



Acea

Acea

ACEA SOLAR SRL



Il Responsabile del Procedimento
in fase di progettazione

Ing. Michele Di Cristo

Acea
infrastructure

ACEA Infrastructure SPA

ELABORATO

EO20 EC R.01 O

DATA **Aprile 2024**

Responsabile Progettazione Opere EPC

Ing. Luca Rovati

Project Management Office

Dott. Stefano Tosti

Il Progettista

Ing. Luca Rovati

Attività Specialistica

Ing. Lorenzo Merlini

Collaboratori

Ing. Mirko Mennillo

REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DELLA POTENZA NOMINALE DI 92,00 MW CON
SISTEMA DI ACCUMULO SITO IN Z.I.
OTTANA-BOLOTANA

RELAZIONE GENERALE

AGG. N.	DATA	NOTE	FIRMA
1			
2			
3			
4			
5			

Coordinatore per la sicurezza in fase di Progettazione

Ing. Gregorio Paladini

ACEA SOLAR S.r.l.

PROGETTO ESECUTIVO

COMUNE DI BOLOTANA (NU)

**REALIZZAZIONE DI UN IMPIANTO FOTOVOLTAICO
DELLA POTENZA 92.00 MW_p CON SISTEMA DI
ACCUMULO SITO IN Z.I. OTTANA – BOLOTANA**

R.01 – Relazione generale

INDICE

1	PREMESSA.....	3
1.1	PROCESSO AUTORIZZATIVO.....	6
2	INQUADRAMENTO TERRITORIALE, CATASTALE E VINCOLISTICO DELLE AREE OGGETTO D'INTERVENTO	14
2.1	INQUADRAMENTO TERRITORIALE ED URBANISTICO.....	14
2.1.1	Inquadramento catastale.....	17
2.1.2	Inquadramento vincolistico.....	20
2.2	SCELTA DELL'AREA	21
3	STATO DI FATTO DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO	25
4	CRITERI PROGETTUALI.....	33
4.1	CRITERI DI PROGETTAZIONE DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO	33
4.1.1	Vincoli di progettazione.....	34
5	DATI PROGETTUALI	35
5.1	RACCOLTA DEI DATI DI PROGETTO	35
5.1.1	Documenti acquisiti	35
5.1.2	Rilievi e prove in campo	36
6	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO	41
6.1	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PER LA REALIZZAZIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO	42
6.1.1	Caratteristiche tecniche del pannello	45
6.2	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI PER LA CONNESSIONE DEL CAMPO FOTOVOLTAICO ALLA RTN	47
6.2.1	Descrizione della tecnologia della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.).....	48
6.2.2	Descrizione della T.O.C. in oggetto.....	55

1 PREMESSA

Il presente documento rappresenta la relazione generale del progetto esecutivo denominato *“Comune di Bolotana (NU) – Realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza 92,00 MWp con sistema di accumulo sito in Z.I. Ottana – Bolotana”* inerente per l'appunto alla realizzazione di un nuovo campo fotovoltaico avente potenza di picco pari a 92,00 MW.

Il proponente del presente progetto è la Società ACEA SOLAR S.r.l. con sede legale in Piazzale Ostiense, 2, la quale è una società del Gruppo ACEA S.p.A.

L'impianto fotovoltaico della potenza di circa 92,00 MWp sarà realizzato nell'agglomerato Industriale di Ottana-Bolotana, in Comune di Bolotana, facente parte del Consorzio Industriale Provinciale di Nuoro dove si è acquisito, attraverso atto di costituzione del diritto di superficie, il titolo di disponibilità dell'area per la realizzazione del progetto proposto.

L'impianto sarà realizzato utilizzando le ultime innovazioni tecnologiche del settore attraverso:

- a) l'utilizzo di moduli fotovoltaici innovativi da 710 Wp del tipo bifacciale monocristallino montati su sistema ad inseguimento mono-assiale;
- b) la realizzazione di un impianto di accumulo elettrochimico della potenza di circa 10MW, in grado di “modulare” l'energia elettrica immessa in rete e garantire diversi servizi di dispacciamento e controllo della frequenza sulla base delle necessità espresse da Terna. Questo sistema è stato studiato anche per rendere in parte programmabile la produzione di energia, creando così le condizioni perché l'energia generata dall'impianto possa essere utilizzata per soddisfare i fabbisogni di nuovi insediamenti produttivi o quelli esistenti che sono localizzati in prossimità.

Tutta la componentistica scelta per la realizzazione dell'intervento risulta oggi quella che garantisce migliori performance sulla produzione, sull'affidabilità, sulla sicurezza e semplicità di esercizio. Difatti rispetto al progetto definitivo, data la continua evoluzione tecnologica dei principali componenti quali i moduli fotovoltaici, è stato utilizzato un modulo da 710 MWp

avente una maggiore efficienza che ha consentito di massimizzare la produzione del campo, a parità di superficie di terreno utilizzata e già autorizzata con il progetto definitivo stesso.

In tal modo è stato possibile passare dagli 85,80 MWp autorizzati nel progetto definitivo ai 92 MWp del presente progetto esecutivo.

Per la disponibilità dei terreni l'atto preliminare è stato formalizzato a Roma con tre proprietari locali dell'intera area per una superficie complessiva di circa 140 ha, aventi i seguenti estremi:

- Atto reg. il 17/02/2020 n° 4113 Serie 1T a ROMA 1 Trascritto il 18/02/2020 ai numeri Gen.1722/Part.1465 a NUORO;
- Atto reg. il 17/02/2020 n° 4114 Serie 1T a ROMA 1 Trascritto il 18/02/2020 ai numeri Gen.1724/Part.1466 a NUORO;
- Atto reg. il 17/02/2020 n° 4115 Serie 1T a ROMA 1 Trascritto il 18/02/2020 ai numeri Gen.1724/Part.1467 a NUORO;

L'impianto sarà connesso alla rete del distributore attraverso una derivazione in cavo interrato MT 30 kV, alla nuova SSE Utente da realizzare in adiacenza ad una nuova S.E.220/150kV Terna la quale sarà connessa alla S.E. 220 KV già esistente nell'area del Consorzio Industriale Provinciale di Nuoro con derivazione in antenna in doppia terna con tensione 220kV.

Questa soluzione è stata concepita, rispetto al progetto sottoposto alla procedura di Verifica di Assoggettabilità a VIA, allo scopo di sgravare l'area soggetta al Vincolo della ZPS dalla nuova infrastruttura che verrà realizzata in un'area separata dall'impianto di produzione. Quest'area è stata individuata con il consenso del distributore, Terna, ed è idonea per la realizzazione della connessione sia dell'impianto di Acea Solar S.r.l. sia per la connessione degli impianti di altri produttori sia per il necessario ampliamento della Stazione elettrica Terna.

Il tracciato di connessione dall'impianto fotovoltaico alla Nuova S.S.E. Utente si svilupperà per una lunghezza complessiva di circa 0,9 Km attraverso un elettrodotto interrato a 30kV dal punto di consegna alla nuova S.S.E. Utente.

La SSE utente Acea sarà connessa a un sistema di sbarre 150kV in condivisione con altri produttori e da questa attraverso un cavo interrato si Connetterà alla Nuova S.E. Terna 150/220 kV.

Tutti gli elettrodotti saranno realizzati percorrendo fasce di rispetto consortili di proprietà dello stesso Consorzio per le quali si è conseguita la disponibilità alla successiva costituzione delle servitù Bonarie evitando qualsiasi procedura di esproprio per la realizzazione dell'infrastruttura di rete.

Dal punto di vista della Valutazione Ambientale è stata presentata l'istanza per valutare gli effetti degli impatti ambientali che l'intero impianto e le opere connesse potrebbero eventualmente comportare in fase di costruzione ed esercizio dell'impianto proposto.

Con la realizzazione dell'impianto fotovoltaico si riuscirebbero a produrre circa **170 GWh** l'anno di "energia da fonti rinnovabili" ottenendo una riduzione delle emissioni di CO2 in atmosfera per circa **80 *10³ Ton** all'anno.

Un altro beneficio di particolare rilevanza, in considerazione anche del periodo economico di particolare crisi per il territorio, riveste la fase di costruzione dell'impianto per la quale si prevede un impiego di forza lavoro di circa 300 persone per un periodo di 12 mesi, inoltre si prevede la formazione di nuove figure professionali specializzate che saranno impiegate per la conduzione dell'impianto.

Va inoltre considerato che, iniziative di questo tipo, complesse, tecnologicamente innovative e dotate di importanti iniziative di recupero del territorio contribuiscono alla formazione di nuove professionalità necessarie a soddisfare una richiesta sempre più crescente di nuove figure altamente specializzate. Come risulta evidente il settore delle fonti rinnovabili, sia a livello nazionale con il PNIEC, sia a livello regionale con il PEARS dovrà affrontare una crescita molto rapida contribuendo contemporaneamente in maniera significativa sia al sostegno al reddito, che al miglioramento delle condizioni di benessere ambientale.

Viene inoltre da considerare che il rapido sviluppo delle tecnologie nel passare del tempo, porteranno sicuramente a richiedere nel lungo periodo interventi di efficientamento o revamping dell'impianto, poiché verranno a nascere condizioni economiche e sostenibili per il

miglioramento delle performance tecniche ed economiche dell'esercizio dello stesso, determinando quindi un percorso virtuoso per il futuro, soprattutto in campo occupazionale.

Va poi rilevato che la nuova produzione di energia pulita dell'impianto pari a 0,17 TWh contribuirà per circa il 7% sulla nuova produzione di energia elettrica verde prevista dal PEARS entro i prossimi 10anni.

La realizzazione dell'opera contribuirà in modo sostanziale, al miglioramento dello sviluppo del territorio e potrà offrire allo stesso Consorzio Industriale di Ottana nuove opportunità di insediamento ad aziende "sostenibili".

1.1 Processo autorizzativo

L'impianto proposto si compone della parte di generazione di energia da fonte rinnovabile per una potenza di circa 92,00 MW dotato di sistema di accumulo di energia della potenza di circa 10 MWh a servizio dell'impianto stesso e facente parte integrante del sistema ricadendo pienamente nelle tipologie di impianti da fonti rinnovabili per i quali si applicano interamente le disposizioni del D.M. 387/08.

Il progetto definitivo originario della potenza di 70 MW è stato sottoposto a **procedura di Screening per la verifica della assoggettabilità all'ulteriore procedura di valutazione di impatto ambientale.**

Nel caso specifico, infatti, l'area dell'impianto ricade in area industriale ed è ricompresa nella perimetrazione del sito della Rete Natura 2000 per cui "I progetti riportati all'allegato IV del decreto legislativo n. 4 del 2008 ricadenti anche parzialmente all'interno dei siti della Rete natura 2000 sono assoggettati alla procedura di valutazione di impatto ambientale"

In Ottemperanza alla Legge Regionale 11 gennaio 2019, n. 1, Procedure di valutazione di progetti ricadenti all'interno dei siti della Rete natura 2000, Nell'articolo 5, comma 24, della legge regionale 7 agosto 2009, n. 3 (Disposizioni urgenti nei settori economico e sociale) quanto riportato **viene così modificato:** "I progetti riportati nell'allegato IV alla parte seconda del decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152 (Norme in materia ambientale) ricadenti anche parzialmente all'interno dei della Rete natura 2000 **sono assoggettati alla procedura di verifica**

di assoggettabilità a VIA ai sensi dell'articolo 10, comma 3, del decreto legislativo n. 152 del 2006 e alla procedura di valutazione di incidenza ai sensi del decreto del Presidente della Repubblica 8 settembre 1997, n. 357 (Regolamento recante attuazione della direttiva 92/43/CEE relativa alla conservazione degli habitat naturali e semi naturali, nonché della flora e della fauna selvatiche).".

Essendo il progetto, rientrante nel campo di applicazione di cui all' Allegato B1 della DELIBERAZIONE 45/24 del 27.09.2017, in Sostituzione della N. 34/33 del 07/08/2012 e integrata con la DGR n. 53/14 del 28/11/2017, che stabilisce le: "categorie di opere da sottoporre alla procedura di verifica di assoggettabilità" punto 2) "Industria energetica estrattiva", comma c) "impianti industriali non termici per la produzione di energia, vapore ed acqua calda". Ricadendo all'interno delle categorie di opere riportate negli allegati IV al D.lgs. 152/2006 e/o B1 alla DGR 45/24, e in applicazione della Legge Regionale 11 gennaio 2019, n. 1, il soggetto Proponente ha presentato istanza di verifica, completa della documentazione indicata nella stessa (studio preliminare ambientale, progetto preliminare (conforme all'art. 15 della L. 116/2014), unitamente all'ulteriore modulistica prevista nella deliberazione.

Il progetto all'esito positivo di tale procedura doveva essere successivamente vagliato, in sede di Autorizzazione Unica, presso l'Ass.to Industria Servizio Energia della Regione Sardegna, al termine del quale, fatto salvo il periodo di pubblicazione di 120gg del provvedimento finale, potrà essere realizzato.

La Verifica di assoggettabilità a VIA è stata redatta ai sensi del:

- Art.20 del D.lgs. 16-01-2008 n.4 "Ulteriori disposizioni correttive ed integrative del D.lgs. 3 aprile 2006, n. 152, recante norme in materia ambientale", pubblicato nella G.U. 29 gennaio 2008, n. 24;
- D.lgs. 29 giugno 2010, n. 128, concernente "Modifiche ed integrazioni al decreto legislativo 3 aprile 2006, n. 152, recante le norme in materia ambientale, a norma dell'articolo 12 della legge 18 giugno 2009, n.69 ed infine del D.lgs. n.104 del 2017.

L'iter di assoggettabilità si è concluso con Delibera del 18 dicembre 2020, n. 64/40 dell'assessorato Ambiente che ha ritenuto necessario sottoporre il progetto alla procedura di VIA.

Le motivazioni della delibera riportano che l'istruttoria ha evidenziando che non è possibile escludere impatti ambientali negativi e significativi per l'intervento in esame, con riferimento ai seguenti aspetti:

- 1) la localizzazione dell'area d'intervento all'interno della Z.P.S. denominata “Altopiano di Abbasanta” (nonché I.B.A.) rappresenta una criticità rispetto agli obiettivi di tutela della specie di interesse comunitario Gallina prataiola (*Tetrax tetrax*), specie prioritaria elencata nell'Allegato I della Direttiva 2009/147/CE, e di altre specie ornitiche di interesse conservazionistico;
- 2) il sito prescelto per l'ubicazione dell'impianto fotovoltaico proposto si sovrappone ad aree a pericolosità idraulica (fascia fluviale A50, corrispondente al grado di pericolosità idraulica Hi4 del P.A.I., ed in parte nella fascia fluviale B100, corrispondente ad un grado di pericolosità Hi3 del P.A.I.);
- 3) una parte dell'area interessata dall'impianto fotovoltaico, posta sul confine orientale, ricade nella fascia dei 150 metri dalla sponda del Fiume Tirso ed è perciò vincolata ai sensi dell'art. 142, comma 1, lett. c) del D.Lgs. n. 42/2004.

Si sono quindi valutati più approfonditamente l'entità degli impatti potenziali, l'analisi di alternative progettuali orientate alla minimizzazione di tali impatti, indicando le opportune misure di mitigazione e di compensazione di quelli residui. Il Recepimento della Delibera 18 dicembre 2020, n. 64/40 per lo studio di Impatto Ambientale sono state introdotte alcune modifiche rispetto alla prima presentazione che consistono sostanzialmente in:

- 1) *Spostamento dell'area della sottostazione in area dedicata esterna alla perimetrazione ZPS;*
- 2) *Spostamento dell'area Storage in area Esterna alla ZPS;*

- 3) *Modifica dei moduli fotovoltaici con moduli della potenza di 540 W al fine di ottenere maggiore produzione dell'impianto a parità di superficie utilizzata;*
- 4) *Innalzamento dal piano di campagna fino a 1,5mt dell'asse di rotazione dei moduli fotovoltaici*
- 5) *Ridefinizione dell'area direttamente occupata dall'impianto per non ricadere neppure marginalmente nella fascia dei 150metri dalla sponda del Fiume Tirso;*
- 6) *Riduzione della viabilità esterna al fine di ridurre la superficie occupata e incrementare le superfici adibite a rivitalizzare l'insediamento di specie protette;*
- 7) *Incremento della Schermatura Visiva dell'impianto in doppia fila con andamento sinusoidale da realizzare con specie autoctone compreso il trapianto delle arborature di perastri esistenti.*

Nello studio vengono meglio specificati i seguenti aspetti:

- A) Si definisce univocamente che la superficie effettivamente interessata dall'intervento computata al lordo di tutte le opere accessorie all'impianto è pari a **88,99 Ha**;
- B) l'interasse tra le stringhe è pari a **4,50m**;
- C) che l'area occupata dalle Power Station e dalle sue pertinenze è pari a 17,38m di lunghezza per 2,25 di larghezza con fascia perimetrale di 1,00 m;
- D) Le aree utilizzate per le attività colturali previste sono pari a **36,72 Ha** quelle ricomprese all'interno del perimetro dell'area impianto, pari a **10,4 Ha** quelle esterne all'impianto e ricomprese nella disponibilità catastale ed inoltre saranno acquisite aree per mitigazione per **130,05 Ha**.
- E) Si sono analizzate le alternative progettuali compresa l'alternativa 0;
- F) Si è elaborata l'analisi costi benefici rapportandola alle alternative progettuali;

Si sono quindi approfonditi gli aspetti della compatibilità idraulica dell'intervento ricadente, parzialmente, in aree a pericolosità idraulica elevata/molto elevata ai sensi delle N.T.A. del P.A.I. e l'analisi e la valutazione degli impatti, in particolare sugli habitat di specie e sulle specie

ornitiche, con particolare attenzione a quelle di interesse conservazionistico, anche tramite la valutazione degli impatti cumulativi con altri interventi di natura analoga presenti nell'area vasta.

Il recepimento di quanto sopra è rappresentato nel progetto dello Studio di Impatto Ambientale e Valutazione di Incidenza Ambientale allegato al procedimento di VIA, che si è concluso con la valutazione positiva recepita con Delibera 48-74 del 10.12.202.

Tale delibera prevede che le ulteriori condizioni ambientali di seguito riportate che sono state recepite e contenute nel progetto sottoposto all'ulteriore procedimento di Autorizzazione unica.

Così come previsto, il layout di progetto è stato aggiornato escludendo la parte d'impianto oltre la strada consortile.

Si terrà conto di quanto indicato dal Dipartimento di Oristano dell'A.R.P.A.S. nella nota prot. n. 23282 del 28.6.2021 con specifico riferimento alla gestione terre e rocce da scavo e alle misure di mitigazione degli impatti in fase di cantiere, ed in particolare:

- sarà vietato il transito dei mezzi pesanti utilizzati per le lavorazioni, soprattutto con terreno bagnato, al di fuori delle piste di cantiere, per evitare un'eccessiva costipazione del terreno che potrebbe ostacolare un ottimale approfondimento degli apparati radicali delle specie vegetali;
- bisognerà prediligere porzioni di suolo già degradato per la realizzazione di piste e aree di cantiere, evitando ove possibile le zone ad alta valenza naturalistica;
- è stato previsto un sistema di regimazione delle acque meteoriche, atto a garantire l'assenza di ruscellamento superficiale, tramite canalizzazioni o lievi modellamenti geomorfologici;
- verrà stoccato il terreno vegetale di scortico eventualmente prodotto in cumuli di altezza non superiore ai 2 metri rispettando la stratificazione originaria, per preservarne le caratteristiche chimiche fisiche e biologiche e poterlo poi riutilizzare nelle operazioni di ripristino ambientale.
- verrà eseguito l'inerbimento dei cumuli per mantenere buone condizioni di fertilità ed evitare il dilavamento da parte degli agenti atmosferici;

Si è tenuto conto di quanto indicato dal Servizio Tutela del paesaggio nella nota prot. n. 29093 del 10.6.2021, per la realizzazione delle opere con funzione di mitigazione dell'impatto paesaggistico in particolare:

- nell'area dell'impianto la fascia perimetrale, come previsto in progetto, è stata ampliata, "raggiungendo la larghezza di due metri, la vegetazione autoctona, con esclusione degli oleandri, e dalle piante di perastro presenti in situ, che saranno trapiantate e saranno disposte con andamento sinusoidale sfalsato"
- anche nell'area della nuova stazione elettrica è stata prevista "la fascia di mitigazione visiva con almeno due metri, tale da consentire l'impianto di specie arboree/arbustive autoctone (escludendo l'oleandro), da disporre con andamento sinusoidale, includendo l'eventuale vegetazione spontanea presente nel sito, da trapiantare";
- verrà assicurata la presenza, in fase esecutiva e almeno per i primi tre anni successivi all'impianto, di personale esperto in discipline naturalistiche, agronomiche e tecnico-vivaistiche, al fine di verificare la corretta esecuzione degli interventi e garantire le necessarie cure colturali (irrigazione, ripristino delle fallanze, sfalci, ecc.);
- al fine di mitigare i potenziali impatti negativi sul suolo, sarà garantita, come previsto in progetto, una copertura erbacea anche nelle fasce tra le strutture ed al disotto dei moduli, che dovrà essere mantenuta con normali pratiche colturali, escludendo, nelle operazioni di controllo della vegetazione infestante, il ricorso al diserbo chimico;
- al fine di prevenire lo sviluppo di possibili incendi è previsto un adeguato **piano di verifica periodica**, concordato col C.F.V.A. - Servizio territoriale Ispettorato ripartimentale di Nuoro, in particolare durante i mesi più caldi, che la stessa copertura erbacea non raggiunga altezza tale da costituire pericolo, provvedendo, come indicato in progetto, alla trinciatura con la tecnica del "mulching" e dove necessario, alla rimozione della frazione organica in modo che la stessa pur sminuzzata non costituisca possibile innesco di incendio;
- sarà predisposto uno specifico protocollo operativo che descriva le modalità di gestione dell'impianto fotovoltaico e di conduzione del "prato pascolo permanente", definendo, in particolare, il ruolo dei soggetti economici coinvolti nel progetto rispetto alle attività di gestione svolte;

- come richiesto, con la nota prot. n. 9661 del 28.6.2021, dalla Soprintendenza, i lavori di scavo dovranno essere eseguiti sotto la costante sorveglianza archeologica di un archeologo professionista, secondo le indicazioni riportate nella medesima nota; per il quale è stato già affidato l'incarico in allegato;
- al termine della vita utile dell'impianto si procederà alla dismissione dello stesso e al ripristino ambientale dei luoghi attuando tutte le misure, le azioni e gli interventi previsti nel "Piano di dismissione".

Relativamente agli aspetti inerenti alla V.Inc.A.:

- nell'esecuzione delle opere previste per la realizzazione dell'impianto, al fine di prevenire qualsiasi impatto negativo sulla specie *Tetrax tetrax* e su altre specie ornitiche tutelate ai sensi della "Direttiva Uccelli", i lavori dovranno essere eseguiti al di fuori dell'intervallo compreso tra il 15 marzo e il 31 luglio;
- le piantumazioni di filari arborei o arbustivi dovranno essere effettuate, esclusivamente, con specie autoctone coerenti con il contesto ambientale di riferimento;
- è stata modificata la recinzione perimetrale, come previsto in progetto, sollevata da terra di 30 cm e contenente l'inserimento di un adeguato numero di ponti ecologici di dimensioni e conformazione tali da non precludere la fruizione dell'area alle specie faunistiche di piccola taglia;
- ai fini dell'attuazione delle misure agro-ambientali, previste dal proponente come misure di compensazione, i contratti con i proprietari è stata inserita la garanzia dell'impegno all'attuazione delle stesse, fino a completa dismissione dell'impianto, saranno attivate prima dell'avvio del cantiere per la realizzazione delle opere; adeguandoli rispetto alle misure e agli impegni indicati nel PSR 2014÷2020, Misura 10 - Pagamenti agroclimaticoambientali Tipo di intervento 10.1.3 - Tutela dell'habitat della Gallina prataiola, in funzione della destinazione d'uso attuale degli appezzamenti (pascoli permanenti, prati avvicendati e seminativi).

Il P.M.A. dovrà essere è stato adeguato secondo quanto di seguito indicato:

- recepimento di quanto richiesto dal Dipartimento di Oristano dell'A11.2 dovrà prevedere un monitoraggio ex ante e in itinere, fino alla completa dismissione dell'impianto, finalizzato alla verifica dell'efficacia delle misure di compensazione;
- il monitoraggio ex ante comprenderà il censimento delle specie ornitiche presenti nelle aree di compensazione e di mitigazione, con particolare riferimento alla specie Tetrax tetrax. Il monitoraggio in itinere dovrà prevedere il censimento delle specie ornitiche presenti nelle aree di compensazione e di mitigazione con particolare riferimento alla specie Tetrax tetrax e controlli in loco nelle aree di compensazione al fine di verificare la corretta attuazione delle misure agro-ambientali previste dai contratti. Per i censimenti ornitici saranno incaricate figure professionali con esperienza documentabile in materia di studi, monitoraggi e piani d'azione ornitologici con particolare riferimento alla specie Tetrax tetrax e per il controllo in loco sulla corretta attuazione delle pratiche agricole dovrà essere incaricato un agronomo con esperienza in materia. I monitoraggi dovranno essere annuali per i primi cinque anni e biennali dal sesto anno in poi, e gli esiti saranno trasmessi al Servizio V.I.A. dell'Assessorato della Difesa dell'Ambiente, che avrà il compito di verificare l'efficacia delle misure e nel caso di proporre eventuali modifiche, laddove ritenuto indispensabile al fine del raggiungimento degli obiettivi di tutela delle specie.

2 INQUADRAMENTO TERRITORIALE, CATASTALE E VINCOLISTICO DELLE AREE OGGETTO D'INTERVENTO

2.1 Inquadramento territoriale ed urbanistico

Come già anticipato, il nuovo campo fotovoltaico sorgerà nell'area industriale di Ottana-Bolotana, nella porzione sud del comune di Bolotana (NU). L'area d'impianto confina in quasi tutti i lati con strade facenti parte dell'agglomerato industriale, mentre sul versante Nord con l'area agricola del Comune di Bolotana. Parallelamente sul versante Sud oltre la fascia di rispetto di 150m della zona interessata le scorre il Fiume Tirso incanalato per circa 7,00 m nell'alveo dal piano di campagna dell'area impianto. Le strade esistenti ricadenti nel Piano Industriale sono la provinciale n. 17 (Bolotana-Ottana) che si collega con la strada statale n. 129 e alla quattro corsie di scorrimento veloce di attraversamento del comparto.

L'intera area si estende per una superficie complessiva di circa 140 ha (di cui circa 89 ha di superficie lorda per la realizzazione dell'impianto) e ricade all'interno della Zona Industriale "D" come da inquadramento urbanistico del Consorzio Industriale provinciale di Nuoro ricadente nel Comune di Bolotana per l'appunto in provincia di Nuoro.

Per quanto concerne le opere di connessione del campo fotovoltaico in progetto alla nuova SE TERNA, è prevista la realizzazione di un elettrodotto in cavo interrato MT da 30 kV per una lunghezza di circa 950 m.

L'elettrodotto in uscita dalla cabina di smistamento del campo fotovoltaico verrà posato inizialmente su strada ricadente all'interno del Consorzio Industriale, attraverserà in subalveo il fosso denominato Rio S'Ispanarba sempre in cavo interrato mediante tecnologia no-dig (T.O.C.) ed in seguito nuovamente su sede stradale.



Figura 1 - Inquadramento territoriale della superficie lorda individuata per la realizzazione del campo fotovoltaico (89ha)

Coordinate geografiche WGS84:

Latitudine: 40°15'15.59"N

Longitudine: 9° 0'38.84"E



Figura 2 - Inquadramento territoriale dell'area del campo fotovoltaico e del tracciato dell'elettrodotto in progetto



Figura 3 - Inquadramento territoriale del tracciato dell'elettrodotto in progetto - zoom

IDENTIFICAZIONE CATASTALE AREA DI SVILUPPO OPERE DI CONNESSIONE ELETTODOTTO		
Foglio	Particella	Modalità di posa
70	224	scavo a cielo aperto
67	113	
67	112	
67	158	
67	159	
67	157	
67	241	
67	250	
67	248	
67	255	
67	251	
67	218	Tecnologia no-dig (T.O.C.)
70	300	
70	301	
70	65	
70	478	
70	64	
70	520	
70	63	
70	59	
70	59	
70	194	scavo a cielo aperto
70	70	
70	499	
70	754	

Figura 5 - Elenco delle particelle catastali interessate dal tracciato dell'elettrodotto di connessione

Va invece sottolineato che il tracciato dell'elettrodotto è stato in parte modificato rispetto a quello ipotizzato durante la progettazione definitiva e quindi autorizzato. La modifica presente all'interno del presente progetto esecutivo riguarda essenzialmente la porzione di tracciato in cui il cavo verrà posato al di sotto del corso d'acqua Rio S'Ispanarba mediante trivellazione orizzontale controllata.

Il tracciato in attraversamento è stato spostato parallelamente al ponte esistente al fine di limitare il più possibile le interferenze eventuali con le opere di fondazione del ponte stesso, di cui tra l'altro non si dispone di informazione alcuna, ed è stato adattato al fine da considerare gli effettivi ingombri necessari alla corretta esecuzione della perforazione, dettati soprattutto dal dover garantire minimi raggi di curvatura in fase di risalita della cosiddetta "corda molle".

Inoltre, in fase di progettazione definitiva non è stata considerata l'occupazione dello spazio necessario all'allestimento del cantiere per la T.O.C. da un lato (RIG di perforazione, baraccamenti, impianto di trattamento fanghi bentonitici, etc...) e alla preparazione/saldatura della tubazione da varare dall'altro.

Queste modificazioni hanno comportato, rispetto al progetto definitivo, l'aggiunta delle seguenti particelle:

- Part. 248 Foglio 67 del comune di Bolotana;
- Part. 255 Foglio 67 del comune di Bolotana;
- Part. 251 Foglio 67 del comune di Bolotana;
- Part. 218 Foglio 67 del comune di Bolotana;
- Part. 300 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 301 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 478 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 64 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 520 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 63 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 59 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 61 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 194 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 70 Foglio 70 del comune di Bolotana;
- Part. 754 Foglio 70 del comune di Bolotana;

2.1.2 Inquadramento vincolistico

Le aree degli interventi in progetto, soprattutto quelle interessate dall'impianto fotovoltaico, risultano gravate dai seguenti principali vincoli:

- **Rete Natura 2000 – unicamente per il campo fotovoltaico:**
 - o ZPS (Zona a Protezione Speciale) denominata “Altopiano di Abbasanta” cod. ITB 023051 – unicamente per l'area del campo fotovoltaico;
- **Piano Stralcio delle Fasce Fluviali (PSFF) - unicamente per il campo fotovoltaico:**
 - o Fascia A 50 (anni);
 - o Fascia B 200 (anni);
 - o Fascia C 500 (anni)
- **Pericolo Idraulico ai sensi del Piano Stralcio di Bacino per l'assetto idrogeologico (PAI) - unicamente per il campo fotovoltaico:**
 - o Fascia Hi1 (pericolosità idraulica moderata);
 - o Fascia Hi2 (pericolosità idraulica media);
 - o Fascia Hi4 (pericolosità idraulica molto elevata);
- **Consorzio Industriale provinciale di Nuoro (CIP) (P.R.G.) del comune di Canale Monterano:**
 - Zona Industriale “D”.

Attraverso il rilascio dell'Autorizzazione Unica si è concluso l'iter autorizzativo volto all'ottenimento di tutti i pareri e nulla osta per la realizzazione del campo fotovoltaico come da progetto definitivo, ovvero per una potenza installata di 85,80 MW.

Sarà necessario, dato l'aumento di potenza installata considerato nel presente progetto e dettato soprattutto dalla scelta di pannelli fotovoltaici più performanti (710 Wp), richiedere aggiornamento della Valutazione di Incidenza Ambientale (VIncA).

2.2 Scelta dell'area

Sulla base delle indicazioni del Piano Paesaggistico Regionale della Sardegna, del Piano Energetico Ambientale e dei criteri contenuti nella deliberazione, l'area considerata per il progetto rientra a pieno titolo come area idonea in riferimento alla Delib.G.R. n. 27/16 del 1.6.2011 che nell'Allegato B in riferimento alle caratteristiche dimensionali dell'impianto da realizzare in ragione della loro destinazione d'uso e della natura delle stesse trova il riconoscimento di idoneità della specifica zona all'installazione.

In particolare, nelle tabelle in essa contenute si sono suddivisi gli impianti in tre classi dimensionali e le aree non idonee riportando inoltre nell'ultima tabella allegata le <<aree già degradate da attività antropiche, pregresse o in atto (brownfield), tra cui siti industriali, cave, discariche, siti contaminati >> (paragrafo 16 comma 1 lettera d) delle Linee Guida Ministeriali) idonee alla realizzazione degli Impianti.

Tali aree, definite genericamente "brownfield" vengono indicate le aree preferenziali dove realizzare gli impianti fotovoltaici con moduli ubicati al suolo dove l'utilizzo di tali aree per la installazione dei suddetti impianti, nel rispetto dei criteri rappresentati nella ultima colonna della tabella, costituiscono elemento per la valutazione positiva del progetto.

Sull'allegato B alla Stessa Delib.G.R. n. 27/16 del 1.6.2011 si evidenzia inoltre che, **la condizione di non idoneità derivante dalla presenza di aree istituzionalmente tutelate** (codici 4.1, 4.2, 4.3, 4.4, 4.5, 4.6, 4.7, 4.8, 5, 6.1, 6.2, 7, 8.1, 8.2, 8.3), di aree seminaturali (codice 8.4.2) nonché di aree dichiarate di notevole interesse pubblico (codice 1.4) **non si applica alle aree brownfield definite "industriali, artigianali, di servizio"** (codice A 1.1), fermo restando quanto stabilito negli artt. 25, 26, 27, 33, 34, 35 e 36 delle NTA del PPR.

In tale tabella: "Criteri di indirizzo per la valutazione positiva dei progetti ai sensi del punto 16 delle LG Ministeriali–Impianti Fotovoltaici" trova valenza l'area scelta per la proposta progettuale quale Risulta l'area industriale del OTTANA BOLOTANA in comune di Bolotana.

Ultimamente inoltre è stata pubblicata la D.G.R. N. 59/90 del 27.11.2020: “Individuazione delle aree non idonee all’installazione di impianti alimentati da fonti energetiche rinnovabili.” ha sostituito con l’allegato B e allegato C della medesima l’allegato B della DGR 27/16.

Ai sensi del paragrafo 16 comma 1 lettera d) delle LG Ministeriali, la scelta della localizzazione dell’area specifica, risulta elemento di valutazione positiva del progetto in quanto verifica che: “il riutilizzo di aree già degradate da attività antropiche, pregresse o in atto (brownfield), tra cui siti industriali, cave, discariche, siti contaminati ai sensi della Parte quarta, Titolo V del decreto legislativo n. 152 del 2006, consente la minimizzazione di interferenze dirette e indirette sull’ambiente legate all’occupazione del suolo ed alla modificazione del suo utilizzo a scopi produttivi, con particolare riferimento ai territori non coperti da superfici artificiali o greenfield, minimizzando le interferenze derivanti dalle nuove infrastrutture funzionali all’impianto mediante lo sfruttamento di infrastrutture esistenti e, dove necessari, la bonifica e il ripristino ambientale dei suoli e/o delle acque sotterranee”.

Sulla base di ciò la Regione Sardegna, al fine di salvaguardare l’originaria funzione dei lotti liberi appartenenti alle aree industriali, cioè quella di localizzare attività in grado di generare sviluppo ed occupazione, in aree già opportunamente infrastrutturate per tale scopo con risorse pubbliche, ha reso opportuno individuare un limite di utilizzo di territorio industriale in termini di “superficie lorda massima” occupabile da impianti fotovoltaici, stabilito nella percentuale del 20% della “superficie lorda” dell’impianto che viene computata al lordo di tutte le opere accessorie all’impianto fotovoltaico (piazzole di sosta, distanza fra le stringhe, pertinenza delle cabine di trasformazione, distanza dalle recinzioni, etc.) sulla superficie totale dell’area industriale presa in considerazione aumentando recentemente al 35% con successiva delibera 5/25 del 29/01/2019 che consente di prevedere che gli Enti possano predisporre con i medesimi atti eventuali incrementi al limite menzionato sino al **massimo del 35%** della Superficie totale come recepito dalla **Delibera Presidenziale del 27/06/2019 n. 11** del Consorzio Industriale Provinciale di Nuoro.

L’area oggetto di intervento rientra a pieno titolo nelle aree indicate come idonee rispettando le percentuali massime ammissibili per lo sfruttamento dell’Area industriale.

La realizzazione dell'impianto consentirà il completamento della viabilità pubblica consortile nel rispetto delle limitazioni imposte per l'ulteriore salvaguardia delle aree già inserite nell'urbanizzazione prevista dal piano che regola le attività produttive limitrofe. Queste otterranno sia direttamente che indirettamente dei vantaggi oltre ad ottenere un'opera che può essere considerata al pari di una riqualificazione ambientale e paesaggistica.

A tal fine è previsto che l'impianto venga dotato di schermatura visiva attraverso anche il trapianto di piante autoctone già presenti in situ, incrementate da ulteriori specie arboree e arbustive sempre rigorosamente autoctone e facenti parte delle serie vegetazionali potenziali del sito, tale scelta renderà più gradevole l'aspetto contribuendo inoltre alla valorizzazione ecologica ed ambientale che la funzione del verde consente come elemento fondamentale. Tale intervento contribuirà inoltre in modo sostanziale a mitigare gli effetti di degrado e gli impatti prodotti dalla presenza delle edificazioni e dalle attività esistenti quali la discarica di "Coronas Bentosas", gli Stabilimenti dismessi e Stabilimenti ex Enichem.

Dal punto di vista della rete di trasmissione nazionale, le opere necessarie alla connessione sono di più alta importanza che ne deriva indirettamente, in considerazione della funzionalità, del miglioramento della stabilità della rete e dell'incremento dell'infrastruttura a vantaggio anche di terzi in quanto trattasi di opera di pubblica utilità e di necessaria realizzazione per la connessione anche di altri impianti di produzione.

In considerazione di quanto su esposto in riferimento alla dimensione, alla localizzazione dell'impianto, all'assenza di migliori alternative progettuali, alle norme in vigore e alle risultanze nella presente di VIA, si ritiene che:

- gli elementi presi in esame abbiano potuto definire in maniera dettagliata l'intera opera;
- sia stata evidenziata che i potenziali impatti negativi sul territorio siano largamente mitigati dagli aspetti positivi, in particolare dalla totale ri-naturalizzazione sia dell'area occupata dall'impianto, sia di un'area di dimensioni circa il doppio esterna all'impianto;
- siano state adottate tutte le misure che possano avere effetti sul flusso e deflusso delle acque di eventuali esondazioni del Tirso;

- sia stata sottolineata la provvisorietà dell'intera iniziativa e sia stato predisposto un dettagliato piano di dismissione;
- sia stata evidenziata l'essenzialità dell'opera ed il suo impatto positivo in termini economici ed occupazionali.

3 STATO DI FATTO DELL'AREA OGGETTO DI INTERVENTO

L'area è accessibile mediante un cancello carrabile posto nella parte sud della stessa ed è in parte delimitata perimetralmente da una recinzione in cattivo stato di conservazione.

È per la maggior parte ad andamento pianeggiante, ma vi sono delle zone soprattutto nella porzione nord caratterizzate da discrete pendenze e da quote altimetriche maggiori.

Sull'area sono presenti alcuni manufatti in calcestruzzo o in muratura, come da immagini seguenti, che dovranno essere preventivamente demoliti.



Figura 6 - Localizzazione dei manufatti presenti sul sito



Figura 7 – vista del manufatto n°1 in corrispondenza della rotonda a sud ovest



Figura 8 - vista del manufatto n°4



Vi è inoltre presenza di vegetazione di vario tipo, cespugli e piccoli arbusti. Si provvederà alla loro eliminazione nelle fasi iniziali del lavoro, avendo cura di rispettare le curve naturali del terreno.

Va evidenziato che all'interno dell'area autorizzata per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico vi sono delle zone in cui il terreno, in concomitanza di eventi piovosi rilevanti o duraturi, tende a saturarsi abbastanza velocemente. Le acque piovane non riescono pertanto ad infiltrarsi ed a scorrere nel sottosuolo, ma creano piccoli ristagni ed allagamenti che rendono di fatto la percorrenza delle aree con i mezzi alquanto difficoltosa.

Tale condizione è stata, infatti, riscontrata sia dalla società Convert Italia S.p.A. nell'ambito dell'esecuzione delle prove di pull-out propedeutiche alla progettazione dei tracker di supporto ai pannelli fotovoltaici sia durante le attività di rilievo topografico del campo fotovoltaico a cura della scrivente Acea Infrastructure S.p.A., eseguite in campo durante i mesi febbraio e marzo del 2024.

Proprio nell'ambito delle prove di pull-out, infatti, vari mezzi quali la trivella (per la realizzazione dei pre-fori), il merlo (Manitou MT1440) e l'escavatore (utilizzati come mezzi a contrasto) hanno avuto difficoltà ad operare e sono stati costretti ad abbandonare il campo, così come il topografo incaricato dalla Convert Italia per la geolocalizzazione dei punti in cui sono state effettuate le prove.



Figura 9 – Vista del Manitou MT 1440 affondato nel terreno



Figura 10 – Vista delle aree saturate d'acqua del futuro campo fotovoltaico durante l'esecuzione delle prove di pull-out



Figura 11 - Vista delle aree saturate d'acqua del futuro campo fotovoltaico durante l'esecuzione delle prove di pull-out



Figura 12 – Vista delle aree sature d'acqua del futuro campo fotovoltaico durante l'esecuzione del rilievo a cura di Acea Infrastructure – foto 1 di 3



Figura 13 - Vista delle aree sature d'acqua del futuro campo fotovoltaico durante l'esecuzione del rilievo a cura di Acea Infrastructure – foto 2 di 3



Figura 14 - Vista delle aree sature d'acqua del futuro campo fotovoltaico durante l'esecuzione del rilievo a cura di Acea Infrastructure – foto 3 di 3

Di concerto con il Committente Acea Solar non si è proceduto a studiare e a dimensionare eventuali opere di regimazione delle acque superficiali. Infatti, sebbene tali opere (consistenti, per esempio, nella realizzazione di trincee drenanti) possano migliorare le condizioni di praticabilità e percorribilità delle aree anche in occasione di fenomeni piovosi, va considerata l'entità delle superfici in gioco e quindi dei volumi di terra da movimentare e da gestire per l'esecuzione delle stesse che comportano gioco inevitabilmente degli oneri di natura economica non indifferenti.

Pertanto, anche in considerazione che la movimentazione del terreno va ad alterare le caratteristiche geotecniche dei terreni in sito rendendo quindi "più scadente" il terreno rispetto ai carichi agenti sulle strutture di supporto dei pannelli fotovoltaici e quindi a comportare un aumento delle profondità di infissione dei pali (già verificate mediante le prove POT condotte in sito), in un'ottica di analisi costi-benefici si è ritenuto non conveniente sia sotto il profilo economico che sotto il profilo gestionale eseguire tali opere accettando condizioni "critiche" qualora si dovessero presentare.

4 CRITERI PROGETTUALI

4.1 Criteri di progettazione dell'impianto fotovoltaico

I principali criteri seguiti per la progettazione impiantistica e strutturale sono:

- soddisfazione di massima degli obiettivi prefissati dalla Committenza;
- rispetto delle Leggi e delle normative di buona tecnica vigenti;
- rispetto delle normative di settore;
- ottimizzazione del rapporto costi/benefici ed impiego di materiali componenti di elevata qualità, efficienza, lunga durata e facilmente reperibili sul mercato;
- riduzione delle perdite energetiche connesse al funzionamento dell'impianto al fine di massimizzare la quantità di energia elettrica immessa in rete;
- scelta di un modulo fotovoltaico avente elevata efficienza;
- scelta dell'utilizzo di moduli bifacciali per avere una maggiore produzione dell'energia solare rispetto ad un modulo standard, sfruttando la luce riflessa sulla parte posteriore del pannello stesso;
- la scelta dell'utilizzo di un sistema ad inseguimento (tracker), rispetto ad una soluzione classica composta da strutture fisse;
- funzionalità delle strutture nei confronti della loro destinazione d'uso. Gli spazi sono stati studiati per accogliere gli impianti e le macchine di progetto, per permettere la loro corretta installazione, la manutenzione ordinaria e straordinaria;
- scelta di macchine caratterizzate da elevata efficienza, ridotti consumi energetici e bassa rumorosità;
- studio sulla disposizione delle aree esterne e viabilità per agevolare l'accesso ai mezzi ed alle persone coinvolte nella gestione del servizio;
- opere elettriche progettate utilizzando soluzioni standardizzate di elevato livello qualitativo privilegiando al contempo fattori come la sicurezza e la facilità di manutenzione e di gestione, prevedendo opportuni sistemi di automazione e di telecontrollo con gestione centralizzata dei dati;

- garanzia della sicurezza statica e sismica delle opere rispetto alle azioni ed ai carichi previsti sulle strutture, con riferimento ai livelli di sicurezza indicati nelle normative tecniche (NTC 2018).

4.1.1 Vincoli di progettazione

Il progetto di *revamping* delle stazioni di sollevamento oggetto di intervento è stato sviluppato tenendo conto dei seguenti vincoli:

- **Rispetto dell'area disponibile e già autorizzata per il campo fotovoltaico:** il potenziamento da 85,80MW a 92 MW viene progettato in modo da utilizzare esclusivamente le aree già autorizzate, agendo soprattutto sulla disposizione dei moduli e sull'utilizzo di un modulo più efficiente;
- **Rispetto delle prescrizioni autorizzative:** nella realizzazione dei lavori si è tenuto conto delle prescrizioni impartite dai vari Enti coinvolti durante il procedimento autorizzativo, così come nel conteggio dei giorni naturali e consecutivi necessari alla costruzione dell'impianto (cronoprogramma dei lavori) si è giustamente considerato lo stop dettato dalla Vinca dal giorno 15 marzo al giorno 31 luglio compresi;
- sono state previste tutte le soluzioni tecniche necessarie a garantire la massima flessibilità di funzionamento, in modo da potersi adeguare alle diverse necessità gestionali;
- minimizzazione dell'utilizzo di suolo e degli impatti generati sia in fase di cantiere che di esercizio.

5 DATI PROGETTUALI

5.1 Raccolta dei dati di progetto

5.1.1 Documenti acquisiti

Per la redazione del progetto ci si è avvalsi di tutti i documenti e fonti disponibili e più precisamente:

- Carta Tecnica Regionale – scala 1:10.000;
- Planimetria Catastale – scala 1:2.000;
- Progetto Definitivo denominato “*Realizzazione di un impianto fotovoltaico della potenza 85,80 MWp con sistema di accumulo sito in Z.I. Ottana – Bolotana – comune di Bolotana (NU)*” redatto dalla Kenergia S.r.l. e dalla Proteck S.r.l.;
- Autorizzazione Unica ai sensi della DGR 3/25 del 23.01.2018 per la costruzione e per l’esercizio di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile solare e relative opere e infrastrutture connesse di potenza 85,806 MW con sistema di accumulo della capacità di 10 MVA, da realizzarsi nel comune di Bolotana (NU) nella zona industriale di Ottana Bolotana e Noragugume, rilasciata con Determinazione n. 302 della Direzione Generale dell’Industria e Servizio Energia ed Economia Verde della Regione Sardegna;
- Deliberazione n. 48 del 10/12/2021 avente come oggetto “*Realizzazione di un impianto per la generazione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica della potenza nominale di 85,80 MW sito in agglomerato Industriale Ottana, Comune di Bolotana, Provincia di Nuoro – Procedura di valutazione d’impatto ambientale (V.I.A.) D. Lgs. n.152/2006 e s.m.i*”;
- Informazioni ricevute durante i vari sopralluoghi e quanto segnalato dal Committente in merito ad eventuali criticità;

5.1.2 Rilievi e prove in campo

Ad integrazione dei documenti acquisiti, è stato eseguito un rilievo plano-altimetrico dell'area del futuro campo fotovoltaico, con acquisizione di materiale fotografico, e le prove di Pull Out Test.

RILIEVO TOPOGRAFICO

Il rilievo è stato eseguito con l'obiettivo di avere da un lato un piano quotato dell'area volto ad identificare e studiare sia la presenza di eventuali aree depresse/sporgenti, sia la presenza di eventuali aree aventi pendenze superiori agli $8,5^\circ$ che rappresentano il limite superiore per l'installazione dei tracker di molti fornitori (e per cui è necessario intervenire con movimentazione di terreno).

Attraverso tale rilievo è stata, inoltre, circoscritta l'area che in concomitanza di eventi piovosi mediamente intensi e duraturi tende a saturare il terreno e a creare degli acquitrini (come descritto al Capitolo 3). Tale area interessa la porzione centro-sud dell'impianto, caratterizzata da un andamento pianeggiante/sub-orizzontale il quale evidentemente impedisce il drenaggio delle acque verso il limitrofo Fiume Tirso.

Il rilievo è stato eseguito nel marzo 2024.

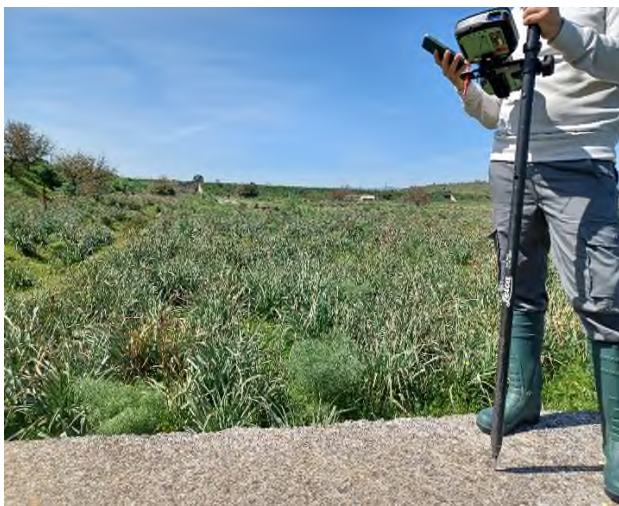




Figura 15 – Inquadramento dell'area del campo fotovoltaico con identificazione della superficie interessata da fenomeni di ristagno idrico

PULL OUT TEST

Le prove di pull out sono delle prove che tipicamente vengono eseguite prima della realizzazione di un impianto fotovoltaico e sono volte a verificare la capacità di sostegno dei profilati di acciaio di supporto dei pannelli a seguito dei carichi agenti naturalmente sui pannelli stessi (es. carico neve, effetto vela per azione del vento).

Una volta infissi nel terreno a profondità differenti (inizialmente ipotizzate) alcuni pali di prova, il test viene realizzato tramite l'applicazione di una forza a compressione verticale e forze a trazione sia verticali che orizzontali. Durante l'applicazione di tali forze, quantificate tramite dinamometro, vengono registrati gli spostamenti in mm (attraverso comparatori centesimali) subiti dal palo per differenti cicli carico/scarico. Successivamente viene redatto un rapporto tecnico che riporta:

- Informazioni sul palo impiegato;
- Strumentazioni utilizzate;

- Mappa con localizzazione dei POT eseguiti;
- Procedura adottata per infiggere i pali (infissione diretta o pre-drilling) e relative specifiche;
- Risultati tabellati per ogni palo, comprensive di foto.

Per quanto riguarda le prove per il campo fotovoltaico in oggetto, queste sono state studiate e curate dalla Convert Italia S.p.a. del gruppo Valmont. La Convert Italia ha proceduto inizialmente a stilare, sulla base delle informazioni di natura tecnica ricevute dalla scrivente Acea Infrastructure S.p.A. e dal Committente Acea Solar S.r.l., una procedura per la realizzazione delle stesse.

Attraverso tale procedura sono state individuate n.50 prove da eseguire all'interno dell'area del futuro campo fotovoltaico. Nell'immagine seguente viene mostrata la localizzazione delle prove, dove in magenta sono segnate le prove sui pali dei cosiddetti "external tracker", ovvero sui pali dei futuri tracker delle file esterne più esposte al vento.

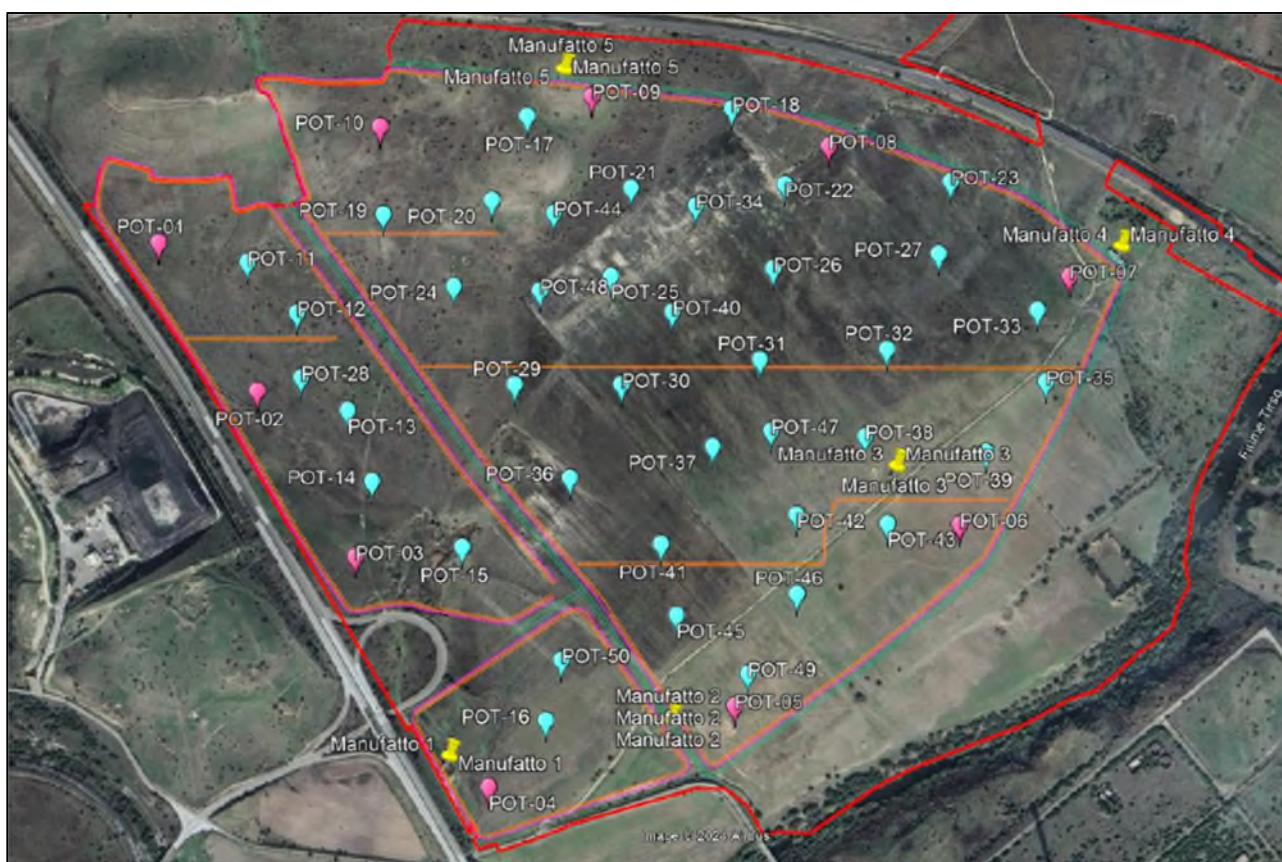


Figura 16 – Localizzazione delle prove all'interno dell'area del campo fotovoltaico

Row	Depth	POT	Latitude	Longitude	Test	Test type	Pre-drilling	Gauss Boaga	
[-]	[m]	[n°]	[°]	[°]	[type]	[-]	[mm]	EST	NORD
EXTERIOR	1.8	POT 1	40.259913°	9.007007°	LATERAL	Vhoriz + Pcomp	ø100	1500621.17	4456614.75
EXTERIOR	1.8	POT 2	40.258066°	9.008600°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1500756.66	4456409.75
EXTERIOR	1.8	POT 3	40.256002°	9.010199°	DRIVE	Vhoriz + Pcomp	ø120	1500809.54	4456063.73
EXTERIOR	1.8	POT 4	40.253121°	9.012362°	LATERAL	Vhoriz + Pcomp	ø100	1501076.65	4455860.9
EXTERIOR	1.8	POT 5	40.254135°	9.016387°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501418.94	4455973.51
EXTERIOR	1.8	POT 6	40.256399°	9.020064°	DRIVE	Vhoriz + Pcomp	ø120	1501731.59	445624.87
EXTERIOR	1.8	POT 7	40.259500°	9.021864°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501864.58	4456569.11
EXTERIOR	1.8	POT 8	40.261129°	9.017928°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501549.83	4456749.85
EXTERIOR	1.8	POT 9	40.261740°	9.014059°	LATERAL	Vhoriz + Pcomp	ø100	1501220.82	4456817.61
EXTERIOR	1.8	POT 10	40.261352°	9.010622°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1500928.56	4456774.5
INTERIOR	1.5	POT 11	40.259667°	9.008648°	LATERAL	Vhoriz + Pcomp	ø100	1500743.72	4456587.45
INTERIOR	1.5	POT 12	40.259033°	9.009252°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1500812.09	4456517.09
INTERIOR	1.5	POT 13	40.257822°	9.010067°	DRIVE	Vhoriz + Pcomp	ø120	1500881.41	4456382.68
INTERIOR	1.5	POT 14	40.256939°	9.010664°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1500915.18	4456284.67
INTERIOR	1.5	POT 15	40.256118°	9.011932°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501040.04	4456193.56
INTERIOR	1.5	POT 16	40.253953°	9.013298°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501156.24	4455953.26
INTERIOR	1.5	POT 17	40.261476°	9.013018°	LATERAL	Vhoriz + Pcomp	ø100	1501132.31	4456788.29
INTERIOR	1.5	POT 18	40.261593°	9.016339°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501414.7	4456801.32
INTERIOR	1.5	POT 19	40.260266°	9.010661°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1500931.89	4456653.96
INTERIOR	1.5	POT 20	40.260444°	9.012427°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501082.07	4456673.74
INTERIOR	1.5	POT 21	40.260602°	9.014693°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501274.76	4456691.3
INTERIOR	1.5	POT 22	40.260648°	9.017208°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501488.62	4456696.45
INTERIOR	1.5	POT 23	40.260683°	9.019922°	LATERAL	Vhoriz + Pcomp	ø100	1501719.41	4456700.38
INTERIOR	1.5	POT 24	40.259366°	9.011806°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501029.27	4456554.07
INTERIOR	1.5	POT 25	40.259501°	9.014361°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501246.54	4456569.09
INTERIOR	1.5	POT 26	40.259593°	9.017019°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501472.57	4456579.34
INTERIOR	1.5	POT 27	40.259780°	9.019725°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501702.68	4456600.14
INTERIOR	1.5	POT 28	40.258230°	9.009311°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1500817.12	4456427.96
INTERIOR	1.5	POT 29	40.258142°	9.012794°	LATERAL	Vhoriz + Pcomp	ø100	1501113.31	4456418.22
INTERIOR	1.5	POT 30	40.258144°	9.014535°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501261.36	4456418.47
INTERIOR	1.5	POT 31	40.258453°	9.016802°	DRIVE	Vhoriz + Pcomp	ø120	1501454.14	4456452.8
INTERIOR	1.5	POT 32	40.258583°	9.018878°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501630.68	4456467.26
INTERIOR	1.5	POT 33	40.259070°	9.021340°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501840.03	4456521.37
INTERIOR	1.5	POT 34	40.260379°	9.015747°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501364.39	4456666.57
INTERIOR	1.5	POT 35	40.258178°	9.021477°	LATERAL	Vhoriz + Pcomp	ø100	1501851.7	4456422.36
INTERIOR	1.5	POT 36	40.256979°	9.013690°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501189.52	4456289.15
INTERIOR	1.5	POT 37	40.257370°	9.016029°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501388.43	4456332.58
INTERIOR	1.5	POT 38	40.257497°	9.018520°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501600.26	4456346.72
INTERIOR	1.5	POT 39	40.257301°	9.020495°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501768.22	4456324.91
INTERIOR	1.5	POT 40	40.259049°	9.015367°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501332.1	4456518.93
INTERIOR	1.5	POT 41	40.256154°	9.015185°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501316.68	4456197.59
INTERIOR	1.5	POT 42	40.256521°	9.017398°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501504.86	4456238.36
INTERIOR	1.5	POT 43	40.256410°	9.018887°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501631.49	4456226.07
INTERIOR	1.5	POT 44	40.260287°	9.013431°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501167.44	4456656.32
INTERIOR	1.5	POT 45	40.255263°	9.015438°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501338.21	4456098.7
INTERIOR	1.5	POT 46	40.255532°	9.017405°	DRIVE	Vhoriz + Ptrac	ø120	1501505.48	4456128.59
INTERIOR	1.5	POT 47	40.257565°	9.016980°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501469.3	4456354.24
INTERIOR	1.5	POT 48	40.259319°	9.013200°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501147.82	4456488.88
INTERIOR	1.5	POT 49	40.254536°	9.016602°	DRIVE	Vhoriz + Pcomp	ø120	1501437.21	4456018.02
INTERIOR	1.5	POT 50	40.254707°	9.013554°	LATERAL	Vhoriz + Ptrac	ø100	1501178	4456036.96

Figura 17 – Specificazione dei pali di prova da infiggere all'interno dell'area del campo fotovoltaico

Le prove in oggetto hanno riguardato i pali in acciaio infissi nel terreno mediante infissione diretta, tramite macchina battipalo. Nel caso, poi, i tempi di battitura dovessero superare il limite di 3 minuti (fallimento infissione diretta) verrà impiegata la procedura di pre-drilling di ausilio e successivamente l'infissione diretta.

Come è possibile visualizzare nell'immagine soprastante le profondità di infissione dei pali sono state ipotizzate (e poi verificate mediante le POT con i cicli di carico riportati in procedura) in:

- 1,8 m per i pali delle file esterne (exterior tracker);
- 1,5 m per i pali delle file interne (interior tracker).

All'interno della procedura sono stati individuati anche i cicli di carico da applicare ai pali. Questi possono essere riassunti in:

- Cicli orizzontali di carico/ scarico applicati al palo in due direzioni a 180°;
- Ciclo verticale di carico (compressione) da applicare al palo (20% dei pali);
- Ciclo verticale di carico (trazione) da applicare al palo (80% dei pali).

Il report conclusivo ha mostrato che mediamente il tempo di infissione per infiggere il palo ad una profondità di 1,5m varia da circa 1 min sino a 2-2,5 min.

Le prove di pull out sono state eseguite da fine febbraio sino e non oltre il 15 marzo 2024 (in ottemperanza alle prescrizioni di stop cantiere relative alla presenza della Zona di Protezione Speciale).

Si rimanda agli elaborati denominati “*All.01-Procedura di Pull Out Test*” e “*All.02-Report Prove di Pull Out Eseguite*” allegati alla presente relazione per la consultazione della procedura stilata per le POT e per il report conclusivo delle POT eseguite in campo.

6 DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI IN PROGETTO

Gli interventi previsti con il presente progetto, come anticipato, sono volti alla realizzazione di un impianto per la produzione di energia elettrica mediante tecnologia fotovoltaica di potenza installata di picco pari a 92,00 MWp, comprensivo di tutte le opere propedeutiche alla connessione dell'impianto alla Rete di Trasmissione Nazionale.

La realizzazione dell'impianto prevede l'utilizzo di 129.584 moduli fotovoltaici realizzati con celle di silicio monocristallino del tipo bifacciale della potenza di 710 Wp cadauno, per una potenza installata complessiva di 92,004 MWp.

Per la realizzazione dell'impianto fotovoltaico verranno utilizzati materiali conformi alle relative norme di prodotto, e delle migliori tecnologie disponibili sul mercato con l'obiettivo della massimizzazione dei benefici ambientali che questi potranno apportare.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato in conformità alle leggi e alle norme di settore ed in particolare nel rispetto del DM del 28 luglio 2005, del DM 6 Febbraio 2006 e della delibera dell'Autorità per l'Energia Elettrica ed il Gas n° 188/05 del 14 settembre 2005.



Figura 18 – Layout di impianto

In prossimità di ogni campo saranno installati i quadri di campo per un totale di 400 dai quali si deriveranno le linee in CC che alimenteranno i Gruppi Shelter contenenti Inverter quadri di comando del sistema a inseguimento trasformatori 690/1.500V e dispositivi di protezione MT dai quali si deriveranno le linee di collegamento alla SSE Utente.

6.1 Descrizione degli interventi per la realizzazione del campo fotovoltaico

I moduli fotovoltaici, ovvero l'insieme delle celle in grado di convertire l'energia solare in energia elettrica sfruttando l'effetto fotovoltaico, verranno montati su strutture metalliche di supporto dotate inoltre di sistema di inseguimento monoassiale (denominate tracker) in grado di variare l'inclinazione dei pannelli fotovoltaici rispetto al piano di calpestio sfruttando

interamente un rapporto di copertura non superiore al 50% della superficie totale in accordo all'Art. 10 comma 10.4 del Piano Regolatore.

Ciò consente di orientare i pannelli in modo da "inseguire" la fonte solare durante il suo moto apparente sulla volta celeste per massimizzare l'efficienza dell'impianto. Il movimento dei moduli avviene durante l'arco della giornata con ridotte e lente variazioni di posizione che ad una prima osservazione darà l'impressione che l'impianto risulti fermo.

Come meglio riportato nelle planimetrie di progetto l'impianto si comporrà di complessivi 4.813 tracker di due tipologie dimensionali che ospitano da stringhe da 14 o 28 moduli delle dimensioni circa pari a 18,5/37 m di lunghezza per 2,384 [m] di larghezza con altezza variabile a seconda dell'inclinazione da un minimo di circa 1,50 [m] quando il modulo è parallelo al terreno sin ad un massimo di 2,30 [m] per la massima inclinazione a 42°.

Il fissaggio della struttura di sostegno dei moduli al terreno avverrà a mezzo di un sistema del tipo a infissione con battipalo nel terreno e quindi amovibile in maniera tale da non degradare, modificare o compromettere in qualunque modo il terreno e facilitarne lo smantellamento o l'ammodernamento in periodi successivi senza l'effettuazione di opere di demolizione scavi o riporti. L'installazione dei moduli avverrà per file parallele con orientamento dell'asse dei moduli nord-sud e della superficie captante l'energia solare da est a ovest e raggiungerà dall'attuale piano calpestio un'altezza massima 2,30 m.

I pannelli, che trasformano l'irraggiamento solare in corrente elettrica continua, saranno collegati in serie formando una "stringa elettrica" che, a sua volta, sarà collegata in parallelo con le altre in appositi quadri di campo o cassette di stringa. Dai quadri di campo la corrente continua prodotta dai pannelli verrà trasferita mediante conduttori elettrici interrati alle Power Station contenenti gli inverter (per la trasformazione da corrente continua a corrente alternata) e i dispositivi di trasformazione e protezione per la connessione alle cabine di ricevimento per l'immissione dell'energia in rete.

Saranno realizzate in complessivo n° 10 Power Station del tipo prefabbricato della potenza di 8MVA delle dimensioni complessive rispettivamente pari a 17,00 x 2,20x 2,80 (h) m.

Nella porzione sud-ovest dell'impianto è prevista inoltre la realizzazione di una cabina di smistamento del tipo prefabbricata delle dimensioni esterne di 26,4 x 4,10 x 2,85 (h) m.

Da questa cabina si deriveranno in modalità in cavo interrato le linee a 30 kV fino alla nuova SSE utente.

La nuova SSE utente invece, prevista da Progetto Definitivo in adiacenza alla nuova SE TERNA, non è ricompresa all'interno del presente progetto, ma verrà bensì realizzata mediante specifico Appalto Integrato.

Sarà ricompresa all'interno dell'Appalto Integrato di cui sopra anche la realizzazione, nelle vicinanze della SSE stessa, di una sezione Storage fondamentalmente costituita da elementi batterie ospitati in sezioni del tipo container con relativi inverter, trasformatori di potenza e dispositivi di protezione.

Sia per la conversione che per la trasformazione dell'energia (power station e area storage) saranno installati blocchi del tipo Shelter. Ogni struttura sarà realizzata con componenti prefabbricati e pre-assemblati da posizionare al di sopra del piano di calpestio opportunamente livellato e riempito con materiale idoneo al carico delle apparecchiature che conterrà tutti i cunicoli necessari per il passaggio dei cavi e dovrà avere caratteristiche costruttive conformi alla Normativa CEI 016 Vigente. Tale sistema sarà accessoriato al fine di contenere tutte le apparecchiature necessarie di protezione, conversione, trasformazione e ausiliarie compresi tutti i collegamenti tra le stesse comprensive di tutti i dispositivi di protezione attiva e passiva previsti e conformi alla normativa di prevenzione incendi.

Ultimate tutte le opere interne al campo fotovoltaico secondo il progetto di connessione alla RTN approvato nello specifico da Terna secondo il PTO, verranno eseguiti gli scavi e le linee interrate di connessione poste nelle fasce di rispetto consortili secondo i percorsi indicati per realizzare l'elettrodotto di alimentazione dell'impianto per il collegamento del cavo in derivazione dalla Cabina Primaria AT esistente.

Verranno completate le recinzioni perimetrali oggi parzialmente esistenti e verrà piantumata la perimetrazione dello stesso per eseguire la schermatura visiva a mitigazione dello stesso.

Sulla recinzione perimetrale verranno realizzati dei varchi a terra in numero e dimensioni adeguate al fine di garantire il transito e quindi l'utilizzo dell'area da parte di eventuali specie di fauna presenti.

I distacchi delle strutture edilizie dai confini saranno non inferiori a 8,00 m come prescritto all'Art. 10 comma 10.5 del piano e sarà effettuata una piantumazione perimetrale **di larghezza pari a 2,00 m di schermatura in doppia fila con disposizione sinusoidale** completa di altezza massima pari a 2,00 m in aderenza ai confini perimetrali. La fascia arborea/arbustiva perimetrale, con funzioni di mitigazione dell'impatto paesaggistico, prevista in progetto, sarà realizzata impiegando, oltre alle specie arboree e arbustive endemiche indicate (perastro, alaterno, lentisco, fillirea **con esclusione dell'oleandro**), anche specie arboree autoctone (sughera, leccio, olivastro) e utilizzando esemplari arborei adulti con altezza minima di 1,5 metri; Saranno, inoltre, eseguite regolari cure colturali, irrigazioni e risarcimenti al fine di garantire il mantenimento della fascia di mitigazione dell'impatto visivo prevedendo lo sfalcio dell'erba all'interno nei periodi consentiti.

6.1.1 Caratteristiche tecniche del pannello

L'impianto fotovoltaico in oggetto sarà composto da moduli monocristallini della Trina Solar modello TSM-NEG21C.20 aventi potenza unitaria di 710 Wp ed efficienza del 22,9%. Le dimensioni del pannello sono 2.384x1303x33 mm per un peso di 38,3kg.

Di seguito viene riportato il data sheet del pannello scelto:

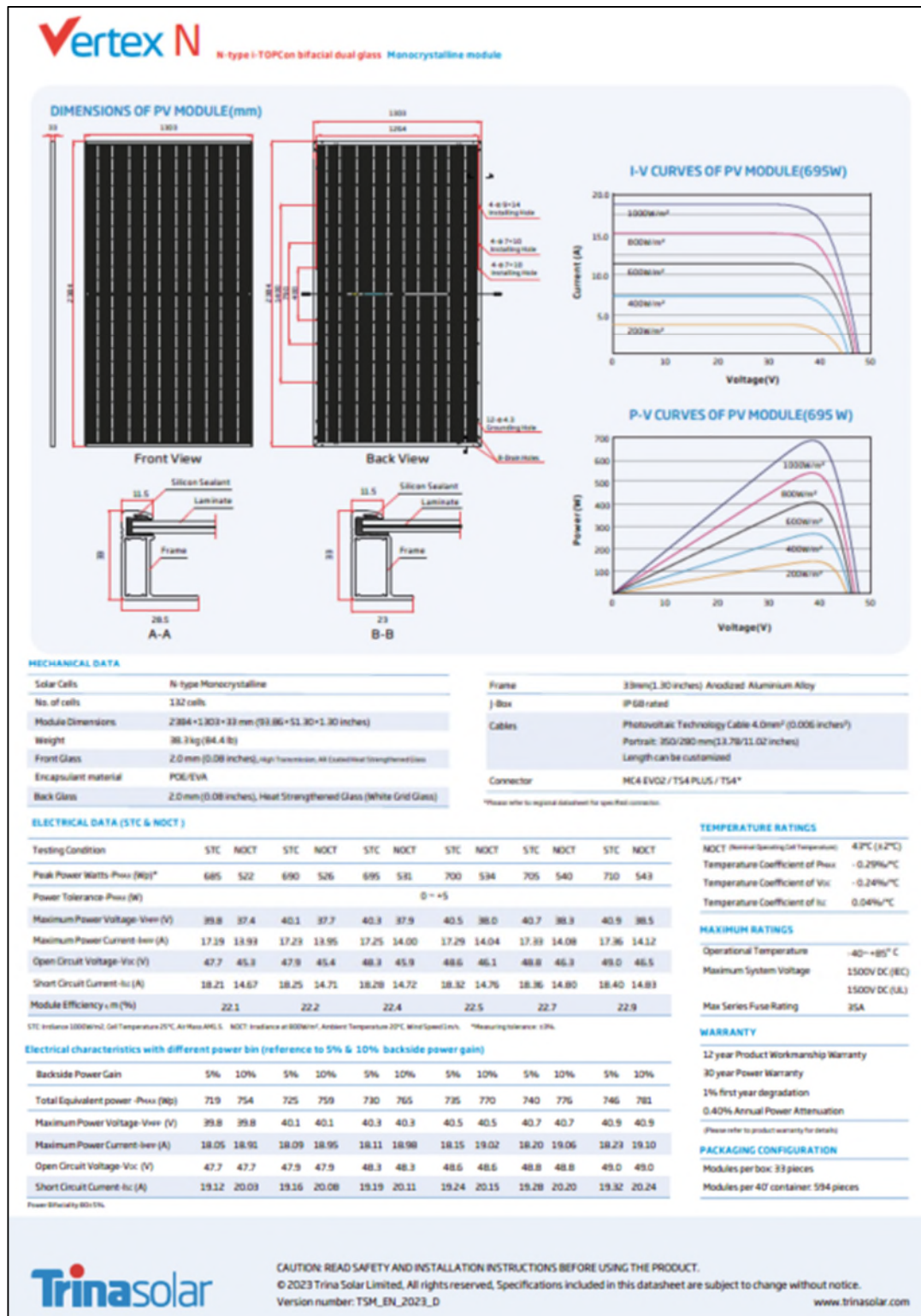


Figura 19 – Datasheet pannello fotovoltaico

6.2 Descrizione degli interventi per la connessione del campo fotovoltaico alla RTN

Relativamente alle opere di connessione dell'impianto fotovoltaico alla RTN, è prevista la realizzazione di un elettrodotto MT 30kV di lunghezza complessiva pari a circa 950 m, posato in parte mediante convenzionale scavo a cielo aperto ed in parte mediante tecnologia no-dig (T.O.C.). L'elettrodotto, in uscita dalla cabina di smistamento del campo fotovoltaico, raggiungerà la nuova SSE utente ACEA in progetto (non ricompresa all'interno del presente progetto esecutivo) da realizzarsi mediante apposito Appalto Integrato.

Nello specifico, verranno posati n.12 cavi aventi sezione 630 mmq all'interno di un cavidotto De 400 mm il quale in un primo tratto di circa 200 m verrà posato al di sotto della sede stradale esistente, con una sezione di posa di larghezza pari a 0,8 m. Si procederà dapprima alla demolizione della pavimentazione stradale, successivamente alle attività di scavo in sezione obbligata, preparazione del letto di posa, posa della tubazione ed infine ai rinterri provvisori prima del ripristino definitivo della pavimentazione stradale.

Successivamente, giunti in prossimità dello svincolo della strada consortile, è stato ipotizzato di uscire dalla sede stradale ed occupare le aree verdi poste in adiacenza alla stessa. Ciò al fine di raccordarsi mediante scavo a cielo aperto alla posa del cavidotto in attraversamento al fosso S'Inasparba da realizzarsi mediante TOC. Infine, una volta attraversato il fosso presente, il cavidotto verrà nuovamente posato su sede stradale sfruttando le fasce di rispetto della stessa sino ad arrivare in corrispondenza della realizzanda SSE utente ACEA.

La lavorazione più rilevante e sicuramente per la quale occorrerà prestare maggiore accortezza sarà per l'appunto la realizzazione della T.O.C., la quale rappresenta un'attività estremamente specialistica e vincolata sia agli aspetti di tipo geologico dei terreni da attraversare sia agli spazi da garantire per l'accantieramento di tutti i macchinari e di tutte le apparecchiature necessarie.

6.2.1 Descrizione della tecnologia della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.)

La T.O.C. (Trivellazione Orizzontale Controllata), facente parte delle tecnologie “no dig” consente l’installazione di condotte nel sottosuolo senza far ricorso a scavi a cielo aperto; infatti, la perforazione eseguita mediante testa orientabile, pilotata tramite strumentazione elettronica sofisticata, che le consente di modificare quota e direzione durante la perforazione stessa, garantisce il collegamento tra il punto di entrata e il punto di uscita, senza richiedere deviazioni temporanee delle infrastrutture attraversate.

Con tale sistema è possibile installare condotte, siano esse in polietilene, in acciaio o in ghisa, al di sotto di grandi vie, corsi d’acqua, canali marittimi, autostrade e ferrovie (sia in senso longitudinale che trasversale), edifici industriali, abitazioni, parchi naturali etc.

Per l’esecuzione è necessario installare nell’area prevista di inizio perforazione una unità di trivellazione (RIG).

Il punto di arrivo della trivellazione viene ubicato all’estremità opposta dove saranno ubicate le attività meccaniche di assemblaggio della condotta.

Attrezzature di cantiere

Le principali attrezzature occorrenti per l’esecuzione del lavoro sono:

- Unità di trivellazione (RIG);
- Unità di produzione dell’energia;
- Cesti di contenimento delle aste di trivellazione;
- Unità computerizzata per il controllo in continuo della direzione ed inclinazione della testa di trivellazione;
- Sistema di guida;
- Impianto di miscelazione dei fanghi di perforazione;
- Vasche di contenimento fanghi;
- Attrezzatura di alesaggio e tiro-posa della tubazione.
- Macchine operatrici di supporto logistico.



Figura 20 – Vista di un RIG di perforazione per T.O.C.

Occupazione delle aree

Il cantiere deve prevedere il supporto logistico di una macchina operatrice, che colleghi il punto di ingresso della trivellazione con l'uscita, idoneo al trasporto delle attrezzature, delle aste e dei fluidi di trivellazione.

Dal lato di ingresso, in un'area di idonee dimensioni, viene ubicata l'unità di trivellazione, tutte le sue attrezzature accessorie, compreso l'impianto di miscelazione dei fanghi. In questo lato sono ubicati anche i cestri di contenimento delle aste e la pompa fanghi.

Al lato opposto, punto di arrivo, lo spazio disponibile viene utilizzato per alloggiare i tubi ("sigaro") da posare nel foro praticato.

Profilo di trivellazione

La lunghezza delle perforazioni sarà studiata in funzione della logistica disponibile nelle aree di lavoro; è necessario comunque mantenere raggi di curvatura e angoli di ingresso ed uscita tali da ridurre al minimo le sollecitazioni del tubo di linea.

Le fasi operative occorrenti alla esecuzione della trivellazione sono:

- 1) **Esecuzione del foro pilota (pilot bore)** mediante idonei utensili e tecnologia, con distruzione del nucleo di terreno a fondo foro con miscela di fanghi. Il foro pilota ha un diametro inferiore rispetto al diametro desiderato di progetto. La miscela di fanghi ha la funzione di sigillare gradualmente la parete del foro realizzato e, grazie alla sua viscosità, inglobare il terreno smosso e convogliarlo in superficie.

Dopo aver provveduto al corretto posizionamento ed allineamento della macchina perforatrice, al suo ancoraggio al suolo, in modo da evitarne eventuali spostamenti e dopo aver adottato un idoneo angolo di partenza (verso il basso per l'infissione nel terreno della testa di perforazione con un angolo di $7^{\circ} \div 15^{\circ}$), viene avvitata su di un'asta la testa di perforazione per l'esecuzione del foro pilota.

All'interno della testa viene posta una sonda di emissione che trasmette, mediante onde o via cavo, dei segnali direttamente in superficie. La parte terminale della testa di perforazione consiste in un'asta che presenta una deviazione angolare longitudinale sulla quale sono ricavati dei fori (ugelli) per l'iniezione dei fluidi di perforazione che passando attraverso le aste, vengono pompati ad alta pressione nel sottosuolo consentendo, oltre che di "tagliare" il terreno (jetting) di stabilizzare le pareti del foro, mantenendolo aperto e riducendo di conseguenza gli attriti, anche di trasportare le particelle di terreno in superficie. Tale metodologia, che è anche la più comune, è ottimale per affrontare terreni friabili di medio impasto e consistenza, normalmente coesivi anche sottofalda, ma privi di trovanti e ghiaie o roccia.

L'avanzamento della testa di perforazione nel terreno avviene dalla combinazione dei movimenti di spinta e rotazione esercitati dalla macchina e per l'effetto del getto di fanghi; infatti, l'avanzamento iniziale rettilineo mediante perforazione (rotazione e spinta delle

aste), può essere variato posizionando la parte asimmetrica della testa in una determinata posizione, a seconda della direzione desiderata, tramite la sola spinta delle aste.

I fluidi utilizzati sfogano nelle buche (di partenza o di arrivo) e verranno successivamente smaltiti e/o riciclati.

Il foro pilota può ritenersi completato quando le aste escono in superficie dal punto di uscita previsto (exit-point). Per recuperare la posizione iniziale basterà svitare il mandrino dall'asta appena infissa e riportarlo, a ritroso, nella posizione iniziale per poi aggiungere, avvitandola, una nuova asta di perforazione e proseguire fino al punto di uscita.

Va sottolineato che per garantire il corretto avanzamento della perforazione è necessario assicurare:

- la stabilità e l'impermeabilizzazione delle pareti del foro poste a monte della testa di perforazione affinché non collassino;
- la minimizzazione degli attriti all'avanzamento della testa di perforazione e delle aste di spinta;
- l'asportazione del materiale rimosso dalla testa di perforazione.

Viene garantito quanto sopra descritto proprio mediante il pompaggio di fanghi bentonitici biodegradabili.

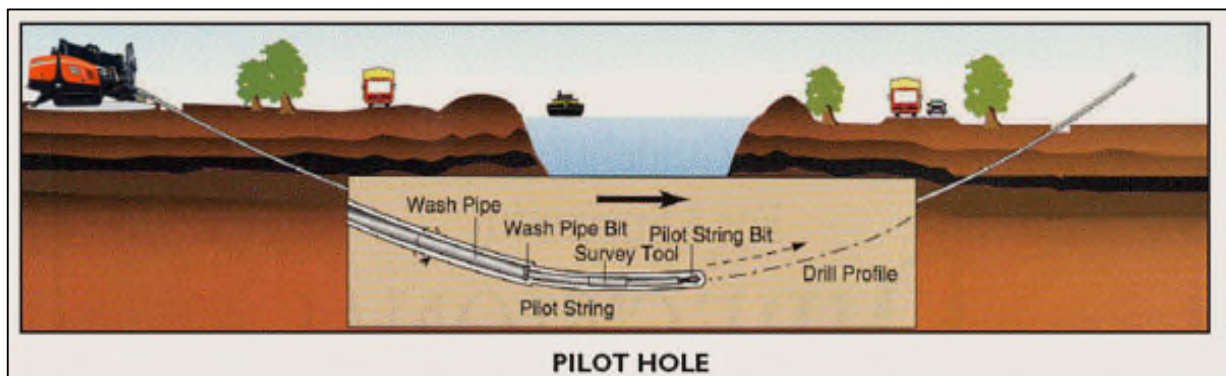


Figura 21 – Formazione del foro pilota

- 2) **Alesatura del foro:** questa operazione consiste nell'allargamento del foro pilota tramite alesatore (reamer) ed avviene mediante il tiro di un alesatore in senso inverso a quello utilizzato per l'esecuzione del foro pilota. Durante questa operazione le aste di trivellazione vengono recuperate dall'unità di trivellazione (RIG), smontate, riportate al punto di uscita ed avvitate alle spalle dell'alesatore così che il foro sia sempre impegnato dalle aste. A seconda del diametro finale che si vuole raggiungere ed in base alla potenza della macchina che si intende utilizzare, l'alesatura può avvenire in più passate con diametri crescenti.

Una volta terminato il foro pilota, viene tolta la testa di perforazione dalle aste ed al suo posto viene montato un alesatore (allargatore) che ha il compito di allargare il foro e di stabilizzarlo grazie anche all'utilizzo dei fanghi di perforazione. L'alesatore viene fatto ruotare e contemporaneamente viene tirato dal RIG di perforazione dalla buca di arrivo verso l'entry point (continuando ad iniettare fango bentonitico dentro le aste di spinta e da qui nel foro alesato tramite appositi ugelli posti sull'utensile), allargando in questo modo il foro pilota. Una volta raggiunto il diametro necessario per l'alloggiamento della condotta di esercizio nel sottosuolo, posteriormente all'alesatore, mediante un "pezzo speciale" costituito da un giunto folle e da una testa di tiro, viene collegata la condotta, procedendo quindi al suo tiro. Il diametro dell'alesatore ed il numero dei passaggi da eseguire dipendono dalla natura del terreno, dal diametro del tubo da posare e dalla potenza della macchina utilizzata.

Infatti, in base alle sopradette caratteristiche si decide se procedere con alesaggio contemporaneo al tiro della condotta oppure, con la ripetizione continua di alesature cambiando l'alesatore e allargando gradualmente il diametro del foro con passaggi successivi di alesatori di diametro crescente sempre sfruttando la capacità del getto dei fanghi di perforazione di asportare il terreno circostante.

Durante queste fasi vengono sempre tenute le aste di perforazione all'interno del foro in modo da mantenere un collegamento continuo all'interno del foro per poter procedere successivamente alla fase di tiro della condotta, che dovrà avvenire con continuità operativa e in un'unica soluzione.

L'alesatura finale deve avere un diametro maggiore di circa il 20÷30 % del diametro della condotta.

Anche durante la posa è prassi utilizzare i fanghi di perforazione i quali, oltre a stabilizzare le pareti del foro, lubrificano la tubazione e ne facilitano la posa riducendone gli attriti tra tubo e terreno circostante.

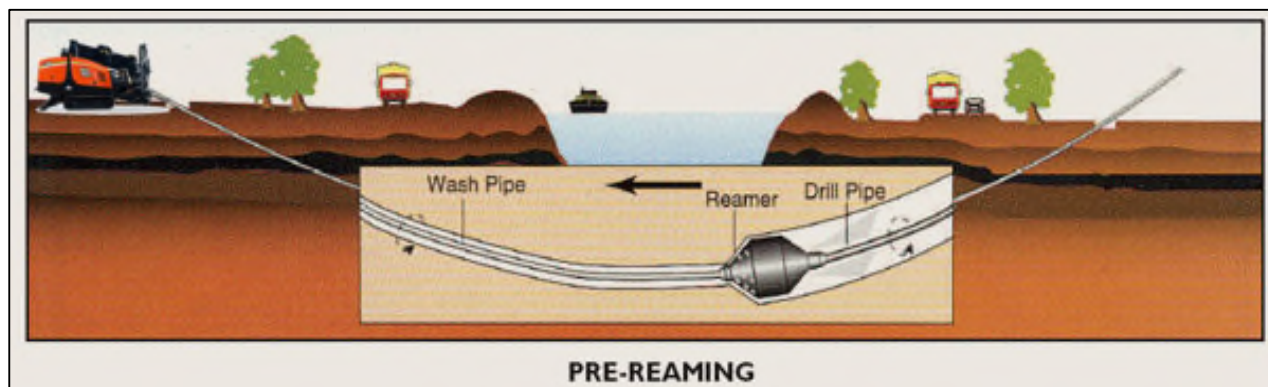


Figura 22 – Alesatura del foro pilota

- 3) **Varo della condotta (pull-back)**: è l'operazione finale della trivellazione e consiste nel tiro della tubazione all'interno del foro alesato. In corrispondenza dell'exit point la tubazione da installare viene assemblata fuori terra (presso l'**exit point**) e fissata ad una testa di tiro e, mediante un giunto folle rotante (detto **girevole** o **swivel**), ad un alesatore compattatore vincolato alla batteria di aste di perforazione. Il giunto rotante ha la funzione di trasmettere alla tubazione in fase di varo le trazioni, ma non le coppie e quindi le rotazioni delle aste. Raggiunto il punto di entrata (**entry point**) la posa della tubazione si può considerare terminata.

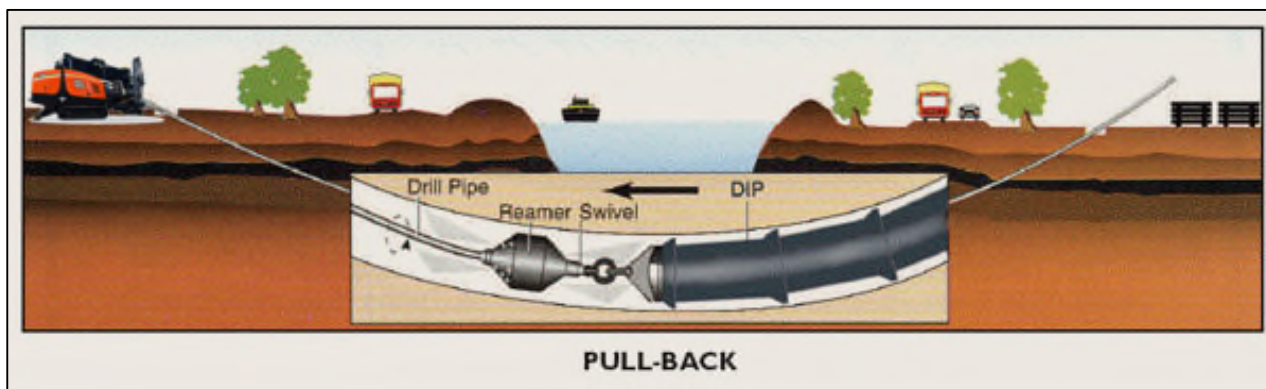


Figura 23 – Tiro della tubazione



Figura 24 - Varo di una condotta mediante T.O.C.

Sistema di guida

Tale metodologia, caratterizzata dalla particolarità di poter controllare la direzione di perforazione, presuppone la perfetta conoscenza sia della posizione che della direzione della testa di perforazione nel sottosuolo.

Queste informazioni sono ottenute mediante la sonda che è posizionata all'interno dell'asta pilota in prossimità della testa di perforazione.

La sonda fornisce i dati di posizione della testa di perforazione. Tali valori vengono captati e tradotti in dati necessari per la corretta esecuzione della perforazione e consentono di calcolare le coordinate orizzontali e verticali lungo il foro pilota. L'impiego di sistemi di trasmissione continui permette un rilievo istantaneo della posizione della sonda (profondità della testa, direzione, angolo di inclinazione della testa, ecc.) e quindi di effettuare le correzioni necessarie.

6.2.2 Descrizione della T.O.C. in oggetto

All'interno del presente progetto esecutivo, come già anticipato, la tecnologia della trivellazione orizzontale controllata (T.O.C.) verrà utilizzata per far attraversare i cavi elettrici di connessione del campo fotovoltaico alla SSE utente in subalveo al fosso Rio S'Ispanarba, evitando così scavi a cielo aperto.

L'attraversamento avrà una lunghezza complessiva di circa 200 m e vedrà la posa di n.12 cavi elettrici all'interno di una tubazione in polietilene del De 400.

Verranno realizzati due scavi, il primo in prossimità della sponda di valle (nel verso di percorrenza dell'elettrodotto) che costituirà l'entry point ed il secondo (più prossimo alla cabina di smistamento) che costituirà l'exit point. All'interno di tali scavi confluiranno i fluidi di perforazione di ritorno iniettato all'interno del foro.

Tali scavi, detti anche "buche fanghi", sono denominati "entry pit" ed "exit pit" rispettivamente.

Si procederà, quindi, una volta posizionate tutte le apparecchiature necessarie alla corretta esecuzione dell'opera, alla realizzazione dei collegamenti propedeutici all'avvio delle attività.

In corrispondenza dell'entry point è prevista la realizzazione di un impianto di cantiere costituito da un RIG di perforazione avente forza di tiro di almeno 50 tons, cesti di contenimento delle aste

di perforazione, adeguati generatori di f.e.m., impianto per la produzione ed il trattamento dei fanghi bentonitici, baraccamenti ed uffici vari, mentre dal lato dell'exit point sarà necessario prevedere l'occupazione degli spazi necessari alla predisposizione del "sigaro" di tubazione di polietilene da 200 m da dover tirare all'interno del foro.

Per la definizione del profilo longitudinale delle condotte sono stati considerati i seguenti elementi:

- Sottopassare il fosso Rio S'Ispanarba alte riservandosi di lasciare un significativo margine di sicurezza al di sotto dell'alveo (almeno 1,5m);
- Attraversare, ove possibile, terreni a buona consistenza/addensamento evitando ghiaie e ciottoli in scarsa matrice fine oppure roccia intensamente fratturata;
- Garantire raggi di curvatura minimi in dipendenza dalla dimensione della tubazione, del materiale e delle caratteristiche geologico/geotecniche dei materiali attraversati;
- Garantire determinati angoli di ingresso e di uscita;

L'angolo di entrata della perforazione nel sottosuolo sarà di 12°, mentre l'angolo di uscita della perforazione sarà di 8° per consentire posizionamento e gestione della condotta in fase di varo (catenaria) semplici e comodi, utilizzando soltanto rulli di appoggio per lo scorrimento della condotta posti a piano campagna.