

# IMPIANTO FOTOVOLTAICO EG DAFNE E OPERE CONNESSE

POTENZA IMPIANTO 34 MWp - COMUNE DI COPPARO (FE)

## Proponente

### EG DAFNE S.R.L.

VIA DEI PELLEGRINI, 22 - 20122 MILANO (MI) P.IVA: 12084690960 PEC: egdafne@pec.it

## Progettazione

### META STUDIO S.R.L.

VIA SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) P.IVA: 02164240687 PEC: metastudiosrl@pec.it TEL: +39/0854315000



## Coordinamento e Responsabile della Progettazione

### ING. DOMENICO MEMME

VIA L. SETTEMBRINI, 1 - 65123 PESCARA (PE) PEC: metastudiosrl@pec.it MAIL: d.memme@studiomemme.it  
TEL: +39/0854315000 DIRECT: +39/3356390349

## Collaboratori

### ING. LUIGI NARDELLA

Progettazione Generale e Strutturale

### ING. MAURIZIO ELISIO

Progettazione Ambientale e Paesaggistica

### DOTT. FIORAVENTE VERI

Progettazione Elettrica

## Titolo Elaborato

## DATI TECNICI DELL'IMPIANTO

LIVELLO PROGETTAZIONE	CODICE ELABORATO	FILENAME	FORMATO	DATA	SCALA
Progetto Definitivo	DOC_REL_02	Nome file	A4	28.02.202	-

## Revisioni

REVISIONE	DATA	DESCRIZIONE	ESEGUITO	VERIFICATO	APPROVATO
-----------	------	-------------	----------	------------	-----------



Regione Emilia-Romagna

Regione EMILIA ROMAGNA  
Provincia di FERRARA  
Comune di COPPARO





# DATI TECNICI DELL'IMPIANTO





## Sommario

<b>1. CARATTERISTICHE FISICHE E DIMENSIONALI DEL PROGETTO</b> .....	4
<b>2. STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO</b> .....	5
<b>3. MODULI FOTOVOLTAICI</b> .....	8
<b>4. DISPOSITIVI DI CONVERSIONE</b> .....	9
<b>5. QUADRI ELETTRICI</b> .....	11
<b>6. SISTEMA DI ACCUMULO</b> .....	13
<b>7. OPERE CIVILI</b> .....	15

## 1. CARATTERISTICHE FISICHE E DIMENSIONALI DEL PROGETTO

L'intervento consiste della progettazione e realizzazione di un impianto fotovoltaico collegato alla rete elettrica in alta, da installare su terreno agricolo con strutture infisse nel terreno e di disegno tale da ottimizzare la captazione dell'energia solare disponibile. Nella seguente tabella sono riassunti i dati generali del progetto.

Luogo di installazione:	Comune di Copparo (FE)
Denominazione impianto:	EG DAFNE
Potenza di picco (MWp):	34,00
Tipo strutture di sostegno:	Inseguimento del tipo mono assiale e fisso
Inclinazione piano dei moduli:	0° -20°
Rete di collegamento:	30 kV
Gestore della rete:	TERNA
Coordinate geografiche:	<ul style="list-style-type: none"><li>• Sotto Campo "A": lat. 44.931185°; long. 11.967520°</li><li>• Sotto Campo "B": lat. 44.925974°; long. 11.964098°</li><li>• Sotto Campo "D": lat. 44.911319°; long. 11.956348°</li><li>• Sotto Campo "D": lat. 44.906147°; long. 11.955915°</li><li>• Nuova SE Terna : lat. 44.837563°; long. 12.075578</li></ul>

Si espone di seguito sinteticamente le caratteristiche più significative dell'impianto.

Il progetto che si intende realizzare prevede l'installazione di un impianto fotovoltaico della potenzialità di picco di 34,00 Megawatt (MW) e finalizzato alla produzione di energia elettrica in base ai dati di irraggiamento caratteristici delle latitudini di Copparo (FE) e sarà connesso in parallelo alla rete elettrica di distribuzione di Alta Tensione in corrente alternata al fine della sola vendita dell'energia prodotta mediante un'unica fornitura dedicata.

La classificazione installativa è "a terra" e la tipologia realizzativa è "ad inseguimento monoassiale" (tracker) e su postazioni fisse.

Sintetizzando, l'intero impianto comprenderà:

- n° 56.832 moduli fotovoltaici da 600Wp;
- n° 205 inverter
- n° 13 trasformatori bt/bt per servizi ausiliari;
- n° 1 sistema di monitoraggio delle prestazioni di impianto;
- n° 1 sistema antincendio per ogni cabina;

- n° 1 sistema di monitoraggio delle prestazioni di impianto;
- n° 1 sistema antincendio per ogni cabina;
- n° 1 sistema di videosorveglianza per ogni sotto campo;
- n° 1 cabina di raccolta;
- 

## 2. STRUTTURE METALLICHE DI SOSTEGNO

Le strutture di supporto dei moduli fotovoltaici saranno ad inseguimento del tipo monoassiale (trackers) e del tipo a postazione fissa, entrambi su supporti ad infissione nel terreno con macchina operatrice battipalo; sono costituite da tubolari metallici in acciaio zincato a caldo opportunamente dimensionati, che vengono posizionati ad un'altezza di circa 2,7-3 m e posizionati orizzontalmente seguendo la giacitura del terreno. La struttura a reticolo viene appoggiata a pilastri di forma rettangolare di medesima sezione ed infissi nel terreno ad una profondità variabile in funzione delle caratteristiche litologiche del suolo e comunque solitamente non superiori a 3,0 m. Le fondazioni sono costituite da supporti in acciaio a sezione trapezoidale aperta collocati nel terreno mediante infissione diretta, alla cui sommità verranno collegati tramite bullonatura le strutture del "tracker" di sostegno dei pannelli.



FIGURA 1 – INSTALLAZIONE SU INSEGUITORE MONO ASSIALE CON SINGOLO MODULO



*FIGURA 2: INSTALLAZIONE CON 4 MODULI IN ORIZZONTALE SU STRUTTURA FISSA*

Elettricamente le strutture sono collegate alla terra di impianto per assicurare la protezione contro le sovratensioni indotte da fenomeni atmosferici.

Il portale tipico della struttura progettata è costituito da stringhe da 32 moduli, con una disposizione 2V32 e 2V48,. Affiancando le stringhe si ottengono schiere della lunghezza opportuna in relazione alla sagoma dell'area disponibile.

L'altezza massima delle strutture (considerando sia i tracker che i pannelli) sarà inferiore ai 2,70 m dal terreno.

Per massimizzare la produzione, i moduli fotovoltaici sono fissati a terra mediante strutture di sostegno parallele con un sistema ad inseguimento mono-assiale (tracker), che consente la rotazione dei moduli. L'impianto fotovoltaico in questione sarà del tipo a pannelli fotovoltaici piani su strutture ad inseguimento infisse nel terreno. Il posizionamento delle apparecchiature e delle strutture dell'impianto, nonché il tracciamento delle opere edili, è stato eseguito partendo dalla superficie complessivamente disponibile all'interno del lotto.

Di seguito si riportano delle rappresentazioni della struttura di supporto

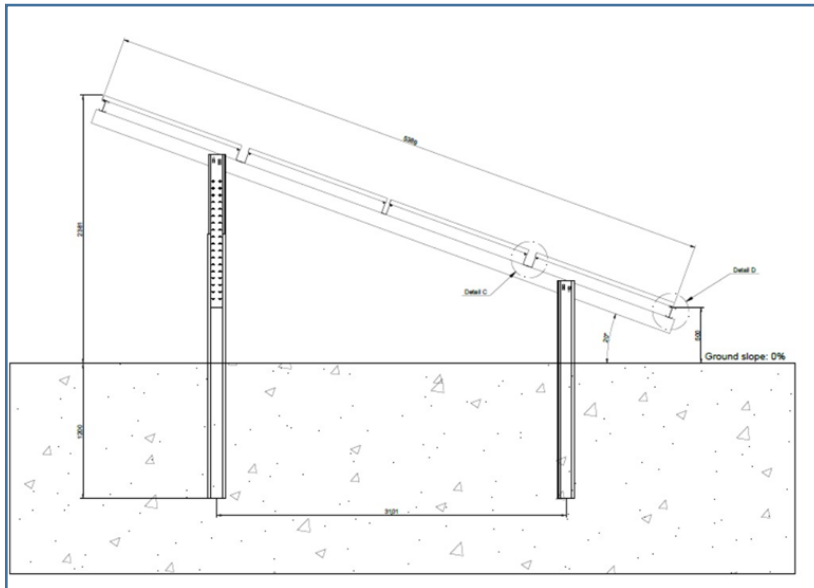


FIGURA 7: SUPPORTO SU STRUTTURA FISSA

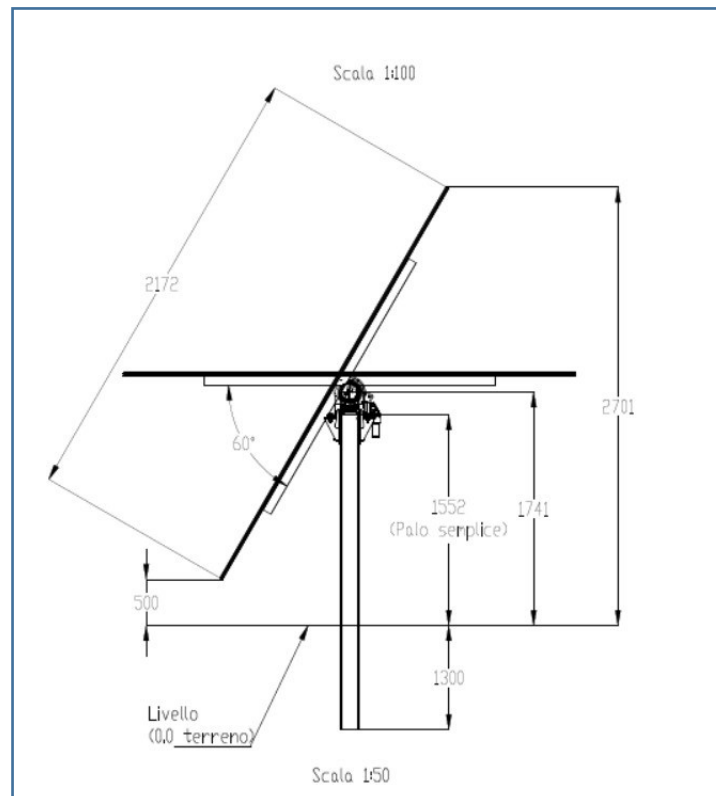


FIGURA 8: SUPPORTO SU STRUTTURA MOBILE

### 3. MODULI FOTOVOLTAICI

Il modulo fotovoltaico di progetto è composto da 144 celle solari rettangolari realizzate con silicio monocristallino. Questa nuova tecnologia migliora l'efficienza dei moduli, offre un migliore aspetto estetico rendendo il modulo perfetto per qualsiasi tipo di installazione.

La protezione frontale è costituita da un vetro a tecnologia avanzata costituito da una trama superficiale che consente di ottenere performance eccellenti anche in caso di condizioni di poca luminosità. Le caratteristiche meccaniche del vetro sono: spessore 3,2 mm; superficie antiriflesso; temperato.

La cornice di supporto è realizzata con un profilo in alluminio estruso ed anodizzato.

La scelta finale del modulo fotovoltaico da utilizzare è anche legata a valutazioni sul costo totale d'impianto che le tecnologie considerate in sede progettuale comportano. Un corretto bilanciamento tra prestazioni ottenibili e costi di approvvigionamento consente di offrire la migliore soluzione per la redditività d'impianto. Il modulo proposto è TRINA SOLAR mod. TSM-580DEG20C.20 da 600WP.

Le scatole di connessione, sulla parte posteriore del pannello, sono realizzate in resina termoplastica e contengono all'interno una morsettiera con i diodi di bypass, per minimizzare la perdita di potenza dovuta ad eventuali fenomeni di ombreggiamento, ed i terminali di uscita, costituiti da cavi precablati a connessione rapida impermeabile.

*Tutte le caratteristiche sono rilevate a Standard Test Conditions (STC): radiazione solare 1000 W/m<sup>2</sup>, spettro solare AM 1.5, temperatura 25°C.*

I moduli saranno assemblati meccanicamente su apposite strutture di sostegno e collegati elettricamente in modo tale da formare le stringhe, costituite da 26 moduli in serie e presenteranno le caratteristiche tecniche riportate di seguito:

Potenza (Wp)	600 Wp
Corrente di cortocircuito (Isc)	18.42 A
Tensione a vuoto (Voc)	41.7 V
Corrente ad MPP (Imp)	17.34 A

Per la determinazione dei parametri elettrici delle stringhe, sono stati assunti i seguenti valori di temperatura:

- Triferimento = 25° C;
- T<sub>minima</sub> = -10° C;
- T<sub>massima</sub> = 70° C.





Occorre verificare che in corrispondenza dei valori minimi di temperatura esterna e dei valori massimi di temperatura raggiungibili dai moduli fotovoltaici risultino essere verificate tutte le seguenti disuguaglianze:

$$V_{\max \min} \geq V_{\text{inv MPPTmin}}$$

$$V_{\max \max} \leq V_{\text{inv MPPT max}}$$

$$V_{\text{oc max}} < V_{\text{inv max}}$$

dove:

$V_{\max}$  = Tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{\text{inv MPPT min}}$  = Tensione minima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{\text{inv MPPTmax}}$  = Tensione massima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter

$V_{\text{oc}}$  = Tensione di circuito aperto, delle stringhe fotovoltaiche

$V_{\text{inv max}}$  = Tensione massima in c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter

Il modulo selezionato è provvisto di:

- IEC61215 and IEC61730 standards
- connettori rapidi
- Cavi precablati

Il progetto del generatore fotovoltaico vede l'installazione di **56.832 moduli fotovoltaici suddivisi in 12 sottocampi indipendenti** con medesime caratteristiche elettriche. Ogni sotto campo è collegato ad un suo cabina di campo con inverter per la trasformazione da continua ad alternata.

#### 4. DISPOSITIVI DI CONVERSIONE

I moduli fotovoltaici generano corrente continua di intensità proporzionale all'irraggiamento incidente. Affinché il sistema fotovoltaico possa funzionare in parallelo con la rete esistente, è necessario convertire la corrente continua in corrente alternata, avente le stesse caratteristiche (tensione e frequenza) di quella della rete. La conversione è effettuata da uno o più dispositivi in parallelo elettrico fra loro (inverter).

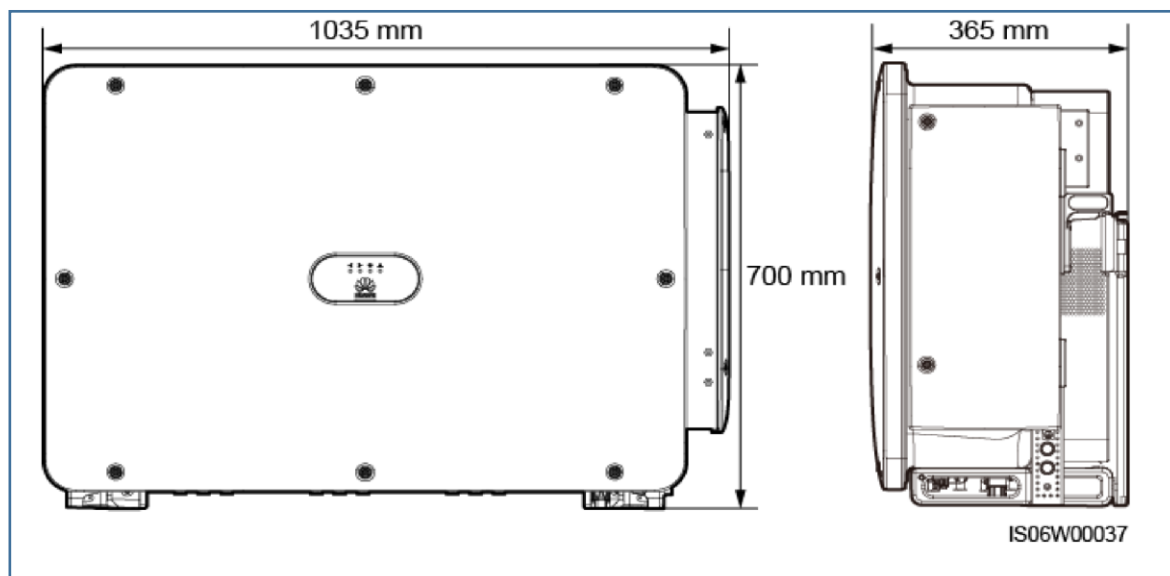
L'inverter funziona come un generatore di corrente ed è in grado di estrarre, in ogni momento, la massima potenza che il generatore fotovoltaico può fornire in quell'istante (che è variabile nel corso delle giornate in funzione della temperatura ambiente e dell'irraggiamento solare).

La scelta dell'inverter ottimale dipende dal tipo di impianto in progetto (tensioni, correnti, tecnologia del generatore fotovoltaico) e dalle condizioni di posa dell'apparecchiatura in campo (indoor o outdoor). Le scelte progettuali sono orientate verso quei prodotti che soddisfano i seguenti requisiti tecnici considerati dallo staff progettuale come di riferimento:

- tecnologia aggiornata con soluzioni innovative per evitare una prematura obsolescenza;
- scelta della configurazione elettrica d'impianto che minimizza i rischi di mancata produzione a seguito di un guasto (frazionamento);
- elevata affidabilità, comprovata da anni di esercizio in impianti;
- funzionamento completamente automatico completo senza perdite nei periodi notturni o a basso irraggiamento;
- sicurezza elettrica mutua tra rete-impianto;
- sicurezza elettrica verso il personale di manutenzione;
- completa compatibilità elettromagnetica;
- totale rispetto delle normative tecniche del settore (CEI, ENEL DV 1604, DK5940 DK5950 etc.);
- nessun assorbimento di potenza reattiva ( $\cos\phi 1$ , rifasamento non necessario);

Il primo scenario contempla l'utilizzo di string-inverter:

### **INVERTER tipo SUN2000-215KTL-H0 della HUAWEI TECHNOLOGIES**



In progetto è stato predisposto uno spazio all'interno di una cabina prefabbricata per ospitare i trasformatori e i quadri di protezione uscita inverter (AC-combiners).

Tra gli allegati sono riportati i datasheet degli inverter utilizzati.

Il secondo scenario contempla l'utilizzo di inverter centrali:

### **INVERTER tipo "SUNGROW SG 3125 HV-MV-30 (3437kVA)**

Gli inverter centrali sono posizionati in un edificio prefabbricato e dotato di ventilazione forzata in modo da mantenere la temperatura interna nel range che evita un derating della potenza della macchina ed un veloce invecchiamento dei componenti elettronici.



In progetto è stato predisposto uno spazio all'interno di una cabina prefabbricata per ospitare gli inverter centrali e relativi trasformatori BT/MT.

## **5. QUADRI ELETTRICI**

La realizzazione dell'impianto fotovoltaico necessita di una serie di quadri per il collegamento elettrico dei componenti sia nella sezione in corrente continua che in quella in alternata (bassa tensione e media tensione). L'installazione sarà predisposta con tutti gli elementi di protezione elettrica previsti dalla normativa vigente sia contro i contatti diretti (interruttori) che contro quelli indiretti (differenziali). Tutti i quadri elettrici installati in interno saranno caratterizzati da codici IP41. Quelli in esterno in IP65.

### Quadri di parallelo stringhe in corrente continua

I quadri di parallelo hanno la funzione di:

- collegamento in parallelo delle stringhe fotovoltaiche;
- protezioni contro le correnti di ricircolo attraverso fusibili per ogni stringa
- protezione da sovratensioni indotte da fulminazioni, mediante scaricatori a stella connessi a terra e montati in modo da ridurre le impedenze di collegamento



- sezionamento in uscita delle stringhe in parallelo.
- monitoraggio delle stringhe (tensione sul parallelo e corrente di stringa)

I quadri sono previsti realizzati in PVC e fissaggio alle strutture di sostegno tramite staffe in modo che il quadro si trovi ad altezza idoneo ad interventi di manutenzione senza attrezzature aggiuntive.

#### Quadri di sezionamento in corrente continua

I quadri di sezionamento hanno la funzione di:

- collegamento in parallelo dei quadri di parallelo attinenti alla stessa sezione di un inverter;
- sezionamento della sezione di generatore fotovoltaico in ingresso.

I quadri sono previsti realizzati in PVC e fissaggio alle strutture di sostegno tramite staffe in modo che il quadro si trovi ad altezza idoneo ad interventi di manutenzione senza attrezzature aggiuntive.

#### Quadro generale in bassa tensione

I quadri di parallelo in alternata hanno la funzione di:

- collegamento in parallelo degli inverter;
- protezione elettrica (dispositivo di generatore secondo CEI 11-20).

I quadri sono previsti realizzati in PVC e posata a terra in interno alla cabina inverter.

#### Quadro servizi ausiliari di cabina (n° 1)

Il quadro generale servizi ausiliari ha la funzione di:

- alimentare e proteggere le utenze di cabina;

Il quadro è previsto realizzato in PVC e fissaggio a parete in interno alla cabina inverter/trasformazione.

#### Scomparti in media tensione

Gli scomparti di media tensione a 30 kV saranno de cioè con garanzia della continuità del servizio delle altre unità funzionali (ad eccezione del compartimento sbarre) e dotati di separatori di tipo metallico.

la cella apparecchiature MT sarà sistemata nella parte inferiore frontale dell'unità, con accessibilità tramite porta incernierata o pannello asportabile. La cella contiene:

- interruttore in SF<sub>6</sub>, montato su carrello, in esecuzione estraibile/asportabile, connesso al circuito principale con giunzioni flessibili imbullonate e completo di blocchi e accessori;



- IMS o sezionatore rotativo di linea (chiuso/aperto sulla linea) isolato in aria; sezionatore di messa a terra;
- fusibili di media tensione;
- terna di derivatori capacitivi, installati in corrispondenza dei terminali cavi;
- attacchi per l'allacciamento dei cavi di potenza;
- trasformatori di misura (TA e TV);
- canalina riporto circuiti ausiliari in eventuale cella BT; comando e leverismi dei sezionatori;
- sbarra di messa a terra

la cella sbarre MT sarà ubicata nella parte superiore dell'unità e conterrà il sistema di sbarre principali in rame elettrolitico.

Le sbarre attraverseranno le unità senza interposizione di diaframmi intermedi, in modo da costituire un condotto continuo.

Al fine di garantire al personale le necessarie condizioni di sicurezza, la cella sbarre è segregata dalle celle apparecchiature con grado di protezione IP20 (CEI EN 60529).

Le sbarre principali (comprese le derivazioni) saranno realizzate in tondo di rame rivestito con isolanti termo restringenti e dimensionate per sopportare le correnti di corto circuito dell'impianto.

## 6. SISTEMA DI ACCUMULO

La capacità di carica di una batteria solare è intesa come la quantità di elettricità che una batteria può fornire e si misura in ampere ora (Ah).

Le variabili fondamentali che definiscono la capacità della batteria sono:

- tempo di caricamento, tempo di download o velocità di upload / download
- intensità di scarica
- temperatura
- tensione di scarica finale

La capacità di una batteria è determinata in base alla durata della scarica e questo valore è fornito dal produttore per una durata di 10 ore (C10) o 100 ore (C100). Questo valore è la capacità nominale (CN). Per calcolare la capacità di una batteria per uso solare, per carica o scarica, possiamo utilizzare la seguente equazione:

$$CN [Ah] = IN [A] * Durata della carica/scarica [h]$$

Essendo CN la capacità nominale della batteria e IN la corrente di carica o scarica.

Poiché gli impianti solari fotovoltaici hanno cicli di scarica lenti, viene utilizzato il termine capacità di scarica C100.

La profondità di scarica di una batteria è la percentuale della capacità totale della batteria utilizzata durante un ciclo di carica o di scarica.

Il progetto prevede di installare in posizione adiacente alle cabine che ospiteranno gli inverter e i trasformatori un'altra cabina prefabbricata di altezza 2,43m per l'eventuale stoccaggio di sistemi di batterie nel caso in cui la legislazione nazionale/europea richieda tali dispositivi per migliorare la qualità della potenza immessa nella rete nazionale.

L'eventuale sistema di accumulo dell'impianto avrà una potenza picco pari al 7/10% della potenza picco dell'impianto fotovoltaico e seguirà dei cicli di carica/scarica del 80% / 30%.

Sarà costituito da batterie di ultima generazione (Li).

Esempio di sistema di accumulo in un impianto fotovoltaico.





## 7. OPERE CIVILI

Le opere civili che saranno realizzate consistono in:

- livellamento e preparazione superficie con rimozione di asperità naturali affioranti
- eventuale demolizione strutture sotterranee;
- compattazione del terreno nelle aree dedicate alla viabilità interna;
- formazione viabilità interna in strato di brecciolino compattato lungo l'intero perimetro dell'Impianto e circolazione interna per le esigenze di sicurezza (ronde) e manutenzione;
- formazione di recinzione senza fondazione (infissa) a maglia 50x50mm con cancello carrabile e pedonabile;
- allestimento area cantiere con moduli prefabbricati e bagni chimici;
- scavi a sezione obbligata e rinterri per i cavidotti di impianto;
- platee cabine.