasabile dalla rete di canali interna al layout di progetto fornisce una volumetria complessiva ai fini dell'invarianza idraulica pari a $2'344,99 \text{ mc}$ superiore al W_i volume minimo invasabile richiesto per il caso specifico pari a $2'308,225 \text{ mc}$.

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 10 di 16

Di seguito si riporta la scheda di calcolo della tubazione necessaria al deflusso controllato ed il livello del pelo libero che risulta essere pari a 160 mm di diametro, pendenza 2,00% in uscita, pelo libero 0,11 m con riempimento massimo al 85% della tubazione, $V_{min} = 0,73$ m/s e $V_{max} = 1,15$ m/s con portata di progetto $Q=0,0163$ mc/s.

Si allegano di seguito le caratteristiche geometriche delle sezioni analizzate dei canali di scolo di progetto interni al lotto che forniranno il volume invasabile.

Sezione Canale tipo di nuova realizzazione o di adeguamento dell'esistente (invasabile)

CARATTERISTICHE SEZIONE				
DATI NOTI (da inserire)				
H	⇒	0.80	ALTEZZA [m]	
a	⇒	0.50	[m]	
b	⇒	1.85	[m]	
h	⇒	0.50	[m]	
p	⇒	1%	Pendenza	
m	⇒	1.25	Coeff. di scabrosità di Kutter	
				
DATI RISULTANTI				
Inclinazione scarpata	α	⇒	49.8	
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \sin \alpha$	⇒	1.808 [m]	
Area di deflusso	$A = h[a + h \cdot \operatorname{tg}(90 - \alpha)]$	⇒	0.4609 [m ²]	
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0.255 [m]	

Le verifiche effettuate ed allegate di seguito mostrano che i valori di portata **calibrata al 85% della massima disponibile** per le tubazioni previste di collegamento degli scoli sia esistenti che di progetto con un valore di deflusso controllato pari a 16,36 l/sec per ciascun canale (DN160 mm) risultano idonee al perseguimento del valore per garantire l'invarianza idraulica dell'area con un'altezza di deflusso di **0,11m**.

Ciò permette di affermare che le opere di convogliamento previste consentono uno scarico laminato adottando un restringimento idraulico, per ogni tubazione esistente, al 85% della sezione disponibile (DN160mm) ai fini del perseguimento dell'invarianza idraulica.

Si allega alla presente la tavola di dettaglio sia relativa al rilievo topografico eseguito in situ dello stato attuale e modificato con i canali e scoli interni e le sezioni con quote e dettagli tecnici.

In merito ad eventuali interferenze delle strutture di sostegno dei pannelli fotovoltaici con lo sviluppo della rete dei canali di scolo esistenti o di progetto, il modulo strutturale tipologico di sostegno presenta un passo tra i sostegni di circa 6 m che permetterebbe di evitare gli scoli naturali esistenti: nel caso in cui, in fase di Progettazione Esecutiva dovessero esserci delle interferenze con le strutture, si realizzeranno, in corrispondenza dei sostegni e dei canali

ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO SOLARE FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA MASSIMA IN IMMISSIONE DI 7.875 KWAC	Data: 08.04.2024
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 11 di 16

interessati, tombinature dimensionate sulla base della verifica idraulica di seguito riportata per la sezione tipo trapezoidale che quindi fornisce il riferimento per gli eventuali tombini idraulici che si andranno ad inserire. Le dimensioni ipotizzate e ritenute idonee in tale contesto risultano in tutti i casi (canali interni all'area di impianto) contenute in una geometria pari a 1,85m x 0,50m con H = 0,80m di progetto rispetto allo stato attuale.

Si allegano di seguito le schede di calcolo idraulico delle sezioni analizzate e la planimetria con lo sviluppo del sistema di canalizzazione e deflusso del Cluster fino al Canale Consorziale di riferimento.

San Benedetto del Tronto, 08.04.2024



CLUSTER – SEZIONI TIPOLOGICHE

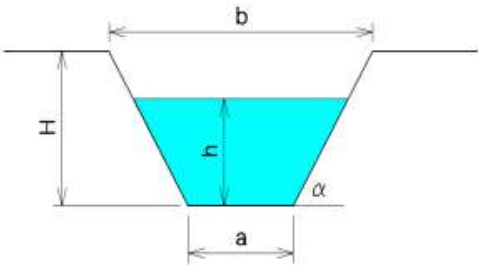
CALCOLO CAPACITA' DI SMALTIMENTO
SEZIONE IDRAULICA DI FORMA TRAPEZOIDALE

Descrizione: Canale interno trapezoidale
Punto di sezione: sezione tipo

CARATTERISTICHE SEZIONE

DATI NOTI (da inserire)

H	⇒	0.80	ALTEZZA [m]
a	⇒	0.50	[m]
b	⇒	1.85	[m]
h	⇒	0.50	[m]
p	⇒	1%	Pendenza
m	⇒	1.25	Coeff. di scabrosità di Kutter



DATI RISULTANTI

Inclinazione scarpato	α	⇒	49.8
Contorno bagnato	$Pb = a + 2h / \tan \alpha$	⇒	1.808 [m]
Area di deflusso	$A = h[a + h \tan(90 - \alpha)]$	⇒	0.4609 [m ²]
Raggio idraulico	$Ri = \frac{A}{Pb}$	⇒	0.255 [m]

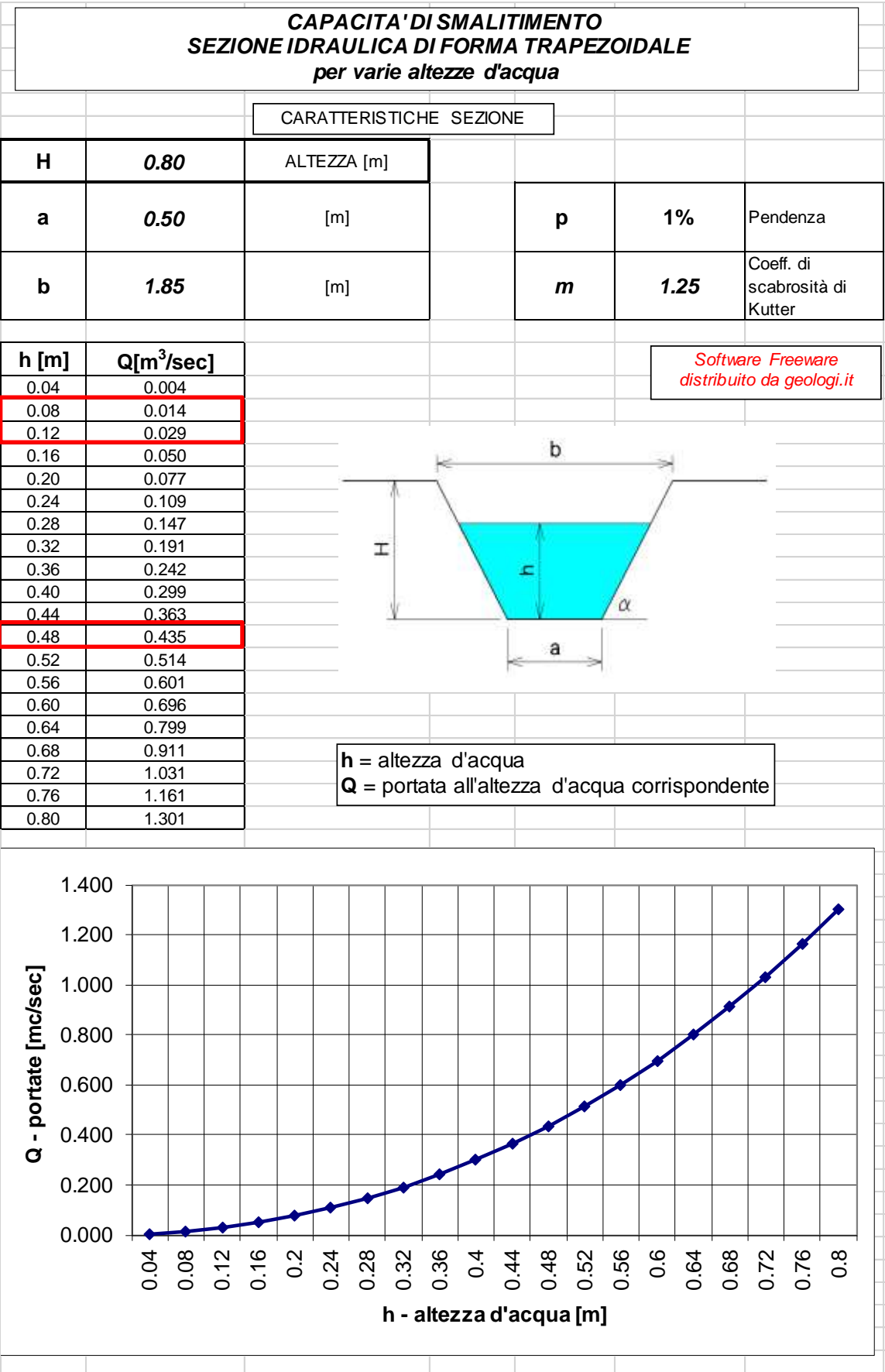
CAPACITA' DI SMALTIMENTO per un'altezza d'acqua h = 0.50 m

FORMULE (moto uniforme)

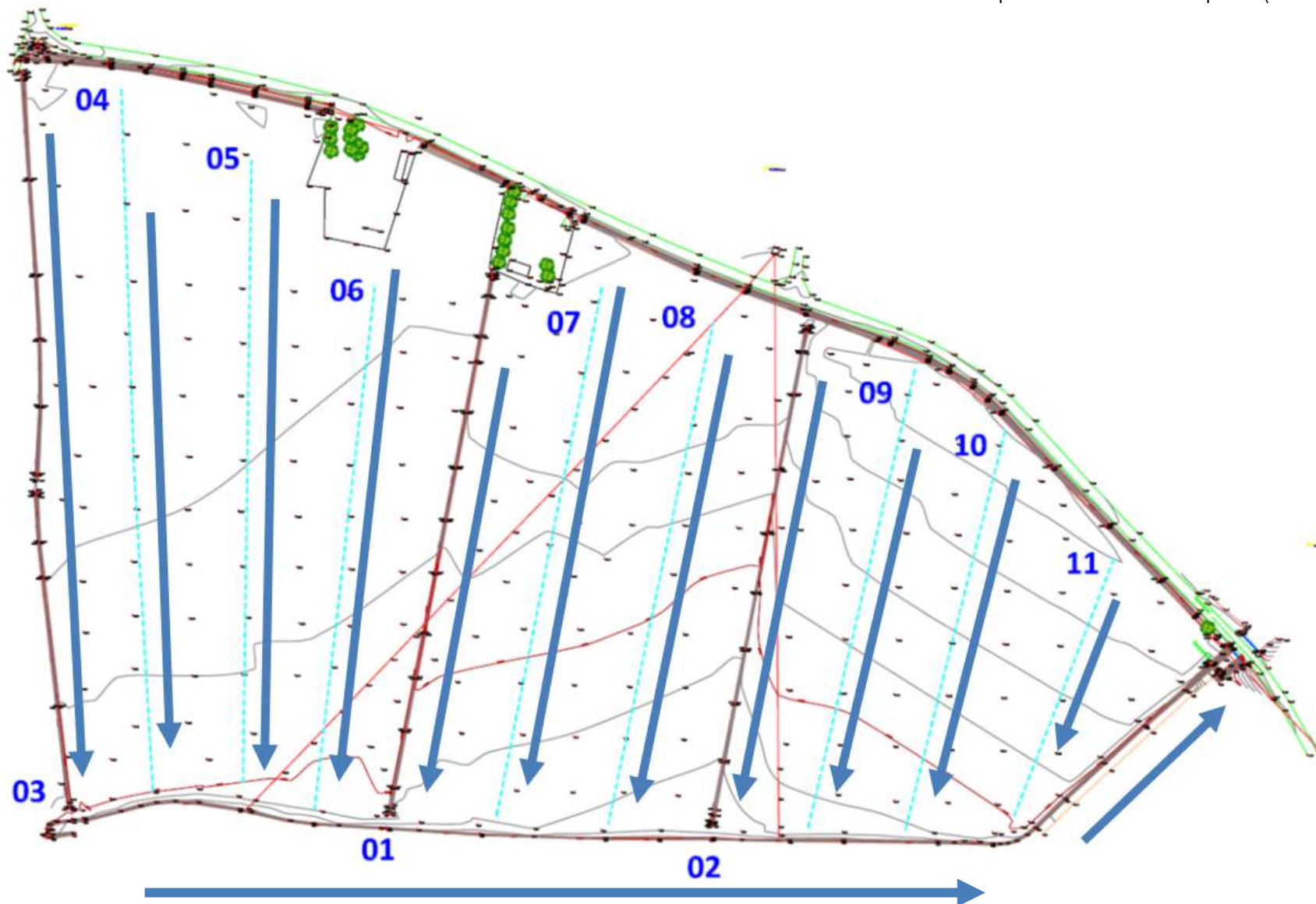
Portata	$Q = AV$	dove	A = Area di deflusso V = Velocità di deflusso
Velocità di deflusso	$V = c \sqrt{Ri p}$	dove	c = coefficiente di attrito Ri = raggio idraulico p = pendenza
Coefficiente di attrito	$c = \frac{100 \sqrt{Ri}}{m + \sqrt{Ri}}$	dove	m = Coeff. Di scabrosità di Kutter

RISULTATI

c	⇒	28.77	
V	⇒	1.03	[m/sec]
Q	⇒	0.473	[m ³ /sec]



Cluster con direzione dei flussi di scolo dei canali di nuova realizzazione ai fini dell'invarianza idraulica verso il canale consorziale posto sul limite Sud di impianto (Scolo Codiferro)



ELABORATO.: 2.31-PDRT	COMUNE di TRESIGNANA PROVINCIA di FERRARA	Rev.: 01
	<i>PROGETTO DEFINITIVO</i> REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO CONNESSO ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE DELLA POTENZA IN IMMISSIONE DI 11.110 KW	Data: 19/02/24
	VERIFICA DI INVARIANZA IDRAULICA	Pagina 16 di 16