

01	Progetto Definitivo			13/07/2023		CSL-PRR	
Voltalia Italia S.r.l. Viale Montenero, 32 Milano (MI) - 20135 - Italia		Tel. +39 02 89095269 info.italia@voltalia.com www.voltalia.it					
DISEGNATO: CSL-PRR		CONTROLLATO: VCC					
SCALA:	DATA: 13/07/2023	FOGLIO: 001/038	FORMATO	A4	IL PRESENTE DOCUMENTO E' DI NOSTRA PROPRIETA' E NON PUO' ESSERE RIPRODOTTO O INVIATO SENZA LA NOSTRA AUTORIZZAZIONE.		01
PROGETTO:	COMUNE DI NARO (AG) Progetto definitivo di un impianto per la produzione di energia elettrica da fonte solare con potenza installata di 39,72 MW ed immessa in rete di 38 MW, da realizzarsi nel Comune di Naro (AG), Località Serra La Guardia snc.				Documento N. DEV-PLN-009-01-IT-S-GNG01-IT		
TITOLO:	RELAZIONE TECNICA						

Sommario

1.	GENERALITÀ	3
2.	SOGGETTO PROPONENTE	3
3.	MOTIVAZIONI DELL'INIZIATIVA.....	4
4.	SCELTA DEL SITO	5
5.	GENERALITA' SUL PROGETTO.....	5
5.1	INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLISTICA	8
6.	DATI TECNICI DEL PROGETTO	19
6.1	NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO	20
6.1.1	CRITERI DI PROGETTO E DOCUMENTAZIONE.....	20
6.1.2	SICUREZZA ELETTRICA.....	20
6.1.3	FOTOVOLTAICO.....	21
6.1.4	QUADRI ELETTRICI	22
6.1.5	RETE ELETTRICA ED ALLACCIAMENTI DEGLI IMPIANTI	22
6.1.6	CAVI, CAVIDOTTI ED ACCESSORI.....	22
6.1.7	CONVERSIONE DELLA POTENZA.....	24
6.1.8	SCARICHE ATMOSFERICHE E SOVRATENSIONI.....	24
6.1.9	DISPOSITIVI DI POTENZA	24
6.1.10	COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA.....	24
6.1.11	ENERGIA SOLARE.....	25
6.1.12	ALTRI DOCUMENTI	25
6.1.13	NORMATIVA NAZIONALE E NORMATIVA TECNICA – CAMPI ELETTROMAGNETICI.....	25
6.2	DEFINIZIONI.....	26
6.3	DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA	27
6.4	DESCRIZIONE DI PRINCIPALI COMPONENTI	29
6.4.1	MODULI FOTOVOLTAICI	29
6.4.2	TRACKER.....	30
6.4.3	GRUPPI DI CONVERSIONE	31
6.4.4	QUADRI BT	32
6.4.5	TRASFORMATORI	32
6.4.6	CAVI	33
6.4.7	DISPOSITIVI DI PROTEZIONE	33

6.4.8	DISPOSITIVO DEL GENERATORE DDG	33
6.4.9	DISPOSITIVO DI INTERFACCIA DDI	34
6.4.10	DISPOSITIVO GENERALE DG.....	34
6.4.11	QUADRI 36 kV	35
6.4.12	SICUREZZA ELETTRICA.....	36
6.4.13	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI.....	36
6.4.14	PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI	36
6.4.15	MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA.....	37

1. GENERALITÀ

La presente relazione tecnica viene redatta a corredo del progetto di un impianto fotovoltaico a terra da realizzare nel comune di Naro (AG), in C/da Serra La Guardia ed avente potenza installata di 39,72 MWp ed in immissione di 38 MW per la generazione di energia elettrica da fonte rinnovabile.

Per il suddetto progetto è stata attivata la Procedura di Valutazione di Impatto Ambientale per l'acquisizione del giudizio positivo di compatibilità ambientale di cui al titolo III parte seconda del D. Lgs 152/2006 e quindi dell'Autorizzazione Unica quale "Atto conclusivo a costruire ed esercire l'impianto" in forza della Legge n. 41 del 21 aprile 2023 di conversione del Decreto-legge 24 febbraio 2023 n. 13.

2. SOGGETTO PROPONENTE

Titolare dell'iniziativa è Voltalia Italia srl; fondata nel 2005, è una compagnia internazionale operante nel settore delle energie rinnovabili, quotata all'Euronext di Parigi dal 2014; essa è produttore di energia e fornitore di servizi nella produzione di energia rinnovabile da solare, eolico, idroelettrico e biomassa, combinando anche soluzioni di storage.

Come Gruppo Industriale integrato, Voltalia ha sviluppato un'importante esperienza attraverso la catena di valore di progetti ad energia rinnovabile: sviluppo e finanziamento di progetti, EPC e Operation & Maintenance.

Il Gruppo fornisce servizi ai clienti di tutto il mondo; nello specifico essa attualmente opera in diversi continenti (Europa, Africa e America), in 20 paesi, tra cui Italia dove oramai è presente da anni, ed ha più di 1500 dipendenti in tutto il mondo.

Inoltre, ha impianti operativi o in costruzione per più di 2,6 GW di energia da fonti rinnovabili.

Ha prodotto e venduto 3,7 TWh di energia pulita nel 2022 in tutto il mondo, utilizzando le proprie risorse. La società finora ha dato un positivo contributo agli SDGs (Obiettivi di sviluppo sostenibile), espandendo ogni anno la capacità di energie rinnovabili, costruendo nuovi impianti in siti isolati, con la riqualificazione delle risorse locali e processi di economia circolare, evitando che fossero emesse 1.436.000 tonnellate di CO2 nel solo 2022, equivalenti alla produzione di 46 milioni di smartphones, aumentando la consapevolezza sui cambiamenti climatici nei paesi in cui è presente, fornendo energia elettrica a 4,8 milioni di persone, riducendo l'esclusione dall'accesso di fornitura di energia sia economicamente sia socialmente.

Voltalia, con la sua capacità operativa ed il proprio portfolio di progetti in fase di sviluppo, rappresenta un diretto investitore reale che non attinge a finanziamenti pubblici, così da non gravare sulle casse della Comunità Europea nonché su quelle dello Stato.

Si ritiene pertanto che la compatibilità dell'intervento trovi il suo punto di forza proprio nel fatto che la realizzazione dell'impianto avviene realmente introducendo nell'economia regionale siciliana capitali privati e contestualmente creando occupazione, soprattutto a livello locale.

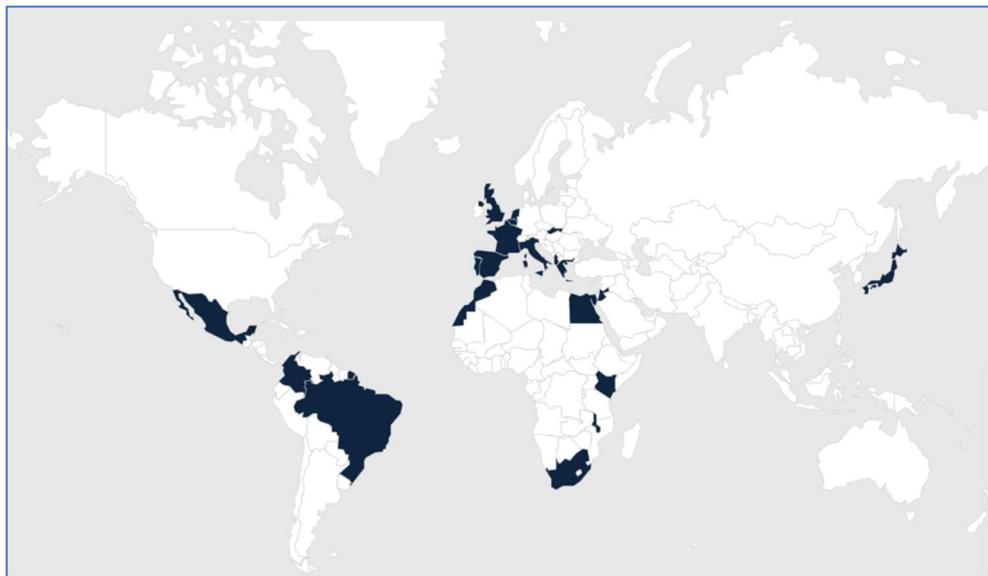


Fig. 01_Presenza di Voltalia nel mondo

3. MOTIVAZIONI DELL'INIZIATIVA

Purtroppo ancora oggi il problema delle emissioni di CO₂ e di altre sostanze inquinanti nell'atmosfera a causa dell'utilizzo delle fonti energetiche tradizionali, continua a destare preoccupazione a livello mondiale; il ricorso alle fonti rinnovabili rappresenta sicuramente un valido strumento per contrastare tale problema; fondamentale a tal riguardo è lo sfruttamento dell'energia solare sia per l'illimitata disponibilità della risorsa naturale che la genera sia per il suo modesto impatto ambientale, generalmente circoscritto al riciclaggio delle sole componenti tecnologiche.

Lo sviluppo del presente progetto s'inserisce perfettamente in quest'ottica; nel quadro delle iniziative energetiche a livello locale, nazionale e comunitario, esso potrà apportare un significativo contributo al raggiungimento degli obiettivi volti a promuovere l'utilizzo delle fonti rinnovabili e finalizzati a:

limitare le emissioni inquinanti ed a effetto serra (in termini di CO₂ equivalenti) in linea col protocollo di Kyoto e con le decisioni del Consiglio d'Europa;

rafforzare la sicurezza per l'approvvigionamento energetico, in accordo alla Strategia Comunitaria "Europa 2020" così come recepita dal Piano Energetico Nazionale (PEN);

promuovere le fonti energetiche rinnovabili in accordo con gli obiettivi della Strategia Energetica Nazionale, recentemente aggiornata nel novembre 2017;

al raggiungimento dell'obiettivo del Piano Energetico Ambientale della Regione Siciliana – PEARS 2030 di promuovere lo sviluppo energetico del territorio fino al raggiungimento dell'autonomia energetica.

Come vedremo meglio più avanti, l'iniziativa di Vitalia Italia srl è pienamente coerente con il quadro di pianificazione e programmazione territoriale in materia energetica; inoltre, il progetto per sua stessa natura è pienamente compatibile con il contesto territoriale di riferimento.

4. SCELTA DEL SITO

In fase progettuale, particolare attenzione è stata rivolta alla scelta del sito;

L'area oggetto d'intervento è classificata dal vigente strumento urbanistico del Comune di Naro (AG) come Zona "E". I fattori che hanno maggiormente influito sulla scelta del sito sono riconducibili a:

- buona accessibilità dell'area;
- presenza di elettrodotti idonei a ricevere l'energia prodotta;
- buon fattore di irraggiamento solare;
- assenza di vincoli rilevanti;
- ottima soluzione di connessione alla rete di Enel distribuzione.

5. GENERALITA' SUL PROGETTO

La società Vitalia Italia srl intende realizzare nel territorio amministrativo del comune di Naro, un impianto per la produzione di energia elettrica con tecnologia fotovoltaica, ad inclinazione variabile ed opere ad esso connesse. L'impianto fotovoltaico in questione ricade in C/da Serra La Guardia ed avrà una potenza complessiva installata di 39,72 MW; l'energia prodotta sarà totalmente immessa nella Rete di Trasmissione Nazionale (RTN). L'elettrodotto di connessione alla Rete Esistente interessa sempre il comune di Naro. Si riporta di seguito l'immagine satellitare con le aree d'installazione dell'impianto fotovoltaico.



Fig. 02 Area d'impianto su immagine satellitare

La quota media sul livello del mare è di circa 418 m. s.l.m.

Il baricentro dell'area è individuato approssimativamente alle seguenti coordinate:

LONGITUDINE EST	LATITUDINE NORD
13.844599°	37.277785°

Riportiamo a seguire un inquadramento generale del sito a livello regionale.



Fig. 03 Mappa della Sicilia con inquadramento generale del sito d'interesse

L'area di progetto interessa la Tavoleta I.G.M. n. 271 I NE in scala 1:25000 e le Sezioni n. 637110, 637100, 637090 della Carta Tecnica Regionale in scala 1:10.000.

Riportiamo a seguire uno stralcio della cartografia con l'ingombro dell'impianto.

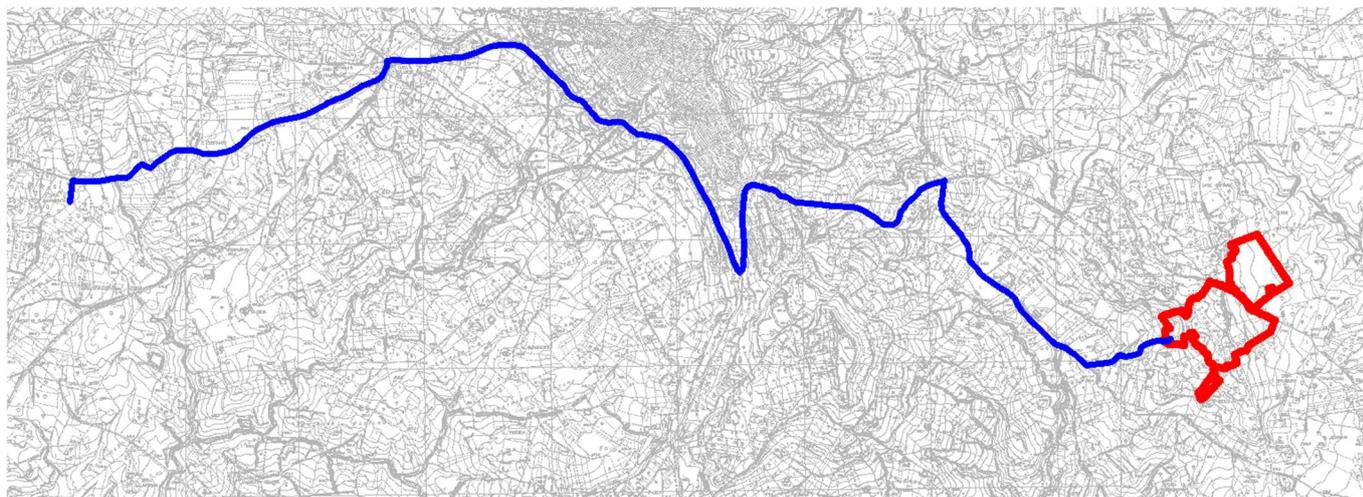


Fig. 04 Stralcio della Carta Tecnica Regionale con ingombro dell'impianto

Scendendo più nel dettaglio, occorre precisare che il sito fotovoltaico si compone di un unico campo fotovoltaico con una superficie captante complessiva di circa 186.583 m². Come si evince dalle Tavole catastali di progetto, i fondi interessati dalla realizzazione dell'impianto e delle opere ad esso connesse, nella disponibilità del proponente, ricadono all'interno dei fogli di mappa nn° 179, 180, 181 del Comune di Naro; si riporta di seguito

l'elenco delle particelle catastali interessate dall'installazione dell'impianto fotovoltaico:

Tab. 01 Elenco particelle interessate dal progetto

foglio	particella
180	186, 133, 203, 207, 122, 128, 130, 132, 115, 29, 131, 144, 143, 44, 5, 146, 7, 126, 11, 8, 4, 6, 10, 12, 21, 22, 25, 114, 124, 145, 208, 217, 249, 251, 253, 255, 260, 261, 281, 284, 286
179	57, 59, 56, 253, 54, 55, 58, 255, 60, 247
181	251, 256, 261, 264, 10, 176, 203, 252, 259, 262, 250, 260, 263, 12, 306

Come ben evidenziato sugli elaborati grafici di progetto, l'accesso al sito è possibile percorrendo la SPC 58 - ex consortile SP12 Naro Campobello che costeggia buona parte dello stesso.

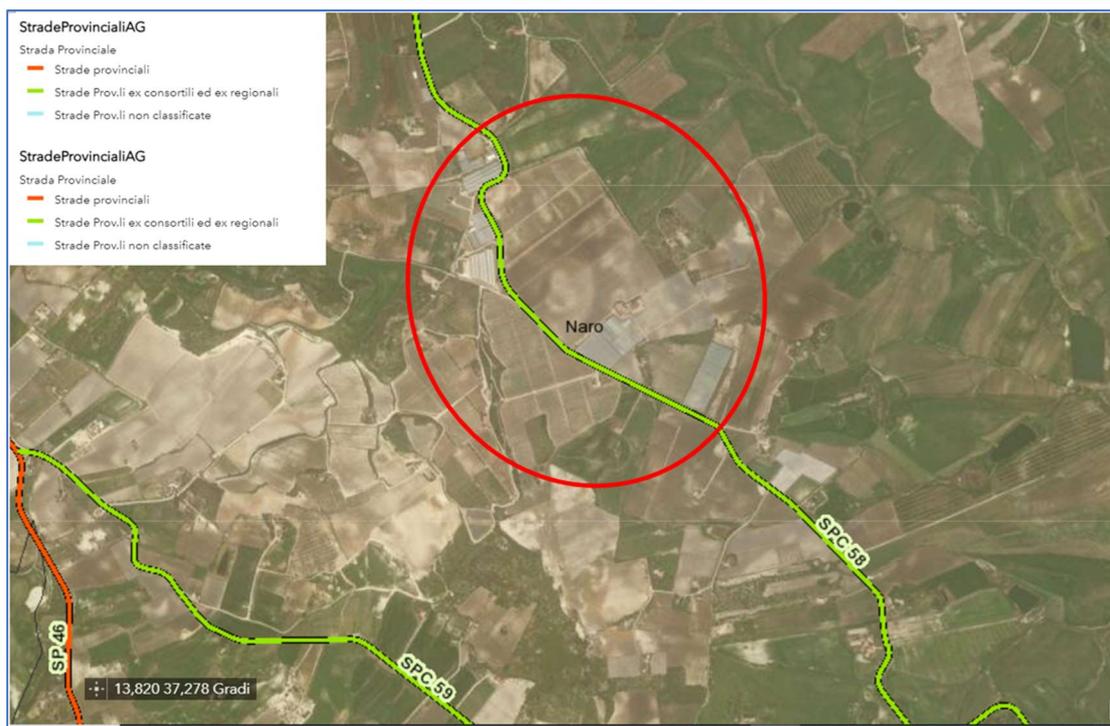


Fig. 05_Accesso al sito fotovoltaico

5.1 INQUADRAMENTO URBANISTICO E VINCOLISTICA

Il sito fotovoltaico in esame, secondo il Piano Regolatore Generale del 2002, vigente nel comune di Naro (AG), ricade in zona "E" "Le parti del territorio destinati agli usi agricoli", quindi compatibile con la sua installazione. Per quanto concerne la situazione

vincolistica, occorre precisare che la zona interessata dall'installazione dei moduli fotovoltaici, non è gravata da vincoli di tipo ambientale e/o paesaggistico; per quanto concerne l'elettrodotto di connessione alla rete, occorre precisare che alcune porzioni dello stesso, ricadono in area vincolata ai sensi del del D. L.g.s. 142/2004; tuttavia la posa dell'elettrodotto in queste aree è compatibile con i sopraccitati vincoli perché esso verrà posato a bordo di strada esistente senza arrecare danno alle aree tutelate, inoltre la scelta progettuale dell'interramento garantirà l'assenza d'intromissione visiva. Riportiamo a seguire uno stralcio della Carta dei Beni Paesaggistici, dei Regimi Normativi e Componenti del Paesaggio del Piano Paesaggistico della Regione Sicilia per l'area d'impianto.

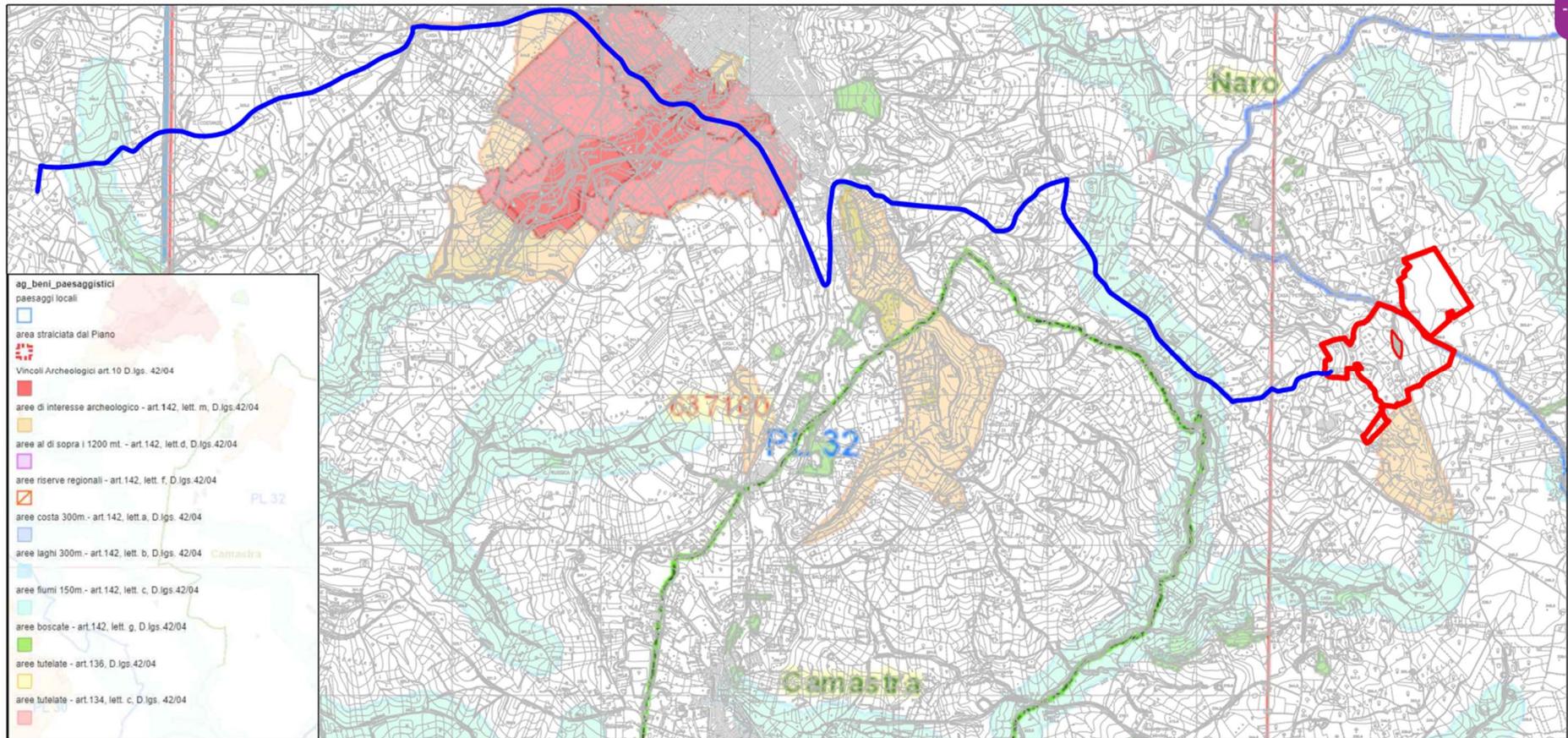


Fig. 06_Stralcio della carta dei beni paesaggistici

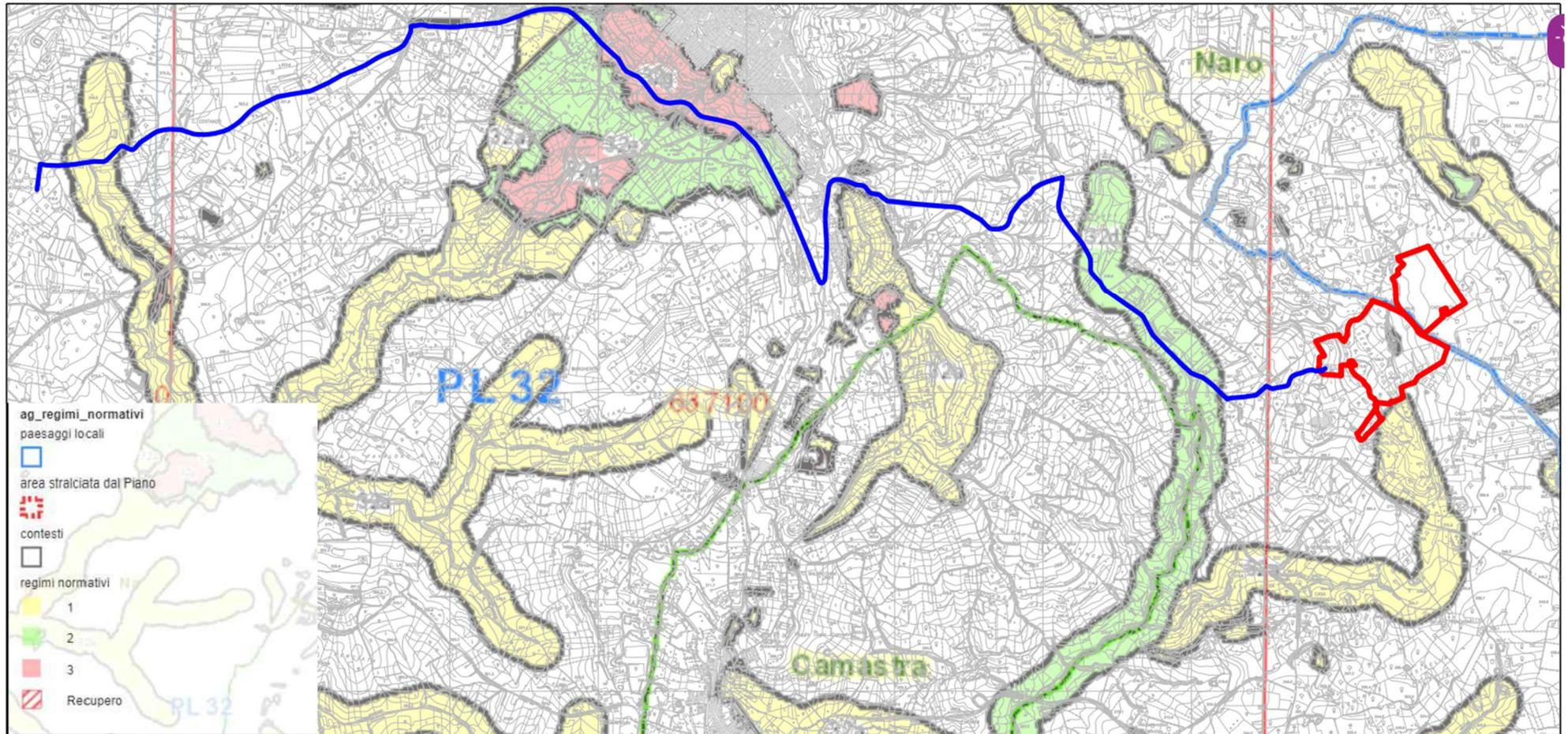


Fig.07_ Stralcio della carta dei Regimi Normativi

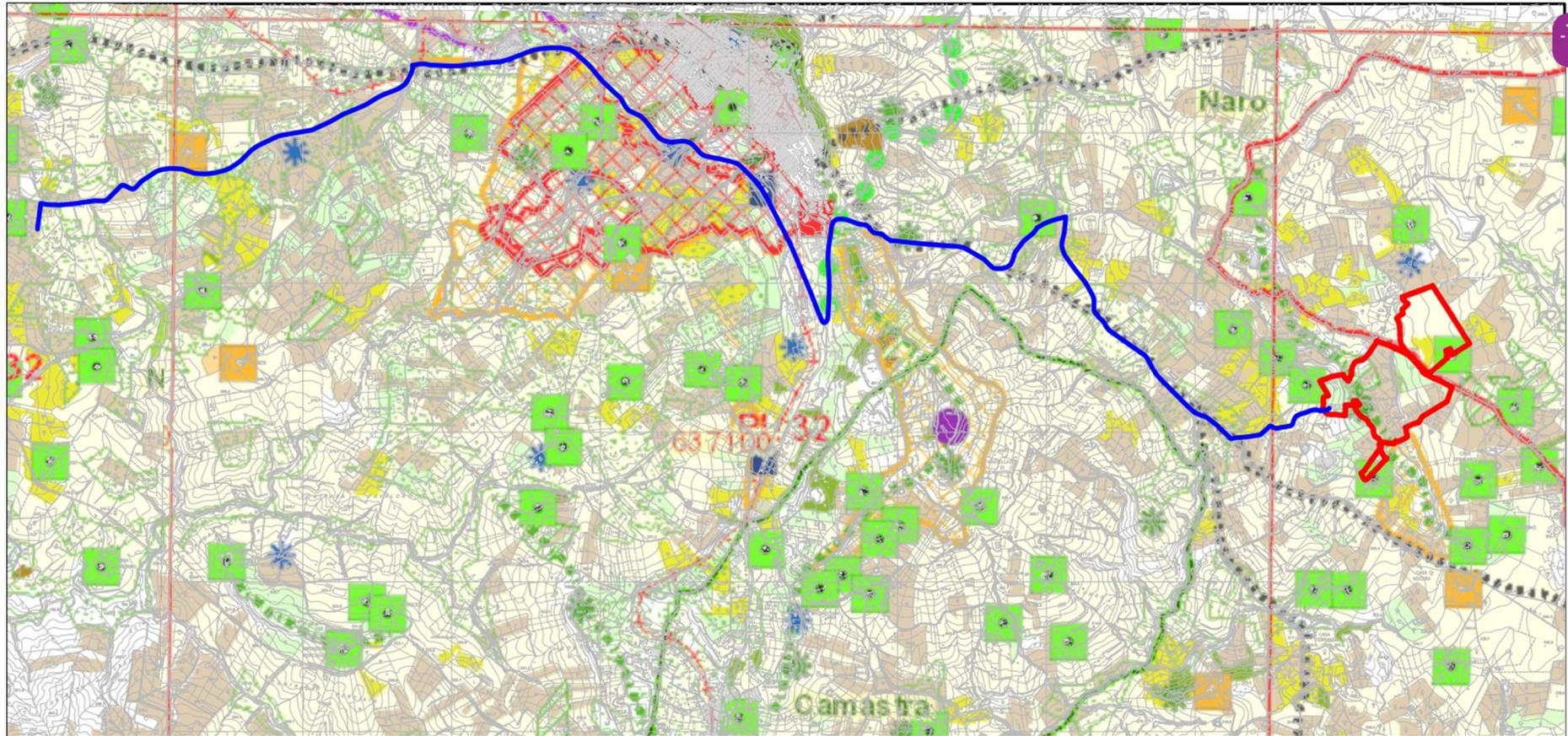


Fig.08_ Stralcio della Carta delle Componenti del paesaggio

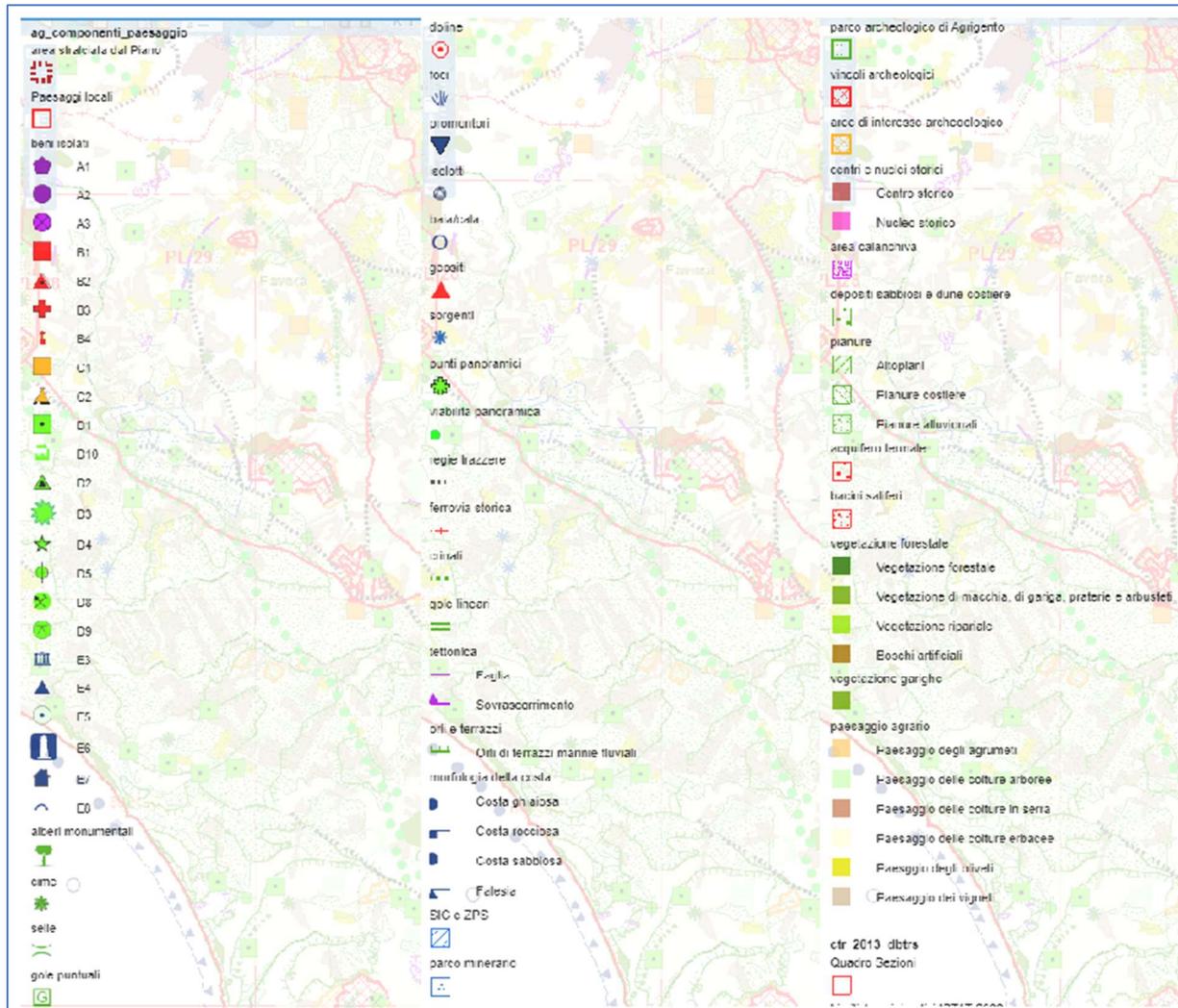


Fig.09_ Legenda della carta delle componenti del paesaggio

Inoltre, la zona interessata dal progetto non interferisce nemmeno con siti protetti (SIC, ZPS) individuati dalla Rete Natura 2000.

Inoltre, la zona interessata dal progetto non interferisce nemmeno con siti protetti (SIC, ZPS) individuati dalla Rete Natura 2000.

Per quanto concerne, le caratteristiche idrogeologiche del sito, abbiamo fatto riferimento al Piano di Bacino per l'Assetto Idrogeologico della Sicilia, redatto dall'Assessorato del Territorio e dell'Ambiente – Dipartimento dell'ambiente, Servizio III - Assetto del territorio e difesa del suolo. Il sito in esame ricade all'interno dei seguenti bacino idrografici:

- Fiume Imera Meridionale (072);
- F. Palma (70);
- F. Naro (68).

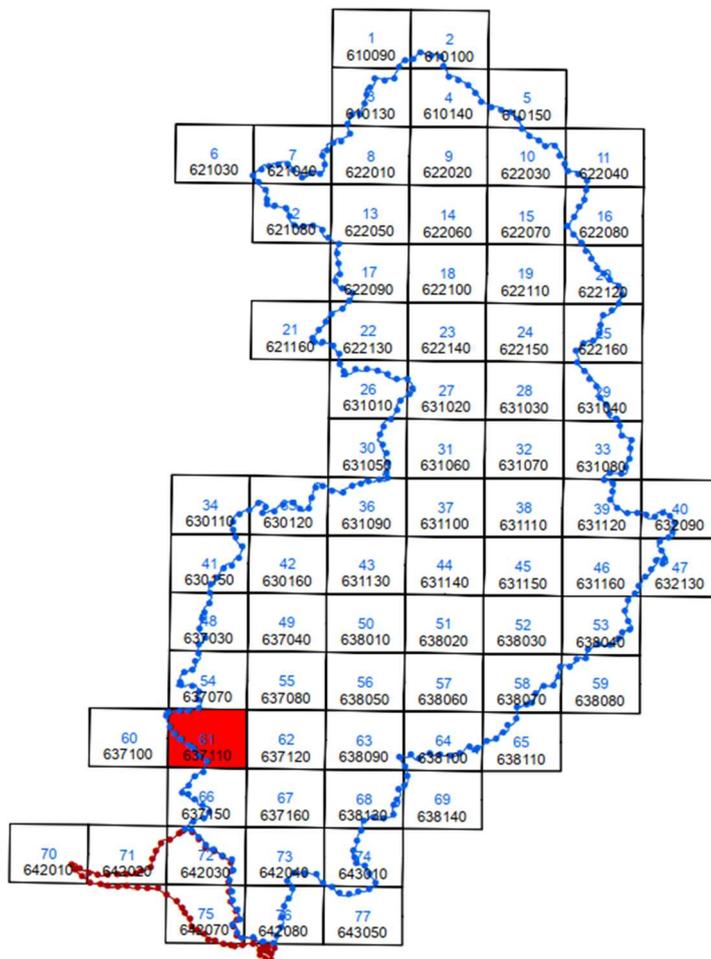


Fig.10_Quadro d'Unione relativo al Bacino Idrografico del fiume Imera Meridionale (072)

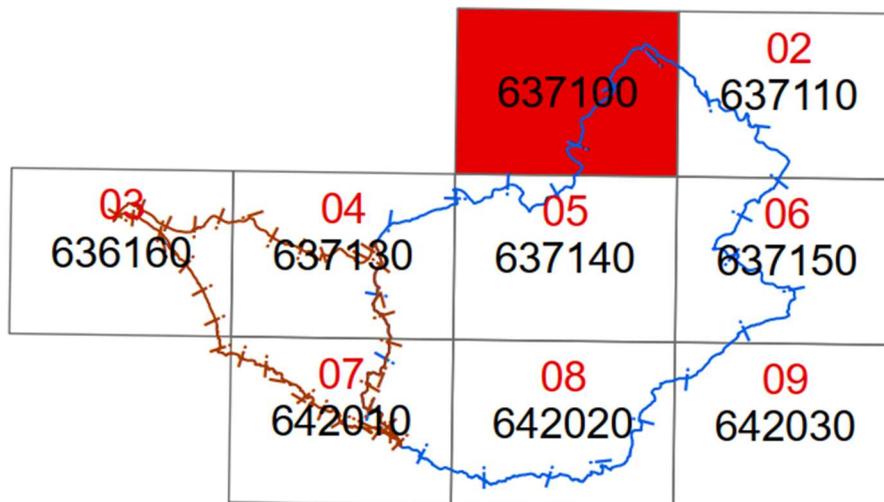


Fig.11_Quadro d'Unione relativo al Bacino Idrografico del fiume Palma (070)

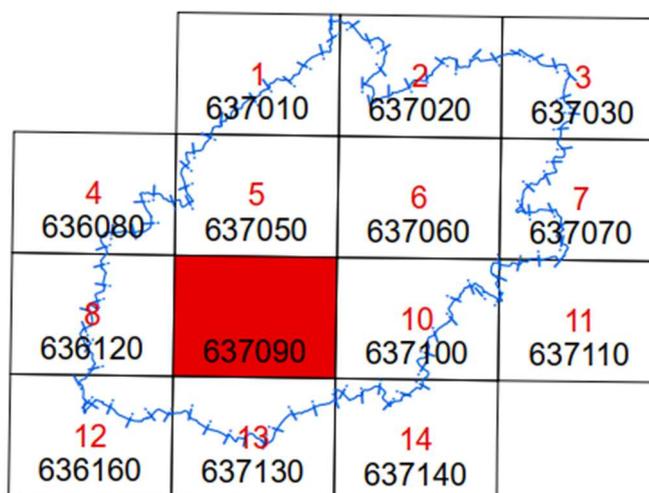


Fig.12_Quadro d'Unione relativo al Bacino Idrografico del fiume Naro (068)

Riportiamo a seguire le schede tecniche d'identificazione:

SCHEMA TECNICA DI IDENTIFICAZIONE DEL BACINO 072

Bacino idrografico principale	FIUME IMERA MERIDIONALE	Numero	072
Province	Agrigento, Caltanissetta, Enna, Palermo		
Versante	Meridionale		
Recapito del corso d'acqua	Mare Mediterraneo		
Lunghezza dell'asta principale	132 km		
Altitudine	massima	1912 m s.l.m.	
	minima	0 m s.l.m.	
	media	498 m s.l.m.	
Superficie totale del bacino imbrifero	2022,06 km ²		
Affluenti	Arenella, Braemi, Carusa, Furiana, Gibbesi, Mendola, Morello, Salso Superiore, Torcicoda.		
Serbatoi ricadenti nel bacino	Gibbesi, Morello, Olivo		
Utilizzazione prevalente del suolo	Seminativo (54,30%) e Legnose agrarie miste (10,26%)		
Territori comunali	Provincia di Agrigento	Canicatti, Campobello di Licata, Licata, Naro, Ravanusa.	
	Provincia di Caltanissetta	Butera, Caltanissetta, Delia, Mazzarino, Riesi, Resuttano, San Cataldo, Santa Caterina Villarmosa, Serradifalco, Sommatino	
	Provincia di Enna	Barrafranca, Calascibetta, Enna, Nicosia, Piazza Armerina, Pietraperzia, Villarosa.	
	Provincia di Palermo	Alimena, Blufi, Bompietro, Caltavuturo, Castellana Sicula, Gangi, Geraci Siculo, Petralia Soprana, Petralia Sottana, Polizzi Generosa.	
Centri abitati	Provincia di Agrigento	Campobello di Licata, Licata, Ravanusa.	
	Provincia di Caltanissetta	Caltanissetta, Delia, Mazzarino, Riesi, Resuttano, San Cataldo, Santa Caterina Villarmosa.	
	Provincia di Enna	Barrafranca, Calascibetta, Enna, Pietraperzia, Villarosa.	
	Provincia di Palermo	Alimena, Blufi, Bompietro, Castellana Sicula, Gangi, Petralia Soprana, Petralia Sottana.	

Fig.13_ Scheda di sintesi tecnica del bacino idrografico F. Imera Meridionale

Fonte: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/bac071-072.htm>

SCHEDA TECNICA DI IDENTIFICAZIONE

BACINO IDROGRAFICO PRINCIPALE	FIUME PALMA		Numero	070
PROVINCE	Agrigento			
VERSANTE	Meridionale			
Recapito del corso d'acqua	Mare Mediterraneo			
Lunghezza dell'asta principale	18 km			
Altitudine	massima	584 m s.l.m.		
	minima	0 m s.l.m.		
	media	260 m s.l.m.		
Superficie totale del bacino imbrifero	122,5 km ²			
Affluenti	Fiume di Camastra, V.ve Daino-Meli, V.ve Cipolla, V.ve Mintina, V.ve Caldara, V.ve Cignana, V.ve Ficamara			
Serbatoi ricadenti nel bacino				
Utilizzazione prevalente del suolo	Seminativo (60%) e Colture arboree (37%)			
Territori comunali	Provincia di Agrigento	Agrigento, Camastra, Campobello di Licata, Licata, Naro, Palma di Montechiaro		
Centri abitati	Provincia di Agrigento	Palma di Montechiaro		

Fig.14_ Scheda di sintesi tecnica del bacino idrografico F. Palma

Fonte: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/bac069-070-fpalma.htm>

SCHEDA TECNICA DI IDENTIFICAZIONE

Bacino idrografico principale	FIUME NARO		Numero	068
Province	Agrigento			
Versante	Meridionale			
Recapito del corso d'acqua	Mare Mediterraneo			
Lunghezza dell'asta principale	31 km			
Altitudine	massima	652 m s.l.m.		
	minima	0 m s.l.m.		
	media	349 m s.l.m.		
Superficie totale del bacino imbrifero	262,3 km ²			
Affluenti	Torrente Grancifone, Torrente Iacono, Fiume Burraito, Vallone Favara			
Serbatoi ricadenti nel bacino	San Giovanni, Furore.			
Utilizzazione prevalente del suolo	Vigneto (27,3%), Seminativo (24,8%), Mosaici colturali (21,3%).			
Territori comunali	Provincia di Agrigento	Agrigento, Camastra, Canicatti, Castrofiliippo, Favara, Naro, Racalmuto.		
Centri abitati	Provincia di Agrigento	Camastra, Canicatti, Castrofiliippo, Favara, Naro.		

Fig.15_ Scheda di sintesi tecnica del bacino idrografico F. Naro

Fonte: <https://www.sitr.regione.sicilia.it/pai/bac068-naro.htm>

Il sito fotovoltaico ricade in parte all'interno del bacino idrografico del Imera Meridionale ed in parte all'interno del fiume Palma; l'elettrodotto interrato ricade parzialmente all'interno del Bacino Idrografico del fiume Palma ed in parte all'interno del Fiume Naro.

Il bacino dell'Imera Meridionale, per effetto della sua notevole estensione, è caratterizzato da un assetto morfologico variabile. L'andamento altimetrico del territorio risulta piuttosto regolare con progressiva diminuzione delle quote procedendo da Nord verso Sud e cioè dalle falde del gruppo montuoso delle Madonie verso la fascia costiera. L'altitudine media comprende quote tra i 400 e gli 800 metri che definiscono un ambiente collinare, caratterizzato da forme dolci e mammellonari in corrispondenza di terreni plastici e da caratteri più marcati ed acclivi laddove affiorano depositi di natura lapidea; inoltre, laddove piastroni di natura sabbioso-calcarenitica sovrastano i sottostanti depositi argillosi, si riscontrano caratteristiche forme tabulari, interessate da frequenti incisioni vallive.

L'area territoriale è caratterizzata da un assetto morfologico prevalentemente di tipo collinare, in cui è possibile distinguere delle zone differenti.

Per quanto concerne invece il bacino idrografico del Fiume Palma, si precisa quanto segue:

Al suo interno, l'assetto morfologico è prevalentemente di tipo collinare, con modesti rilievi rocciosi emergenti da estesi affioramenti argillosi.

Il Fiume Palma nasce in corrispondenza dell'area a NW del centro abitato di Camastra, in Contrada Baiarda, e si snoda lungo un percorso lungo circa 18 km sfociando nel Mar Mediterraneo in località Marina di Palma, nel territorio comunale di Palma di Montechiaro.

Il reticolo idrografico presenta un pattern prevalente di tipo dendritico, con le maggiori diramazioni sviluppate in corrispondenza degli affioramenti plastici (argille e marne).

In linea generale, nella porzione settentrionale del bacino emergono modesti rilievi di natura prevalentemente calcarenitica, mentre nella zona meridionale la morfologia diventa decisamente più aspra con strette dorsali e creste rocciose calcaree e gessose collinari orientate in direzione prevalente NW-SE a seguito di un forte condizionamento tettonico.

Anche il bacino del fiume Naro ha un assetto morfologico di tipo collinare con modesti rilievi rocciosi emergenti da estesi affioramenti argillosi.

Il Fiume Naro nasce in corrispondenza dell'area occupata in parte dal centro abitato di Canicattì, nel settore nord-orientale del bacino, si snoda lungo un percorso lungo circa 31 km sfociando nel Mar Mediterraneo in località Cannatello, nel territorio comunale di Agrigento.

Il reticolo idrografico presenta un pattern prevalente di tipo dendritico, con le maggiori diramazioni sviluppate in corrispondenza degli affioramenti plastici (argille e marne).

In linea generale, nella porzione settentrionale del bacino emergono diverse dorsali collinari orientate in direzione prevalente NW-SE a seguito di un forte condizionamento tettonico, intervallate da numerose aree sub-pianeggianti, sedi di depositi lacustri e palustri. Verso Sud, dove diventano prevalenti gli affioramenti argillosi e arenitici, le quote degradano decisamente sino a convergere nella piana alluvionale di fondovalle, in prossimità del settore di foce.

6. DATI TECNICI DEL PROGETTO

L'impianto funzionerà in parallelo alla rete di trasmissione nazionale con un valore di tensione pari a 36 kV, tramite una SE 220/36 kV, cedendo totalmente l'energia elettrica alla rete e sarà collegato in entra – esce sulla linea RTN a 220 kV Favara / Chiaramonte Gulfi.

	<p>Codice Pratica: 202202749 – Comune di NARO (AG) – Preventivo di connessione</p> <p>Richiesta di connessione alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) per un impianto di generazione da fonte rinnovabile (fotovoltaica) con potenza nominale pari a 40 MW e potenza in immissione pari a 38 MW.</p>
<p>La Soluzione Tecnica Minima Generale per Voi elaborata prevede che la Vs. centrale venga collegata in antenna a 36 kV con la sezione 36 kV di una futura Stazione Elettrica (SE) a 220/36 kV della RTN da inserire in entra – esce alla linea su entrambe le terne della linea RTN a 220 kV “Favara – Chiaramonte Gulfi”.</p> <p>Ai sensi dell’art. 21 dell’allegato A alla deliberazione Arg/elt/99/08 e s.m.i. dell’Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente, Vi comuniciamo che il nuovo elettrodotto in antenna a 36 kV per il collegamento della Vs. centrale sulla Stazione Elettrica della RTN costituisce impianto di utenza per la connessione, mentre lo stallo arrivo produttore a 36 kV nella suddetta stazione costituisce impianto di rete per la connessione.</p>	

Fig.16_ Stralcio della STMG

Per ulteriori dettagli vedere file “Relazione opere di connessione”.

6.1 [NORMATIVA E LEGGI DI RIFERIMENTO](#)

6.1.1 [CRITERI DI PROGETTO E DOCUMENTAZIONE](#)

- CEI 0-2: “Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici”;
- CEI EN 60445: “Principi base e di sicurezza per l’interfaccia uomo-macchina, marcatura e identificazione – Identificazione dei morsetti degli apparecchi e delle estremità di conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico”.

6.1.2 [SICUREZZA ELETTRICA](#)

- CEI 0-16: “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT e MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
- CEI 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”.
- CEI 64-12: “Guida per l’esecuzione dell’impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario”.
- CEI 64-14: “Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori”.
- IEC TS 60479-1 CORR 1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects.
- CEI EN 60529 (70-1): “Gradi di protezione degli involucri (codice IP)”.

- CEI 64-57: “Edilizia ad uso residenziale e terziario Guida per l'integrazione degli impianti elettrici utilizzatori e per la predisposizione di impianti ausiliari, telefonici e di trasmissione dati negli edifici Impianti di piccola produzione distribuita”.
- CEI EN 61140: "Protezione contro i contatti elettrici - Aspetti comuni per gli impianti e le apparecchiature".

6.1.3 FOTOVOLTAICO

- CEI EN 60891 (82-5) “Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento”.
- CEI EN 60904-1 (82-1) “Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione”.
- CEI EN 60904-2 (82-1) “Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento”.
- CEI EN 60904-3 (82-3) “Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento”.
- CEI EN 61173 (82-4) “Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida”.
- CEI EN 61215 (82-8) “Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo”.
- CEI EN 61277 (82-17) “Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida”.
- CEI EN 61345 (82-14) “Prova all’UV dei moduli fotovoltaici (FV)”.
- CEI EN 61701 (82-18) “Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)”.
- CEI EN 61724 (82-15) “Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l’analisi dei dati”.
- CEI EN 61727 (82-9) “Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell’interfaccia di raccordo alla rete”.
- CEI EN 61730-1 (82-27) “Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 1: Prescrizioni per la costruzione”.
- CEI EN 61730-2 “Qualificazione per la sicurezza dei moduli fotovoltaici (FV) Parte 2: Prescrizioni per le prove”.
- CEI EN 61829 (82-16) “Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V”.
- CEI EN 62093 (82-24) “Componenti di sistema fotovoltaici – moduli esclusi (BOS) – Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali”.

6.1.4 QUADRI ELETTRICI

- CEI EN 60439-1 (17-13/1) “Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)”.
- CEI EN 60439-3 (17-13/3) “Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD”.
- CEI 23-51 “Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare”.
- CEI EN 62271-200 “Apparecchiature ad alta tensione – per tensioni da 1 a 52 kV”

6.1.5 RETE ELETTRICA ED ALLACCIAMENTI DEGLI IMPIANTI

- CEI 0-16 ed. II “Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica”.
- CEI EN 61936-1 (99-2) “Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata”.
- CEI 11-17 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica – Linee in cavo”.
- CEI EN 50110-1 (11-48) “Esercizio degli impianti elettrici”.
- CEI EN 50160 (8-9) “Caratteristica della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione dell’energia elettrica (2011)”.

6.1.6 CAVI, CAVIDOTTI ED ACCESSORI

- CEI 20-19/1 “Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 1: Prescrizioni generali”.
- CEI 20-19/4 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 4: Cavi flessibili”.
- CEI 20-19/10 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina in poliuretano”.
- CEI 20-19/11 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA”.
- CEI 20-19/12 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore”.

- CEI 20-19/13 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi”.
- CEI 20-19/14 “Cavi isolati con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità”.
- CEI 20-19/16 “Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 16: Cavi resistenti all’acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente”.
- CEI 20-20/1 “Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali”.
- CEI 20-20/3 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa”.
- CEI 20-20/4 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa”.
- CEI 20-20/5 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 5: Cavi flessibili”.
- CEI 20-20/9 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura”.
- CEI 20-20/12 “Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore”.
- CEI 20-20/14 “Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni”.
- CEI-UNEL 35024-1 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua Portate di corrente in regime permanente per posa in aria. FASC. 3516”.
- CEI-UNEL 35026 “Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa interrata. FASC. 5777”.
- CEI 20-40 “Guida per l’uso di cavi a bassa tensione”.
- CEI 20-67 “Guida per l’uso dei cavi 0,6/1kV”.
- CEI EN 61386 “Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche.
- CEI EN 60423 (23-26) “Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori”.

6.1.7 CONVERSIONE DELLA POTENZA

- CEI 22-2 “Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione”.
- CEI EN 60146-1-1 (22-7) “Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali”.
- CEI EN 60146-1-3 (22-8) “Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori”.

6.1.8 SCARICHE ATMOSFERICHE E SOVRATENSIONI

- CEI 81-3 “Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni d’Italia, in ordine alfabetico”.
- CEI 62305-2 “Protezione delle strutture contro i fulmini – Valutazione del rischio dovuto al fulmine”;
- CEI 62305 “Protezione contro i fulmini”.
- CEI EN 62561-1 (81-24) “Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione”.
- CEI EN 61643-11 (37-8) “Limitatori di sovratensione di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensione connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove”.
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10) “Protezione contro i fulmini – Principi generali”.
- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10) “Protezione contro i fulmini – Analisi del rischio”.
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10) “Protezione contro i fulmini – Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone”.
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10) “Protezione contro i fulmini – Impianto elettrici ed elettronici nelle strutture”.

6.1.9 DISPOSITIVI DI POTENZA

- CEI EN 60898-1 (23-3/1) “Interruttori automatici per la protezione dalle sovracorrenti per impianti domestici e similari – Parte 1: interruttori automatici per funzionamento in corrente alternata”.
- CEI EN 60947-4-1 (121-12) “Apparecchiature di bassa tensione – Parte 4-1: Contattori ed avviatori – Contattori e avviatori elettromeccanici”.

6.1.10 COMPATIBILITÀ ELETTROMAGNETICA

- CEI EN 61000-6-3 (210-65) “Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull’emissione Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell’industria leggera”.
- CEI EN 61000-6-1 (210-64) “Compatibilità elettromagnetica – Norma generica sull’immunità – Parte 1: Ambienti residenziali, commerciali e dell’industria leggera”.

- CEI EN 61000-2-2 (110-10) “Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 2-2: Ambiente – Livelli di compatibilità per i disturbi condotti in bassa frequenza e la trasmissione dei segnali sulle reti pubbliche di alimentazione a bassa tensione”.
- CEI EN 61000-3-2 (110-31) “Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3-2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso ≤ 16 A per fase)”.
- CEI EN 61000-3-3 (110-28) “Compatibilità elettromagnetica (EMC) – Parte 3: Limiti – sezione 3: Limitazione delle fluttuazioni di tensione e del flicker in sistemi di alimentazione in bassa tensione per apparecchiature con corrente nominale ≤ 16 A”.

6.1.11 ENERGIA SOLARE

- UNI 8477 “Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – Valutazione dell’energia raggiante ricevuta”.
- UNI EN ISO 9488 “Energia solare – Vocabolario”.
- UNI 10349 “Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici”.

6.1.12 ALTRI DOCUMENTI

- UNI/ISO e CNR UNI 10011 “Costruzioni in acciaio. Istruzioni per il calcolo, l’esecuzione, il collaudo e la manutenzione (Per la parte meccanica di ancoraggio dei moduli)”.

6.1.13 NORMATIVA NAZIONALE E NORMATIVA TECNICA – CAMPI ELETTROMAGNETICI

- Decreto del 29.05.08 “Approvazione delle procedure di misura e valutazione dell’induzione magnetica”.
- DM del 29.5.2008 “Approvazione della metodologia di calcolo delle fasce di rispetto per gli elettrodotti”.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 08/07/2003 “Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni a campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti”, G.U. 28 agosto 2003, n. 200.
- Legge quadro 22/02/2001, n. 36 “Legge quadro sulla protezione dalle esposizioni a campi elettrici, magnetici ed elettromagnetici”, G.U. 7 marzo 2001, n.55.
- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 28/09/1995 “Norme tecniche procedurali di attuazione del D.P.C.M. 23/04/92 relativamente agli elettrodotti”, G.U. 4 ottobre 1995, n. 232 (abrogato da luglio 2003).

- Decreto del Presidente del Consiglio dei Ministri 23/04/1992 “Limiti massimi di esposizione ai campi elettrico e magnetico generati alla frequenza industriale nominale (50 Hz) negli ambienti abitativi e nell’ambiente esterno”, G.U. 6 maggio 1992, n. 104 (abrogato dal luglio 2003).
- Decreto Interministeriale 16 gennaio 1991, “Aggiornamento delle norme tecniche per la disciplina della costruzione e dell’esercizio di linee aeree esterne” (G.U. Serie Generale del 16/01/1991 n.40)
- Decreto interministeriale 21 marzo 1988, n. 449, “Approvazione nelle norme tecniche per la progettazione, l’esecuzione e l’esercizio delle linee elettriche aeree esterne”.
- CEI 106-12 2006-05 “Guida pratica ai metodi e criteri di riduzione dei campi magnetici prodotti dalle cabine elettriche MT/BT”.
- CEI 106-11 2006-02 “Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del DPCM 8/07/2003 (art.6) - Parte I: Linee elettriche aeree in cavo”
- CEI 11-17 1997-07 “Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo.
- CEI 211-6 2001-01 “Guida per la misura e per la valutazione dei campi elettrici e magnetici nell’intervallo di frequenza 0 Hz - 10 kHz, con riferimento all’esposizione umana”.
- CEI 211-4 1996-12 “Guida ai metodi di calcolo dei campi elettrici e magnetici generati da linee elettriche”.
- CEI 11-60 2000-07 “Portata al limite termico delle linee aeree esterne”.

6.2 DEFINIZIONI

- Impianto (o Sistema) fotovoltaico Impianto di produzione di energia elettrica, mediante l’effetto fotovoltaico; esso è composto dall’insieme di moduli fotovoltaici (Campo fotovoltaico) e dagli altri componenti (BOS), tali da consentire di produrre energia elettrica e fornirla alle utenze elettriche e/o di immetterla nella rete del distributore;
- Potenza nominale (o massima, o di picco, o di targa) di un modulo fotovoltaico: potenza elettrica (espressa in Wp) del modulo, misurata in Condizioni di Prova Standard (STC);
- Energia elettrica prodotta da un impianto fotovoltaico l’energia elettrica (espressa in kWh) misurata all’uscita dal gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, resa disponibile alle utenze elettriche e/o immessa nella rete del distributore;
- Condizioni nominali: condizioni di prova dei moduli fotovoltaici, piani o a concentrazione solare, nelle quali sono rilevate le prestazioni dei moduli stessi, secondo protocolli definiti dalle pertinenti norme CEI (Comitato elettrotecnico italiano) e indicati nella Guida CEI 82- 25 e successivi aggiornamenti;
- Punto di connessione: punto della rete elettrica, come definito dalla deliberazione dell’Autorità per l’energia elettrica e il gas ARG/elt 99/08 e sue successive modifiche e integrazioni.

6.3 DIMENSIONAMENTO DEL SISTEMA

Si tratta di un impianto di produzione di energia elettrica da fonte solare fotovoltaica dove sono previsti l'utilizzo di inverter centralizzati del tipo SMA modello MVPS 4600-S2 con potenza massima in uscita nominale AC di 4.000 kVA con livello di tensione pari a 35 kV. Per la realizzazione dei generatori fotovoltaici, si è scelto di utilizzare moduli fotovoltaici del tipo JASolar modello JAM72S30-550/MR con potenza nominale di 550 Wp formato da 144 celle fotovoltaiche in silicio monocristallino, i quali, tra le tecnologie attualmente disponibili in commercio, presentano rendimenti di conversione più elevati.

L'impianto fotovoltaico sarà realizzato con componenti che assicurano l'osservanza delle due seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0,85 \cdot P_{nom} \times (I / I_{stc})$$

$$P_{ca} > 0,9 \cdot P_{cc}$$

dove:

- P_{cc} è la potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico, con precisione migliore del $\pm 2\%$;
- P_{nom} è la potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- I è l'irraggiamento in W/mq misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del $\pm 3\%$;
- $I_{stc} = 1.000$ W/mq, è l'irraggiamento in condizioni di prova standard;
- P_{ca} è la potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del $\pm 2\%$.

Al fine del rispetto delle condizioni sopra descritte l'impianto fotovoltaico oggetto della presente relazione sarà realizzato utilizzando moduli fotovoltaici ad elevate prestazioni e gruppi di conversione della corrente continua in alternata ad elevata efficienza.

Al termine dei lavori saranno effettuate tutte le verifiche tecnico-funzionali, in particolare:

- Esame a vista per accertare la rispondenza dell'opera e dei componenti alle prescrizioni tecniche e di installazione previste dal progetto definitivo;
- Verifica delle stringhe fotovoltaiche;
- Misura dell'uniformità della tensione a vuoto;
- Misura dell'uniformità della corrente di cortocircuito;
- Misura della resistenza di isolamento dei circuiti tra le due polarità lato Corrente continua e terra e lato alternata tra conduttori e terra;
- Verifica del grado di protezione dei componenti installati;
- Verifica della continuità elettrica del circuito di messa a terra e scaricatori;

- Verifica e controllo tramite battitura dei cavi di collegamento del circuito elettrico di tutto il sistema;
- Isolamento dei circuiti elettrici e delle masse;
- Corretto funzionamento dell'impianto fotovoltaico nelle diverse condizioni di potenza generata e nelle varie modalità previste dai gruppi di conversione (accensione, spegnimento, mancanza rete).

L'impianto oggetto della presente relazione tecnica avrà una potenza nominale di 39.725,40 kWp intesa come somma delle potenze nominali dei singoli moduli fotovoltaici scelti per realizzare i generatori fotovoltaici. Il dimensionamento del generatore fotovoltaico è stato eseguito tenendo conto della superficie utile disponibile, dei distanziamenti da mantenere tra filari di moduli per evitare fenomeni di auto-ombreggiamento e degli spazi necessari per l'installazione dei locali di conversione e trasformazione, di consegna e ricezione.

L'impianto sarà suddiviso in 3 sottocampi per ognuno dei quali si dovrà realizzare un locale di parallelo nel quale saranno installati dei trasformatori elevatori 35/36 kV, i quadri elettrici di bassa tensione, i dispositivi di protezione dei montanti di media tensione dei trasformatori, un interruttore generale da 36 kV e l'alimentazione dei dispositivi ausiliari.

Definito il layout dell'impianto (soluzione con inverter di stringa) il numero di moduli della stringa e il numero di stringhe da collegare ai singoli MPPT degli inverter, sono stati determinati coordinando opportunamente le caratteristiche dei moduli fotovoltaici con quelle degli inverter scelti, rispettando le seguenti 4 condizioni:

- la massima tensione del generatore fotovoltaico deve essere inferiore alla massima tensione di ingresso dell'inverter;
- la massima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
- la minima tensione nel punto di massima potenza del generatore fotovoltaico non deve essere inferiore alla minima tensione del sistema MPPT dell'inverter;
- la massima corrente del generatore fotovoltaico non deve essere superiore alla massima corrente in ingresso all'inverter.

L'impianto fotovoltaico è composto da 3 sottocampi così composti:

Sottocampo	N. moduli 550 Wp	N. di stringhe da 26 moduli	N. Inverter	Potenza CC	Potenza CA
A	21.684	834	3	11,926 MWp	12 MVA
B	21.684	834	3	11,926 MWp	12 MVA
C	28.860	1.110	4	15,873 MWp	16 MVA
TOTALE	12.324	474	10	39,725 MWp	40 MVA

Di seguito una sintesi dei dati dell'impianto:

- N. 72.228 moduli fotovoltaici monocristallini del tipo JASolar da 550 Wp da 144 celle, saranno suddivisi elettricamente in n. 2778 stringhe da n. 26 moduli ciascuna;
- Le stringhe, suddivise per ogni inverter, saranno collegate direttamente agli inverter centralizzati, posti all'interno del campo fotovoltaico;
- All'interno dei n.10 container saranno collocati i n. 10 dispositivi di protezione di generatore DDG (uno per ogni inverter);
- Gli inverter di ogni sottocampo collegati tra di loro in parallelo in corrente alternata a 35 kV e successivamente a 3 trasformatori 35/36 kV, connessi in uscita ad un interruttore automatico a 36 kV dotato di dispositivi di protezione di linea;
- Ogni locale tecnico sarà predisposta con un quadro MT comprensivo di interruttore automatico in SF6 sull'uscita per permettere il collegamento in antenna alla cabina di consegna posta all'interno dell'impianto fotovoltaico.

Il collegamento delle sezioni con la cabina di consegna avviene tramite n.3 collegamenti mediante cavi schermati in MT 24/45 kV, interrati, di opportuna sezione in modo da minimizzare le perdite di produzione. All'interno di suddetto locale è previsto un quadro MT, dotato di Dispositivo Generale di protezione linea, per ognuno dei quattro sottocampi.

6.4 DESCRIZIONE DI PRINCIPALI COMPONENTI

6.4.1 MODULI FOTOVOLTAICI

Il modulo fotovoltaico scelto per la realizzazione dell'impianto è di marca JASolar modello JAM72S30-550 MR, in silicio monocristallino con cornice della potenza di picco di 550 Wp e delle dimensioni pari a 2278x1134x35 mm.

Elettricamente le stringhe sono costituite da 26 moduli connessi in serie in modo da non superare una tensione a vuoto di 1.500 Vcc anche in condizioni di basse temperature.

La scatola di giunzione (con grado di protezione IP68) contiene diodi di by-pass per garantire la protezione delle celle dal fenomeno di hot-spot. I moduli sono prodotti con certificazione di qualità ISO 9001; il processo di produzione garantisce alle celle fotovoltaiche protezione adeguata in tutte le condizioni di lavoro anche in condizioni ambientali e di inquinamento difficili.

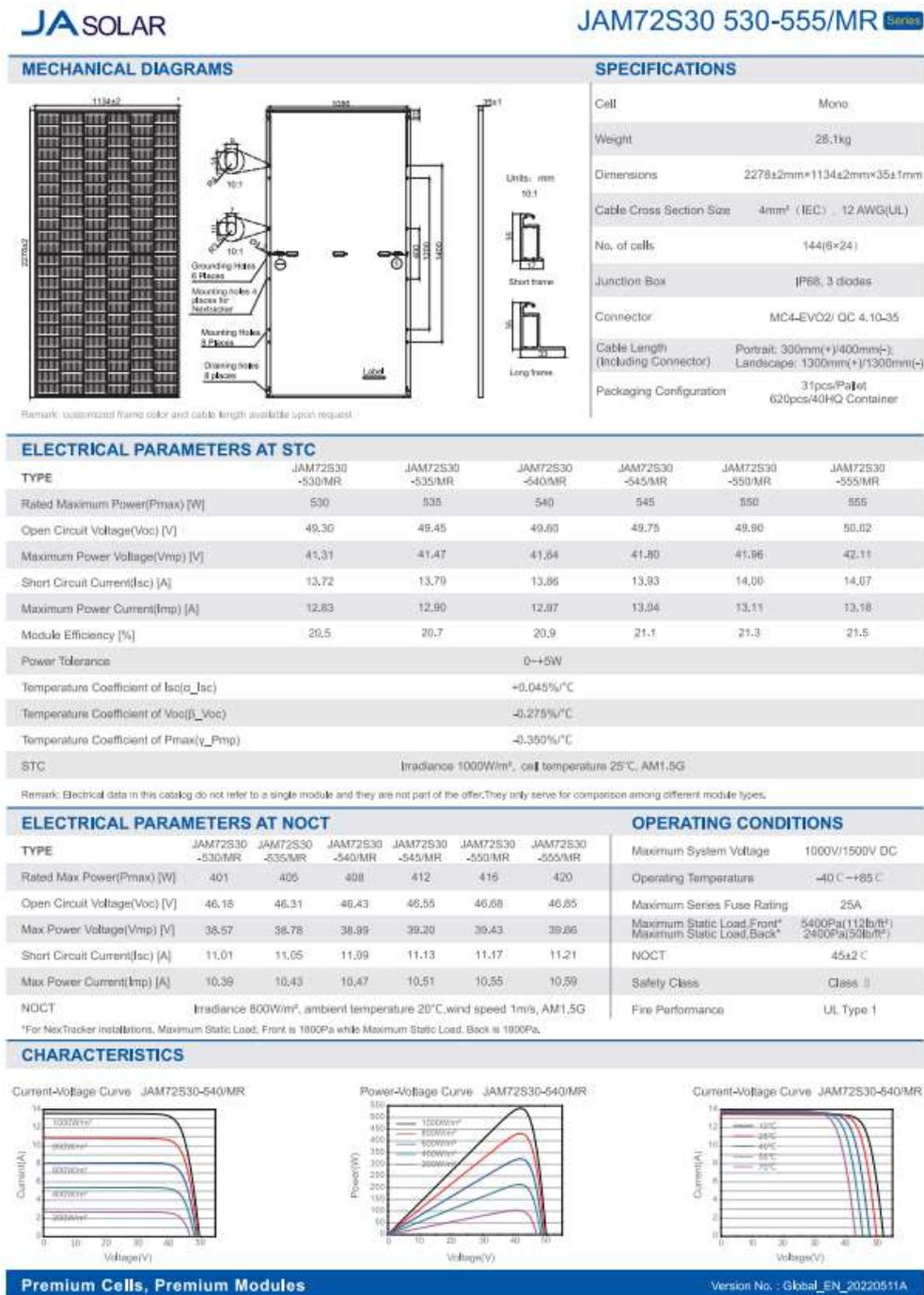


Fig.17 _ Stralcio della Scheda tecnica del modulo

6.4.2 TRACKER

I moduli sono montati sul terreno su 2778 tracker monoassiali N-S con un angolo di rotazione pari a 50°, dotate inoltre di tecnologia di backtracking. La distanza E-O tra i tracker è posta pari a 4,50 metri, al fine di ottimizzare la resa fotovoltaica.

TECHNICAL SPECIFICATIONS

GENERAL FEATURES

Solar tracker type	Horizontal Single-Axis with two rows
Tracking range	±60° (120°)
Driver	Cardan joined slewing drive
Configuration	One module in portrait (1P) up to 2 strings per row (1500 V string)
Solar module supported	Framed
Foundation options	Direct ramming, Pre-drilling + ramming, Micropile and P+C piles
Pile section	W, compatible with IPE, IPEA, HEA and HEB ^{®1}
Modules attachment	Bolts, Rivets, Clamps (frameless)
Piles per MW (550Wp module)	~273 piles/MW ^{®2} (60 modules per row)
(670 Wp module)	~248 piles/MW ^{®2} (54 modules per row)
Terrain adaptability	20% N-S, 10% E-W ^{®3}
Wind and snow loads tolerance	Tailored to site requirement
Rear shading factor	1.27%
Critical wind speed	47m/s

STRUCTURE

Material	High Yield Strength Steel
Coating	HDC, Pregalvanized & Zn ^{®4}

ELECTRONIC CONTROLLER SPECIFICATIONS

Controller	Electronic board with microprocessor
Ingress protection marking	IP65
Tracking method	Astronomical algorithms + SuperTrack technology ^{®5}
Advanced wind control	Customizable
Anemometer	Cup / Ultrasonic
Night-time stow	Configurable
Communication with the tracker	Wired option: RS 485 Wireless option: LoRa/Zigbee
Operating conditions	Altitude < 4000 m ^{®6} Temperature: -30°C to 60°C
Sensors	Digital inclinometer
Power (motor drive)	DC motor: 0.15kW ^{®7}
Power supply	Grid connection / String powered / Self-powered

Fig.18 _ Caratteristiche del tracker

6.4.3 GRUPPI DI CONVERSIONE

L'architettura elettrica dell'impianto prevede la conversione da c.c. in c.a. attraverso l'utilizzo di n.14 inverter di stringa trifase del tipo SMA MVPS 4xxx-S2 o equivalenti, ai quali fanno capo n. 2778 stringhe da n. 26 moduli.

Il sistema in corrente continua è flottante ed è assimilabile ad un sistema IT.

Caratteristiche principali:

- Conformità alle normative europee di sicurezza;
- Funzionamento automatico, quindi semplicità d'uso e di installazione;
- Sfruttamento ottimale del campo fotovoltaico;
- Forma d'onda d'uscita perfettamente sinusoidale;
- Messa in servizio gratuita e aggiornamento del firmware in remoto;
- Scansione e diagnosi della curva IV online;

Gli inverter Huawei sono realizzati in accordo con le normative vigenti in tema di Compatibilità Elettromagnetica e con gli standard di connessione alla Rete di Distribuzione CEI 0-16.

Technical Data	MVPS 4000-S2	MVPS 4200-S2
Input (DC)		
Available inverters	1 x SC 4000 UP or 1 x SCS 3450 UP or 1 x SCS 3450 UP:XT	1 x SC 4200 UP or 1 x SCS 3600 UP or 1 x SCS 3600 UP:XT
Max. input voltage	1500 V	1500 V
Number of DC inputs	dependent on the selected inverters	
Integrated zone monitoring	o	
Available DC fuse sizes (per input)	200 A, 250 A, 315 A, 350 A, 400 A, 450 A, 500 A	
Output (AC) on the medium-voltage side		
Rated power at SC UP (at -25°C to +35°C / 40°C optional 50°C) ¹⁾	4000 kVA / 3600 kVA	4200 kVA / 3780 kVA
Rated power at SCS UP (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) ¹⁾	3450 kVA / 2930 kVA	3620 kVA / 3075 kVA
Charging power at SCS UP:XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) ¹⁾	3590 kVA / 3000 kVA	3770 kVA / 3150 kVA
Discharging power at SCS UP:XT (at -25°C bis +25°C / 40°C optional 50°C) ¹⁾	4000 kVA / 3400 kVA	4200 kVA / 3570 kVA
Typical nominal AC voltages	10 kV to 35 kV	10 kV to 35 kV
AC power frequency	50 Hz / 60 Hz	50 Hz / 60 Hz
Transformer vector group Dy11 / YNd11 / YNy0	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer cooling methods	KNAN ²⁾	KNAN ²⁾
Transformer no-load losses Standard / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Transformer short-circuit losses Standard / Eco Design 1 / Eco Design 2	● / ○ / ○	● / ○ / ○
Max. total harmonic distortion	< 3%	
Reactive power feed-in (up to 60% of nominal power)	o	
Power factor at rated power / displacement power factor adjustable	1 / 0.8 overexcited to 0.8 underexcited	
Inverter efficiency		
Max. efficiency ³⁾ / European efficiency ³⁾ / CEC weighted efficiency ⁴⁾	98.8% / 98.6% / 98.5%	98.8% / 98.7% / 98.5%
Protective devices		
Input-side disconnection point	DC load-break switch	
Output-side disconnection point	Medium-voltage vacuum circuit breaker	

Fig.19 Caratteristiche Gruppi di conversione

6.4.4 QUADRI BT

Le linee in corrente alternata alimentate dagli inverter di uno stesso sottocampo, saranno collegate ad un quadro elettrico di bassa tensione installato all'interno del locale tecnico di conversione ed equipaggiato con dispositivi di generatore DDG, uno per ogni inverter, e un interruttore automatico generale di tipo magnetotermico. Generalmente si utilizzano interruttori automatici per usi domestici e similari conformi alla norma CEI 23-3 se la corrente di impiego del circuito da proteggere è inferiore a 250 A. Se la corrente del circuito da proteggere è superiore a 250 A si utilizzano interruttori automatici per usi industriali, conformi alla norma CEI 17-5. Se richiesto dal sistema di protezione contro i contatti indiretti, gli interruttori hanno anche un relè differenziale (di tipo AC se l'inverter è dotato di trasformatore di isolamento, in caso contrario di tipo B) la cui corrente differenziale nominale di intervento è coordinata con la resistenza di terra dell'impianto di terra.

6.4.5 TRASFORMATORI

Verranno installati n. 3 trasformatori di elevazione 35/36 kV con potenza pari a n.2 da 15.000 kVA e n.1 da 20.000 kVA: entrambi saranno a singolo secondario con tensione di 35 kV ed avranno una tensione al primario di 36 kV.

La corrente di guasto per il trasformatore in progetto è minore della massima corrente di guasto ammissibile secondo quanto prescritto dalla CEI 0-16 per cui i traifi in progetto sono ad essa conformi.

L'impianto in progetto è conforme alla CEI 0-16 paragrafo 8.5.14 in quanto l'interruttore MT a protezione del trafo in ciascuna delle quattro cabine di trasformazione MT/BT, in caso di mancanza di tensione per più di 5s si apre e poi, al ritorno della tensione, si richiude con tempistiche differenti rispetto a quelle degli interruttori delle altre cabine e con distanziamento temporale minimo di 1 s per cui il trafo nella cabina A verrà energizzato senza ritardo, il trafo nella cabina B verrà energizzato con un ritardo di 1 s e così via per il trafo nella cabina C.

I trasformatori saranno inoltre muniti di dispositivo di controllo temperatura.

6.4.6 CAVI

Per il cablaggio dei moduli e per il collegamento tra le stringhe e gli inverter sono previsti conduttori di tipo unipolare flessibile stagnato in doppio isolamento o equivalenti appositamente progettati per l'impiego in campi FV per la produzione di energia.

La sezione dei cavi per i vari collegamenti è tale da assicurare una durata di vita soddisfacente dei conduttori e degli isolamenti sottoposti agli effetti termici causati dal passaggio della corrente elettrica per periodi prolungati e in condizioni ordinarie di esercizio e tali da garantire in ogni sezione una caduta di tensione non superiore al 2%. La portata dei cavi (I_z) alla temperatura di 60°C indicata dal costruttore è maggiore della corrente di cortocircuito massima delle stringhe.

6.4.7 DISPOSITIVI DI PROTEZIONE

La protezione del sistema di generazione fotovoltaica nei confronti sia della rete auto produttore che della rete di distribuzione pubblica è realizzata in conformità a quanto previsto dalla norma CEI 0-16.

Eventuali modifiche all'architettura finale del sistema di connessione, protezione e regolazione saranno concordate con il gestore di rete e in accordo con quanto richiesto dell'Autorità dell'Energia Elettrica ed il Gas.

Si prevede l'impiego di quadri MT di tipo protetto (METAL ENCLOSED), i quadri di progetto sono di tipo modulare in modo da formare quadri di distribuzione e trasformazione per quanto in progetto, la tensione nominale dei quadri MT sarà 20kV. Opportuni dispositivi di interblocco meccanico e blocchi a chiave fra gli apparecchi impediranno errate manovre, garantendo comunque la sicurezza per il personale.

L'impianto risulta equipaggiato con un sistema di protezione che si articola su tre livelli: dispositivo del generatore; dispositivo di interfaccia; dispositivo generale.

6.4.8 DISPOSITIVO DEL GENERATORE DDG

Ciascun inverter è protetto in uscita da un interruttore automatico in c.a. con sganciatore di

apertura; l'inverter inoltre è munito del proprio dispositivo di interruzione non automatico (sezionatore sotto carico) collegato in c.c. al generatore. L'inverter è anche dotato di dispositivi contro le sovratensioni generate in condizioni anomale lato c.a.

6.4.9 DISPOSITIVO DI INTERFACCIA DDI

Il dispositivo di interfaccia (DI), unico per l'intero impianto determina la sconnessione dell'impianto di generazione in caso di mancanza di tensione sulla rete di distribuzione; questo fenomeno, detto funzionamento in isola, deve essere assolutamente evitato, soprattutto perché può tradursi in condizioni di pericolo per il personale addetto alla ricerca e alla riparazione dei guasti.

Il DI è costituito da sganciatori con le di protezione secondo quanto stabilito dalla CEI 0-16, a microprocessore elettronico, tarato sulla base dei parametri comunicati dalla società di distribuzione dell'energia.

La protezione di interfaccia (SPI) è costituita da relè di massima e minima frequenza, relè di massima e minima tensione, relè di massima tensione omopolare, e sono inserite in un pannello polivalente conforme alla norma CEI 0-16.

Le protezioni associate al DI sono le seguenti:

- Protezione Minima Tensione (27) a due soglie commutabili
- Protezione Massima Tensione (59) a due soglie commutabili
- Protezione Minima Frequenza (81<) a due soglie commutabili
- Protezione Massima Frequenza (81>) a due soglie commutabili
- Protezione Massima Tensione Omopolare (51N)

Devono essere impiegabili anche il teledistacco da parte del distributore e il ricalzo per la mancata apertura del dispositivo generale/di interfaccia.

6.4.10 DISPOSITIVO GENERALE DG

Il dispositivo generale (DG) ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica; il DG deve assicurare le funzioni di sezionamento, comando e interruzione, ed è costituito da un interruttore in SF6 con sganciatore di apertura e sezionatore equipaggiato con una protezione generale di massima corrente e una protezione contro i guasti a terra. Sull'interruttore generale agirà il dispositivo di ricalzo, comandato dalla Protezione di Interfaccia, previsto dalla normativa CEI 0-16.

La protezione generale (PG) è costituiti da sganciatori con le di protezione secondo quanto

stabilito dalla CEI 0-16, a microprocessore elettronico, tarato sulla base dei parametri comunicati dalla società di distribuzione dell'energia.

Le protezioni associate al DG sono le seguenti:

- Protezione di Massima Corrente (50 e 51) a tre soglie programmabili a tempo dipendente e indipendente
- Protezione di Massima Corrente omopolare (50N e 51N) a due sogli programmabili a tempo indipendente
- Protezione Massima Corrente Direzionale di Terra (67N) a due sogli programmabili a tempo indipendente.

6.4.11 QUADRI 36 kV

Il quadro elettrico di media tensione all'interno dei locali tecnici, di tipo protetto, sarà costituito dai seguenti scomparti:

- n. 1 scomparto di arrivo linea, che conterrà il sezionatore generale di linea interbloccato con il sezionatore di terra;
- n. 1 scomparto protezione trafo.

Ciascuno scomparto protezione trafo all'interno del locale tecnico conterrà un dispositivo per la protezione delle linee di media tensione contro le sovracorrenti, costituito da un interruttore tripolare e da un sezionatore di linea, corredato dai seguenti relè di protezione:

- Protezione di Massima Corrente (50 e 51) a tre soglie programmabili a tempo dipendente e indipendente
- Protezione di Massima Corrente omopolare (51N) a due sogli programmabili a tempo indipendente.

Il quadro MT all'interno del locale di Consegna conterrà uno scomparto di arrivo per ognuno dei n.4 sottocampi, corredato dai seguenti relè di protezione:

- Protezione di Massima Corrente (50 e 51) a tre soglie programmabili a tempo dipendente e indipendente
- Protezione di Massima Corrente omopolare (50N e 51N) a due sogli programmabili a tempo indipendente
- Protezione Massima Corrente Direzionale di Terra (67N) a due sogli programmabili a tempo indipendente.

6.4.12 SICUREZZA ELETTRICA

La protezione contro le sovracorrenti sarà assicurata secondo le prescrizioni della Norma CEI 64-8. In particolare, sarà assicurato il coordinamento tra i cavi e i dispositivi di massima corrente installati, secondo le seguenti regole:

$$I_b \leq I_n \leq I_Z I_{cc} \quad t \leq k^2 S^2$$

dove:

- I_b corrente di impiego del cavo
- I_n corrente nominale dell'interruttore
- I_Z portata del cavo
- I_{cc} corrente di cortocircuito
- t tempo di intervento dell'interruttore
- k coefficiente che dipende dal tipo di isolamento del cavo
- S sezione del cavo.
-

6.4.13 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI DIRETTI

Le varie sezioni dell'impianto sono costituite da sistemi di Categoria I. Non essendo presenti circuiti a bassissima tensione di sicurezza (SELV) né a bassissima tensione di protezione (PELV), la protezione contro i contatti diretti sarà assicurata mediante isolamento completo delle parti attive, sia per la sezione in corrente continua che per quella in corrente alternata.

6.4.14 PROTEZIONE CONTRO I CONTATTI INDIRETTI

La protezione contro i contatti indiretti sarà assicurata mediante:

- messa a terra delle masse e delle masse estranee;
- scelta e coordinamento dei dispositivi di interruzione automatici della corrente di guasto, in conformità a quanto prescritto dalla Norma CEI 64-8;
- ricerca ed eliminazione del primo guasto a terra.

In particolare, l'impianto rientra nei sistemi di tipo "TN", saranno installati interruttori differenziali tali da garantire il rispetto della seguente relazione nei tempi riportati nella tabella che segue:

$$Z_s \cdot I_a \leq U_0$$

dove:

Z_s	è l'impedenza dell'anello di guasto comprensiva dell'impedenza di linea e dell'impedenza della sorgente
I_a	è la corrente che provoca l'interruzione automatica del dispositivo di protezione in Ampere, secondo le prescrizioni della norma 64-8/4; quando il dispositivo di protezione è un dispositivo di protezione a corrente differenziale, la I_a è la corrente differenziale $I \cdot n$.
U_0	tensione nominale in c.a. (valore efficace della tensione fase – terra) in Volt

U ₀ (V)	Tempo di interruzione (s)
120	0,8
230	0,4
400	0,2
>400	0,1

Per ridurre il rischio di contatti pericolosi il campo fotovoltaico lato corrente continua è assimilabile ad un sistema IT cioè flottante da terra. La separazione galvanica tra il lato corrente continua e il lato corrente alternata è garantita dalla presenza del trasformatore MT/BT. In tal modo perché un contatto accidentale sia realmente pericoloso occorre che si entri in contatto contemporaneamente con entrambe le polarità del campo. Il contatto accidentale con una sola delle polarità non ha praticamente conseguenze, a meno che una delle polarità del campo non sia casualmente a contatto con la massa. Per prevenire tale eventualità ogni inverter sarà munito di un opportuno dispositivo di rivelazione degli squilibri verso massa, che ne provoca l'immediato spegnimento e l'emissione di una segnalazione di allarme.

6.4.15 MISURA DELL'ENERGIA PRODOTTA

Il sistema di misura dell'energia elettrica prodotta sarà collocato nella cabina di consegna ed sarà in grado di rilevare e registrare, per ciascuna ora, l'energia elettrica immessa in rete nel punto di consegna dall'impianto.

Il sistema di misura è conforme alle disposizioni dell'Autorità di Regolazione per Energia Reti e Ambiente e alle norme CEI, in particolare sarà dotato di sistemi meccanici di sigillatura che garantiscano da manomissioni o alterazioni dei dati di misura. Il sistema di misura è idoneo a consentire la telelettura dell'energia elettrica prodotta da parte del distributore e sarà collocato nella cabina di consegna a TERNNA; un'ulteriore possibile soluzione sarà quella di predisporre il posizionamento del gruppo di misura subito a valle dello stallo all'interno della SE qualora non sia condiviso con altri produttori.