

COMUNE DI

CARPI (MO)

PROGETTO

PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MW<sub>p</sub>, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW, E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE



ELABORATO

RELAZIONE TECNICA DI IMPIANTO

## IDENTIFICAZIONE ELABORATO

LIV. PROG.	TIPO DOC.	COD. CART.	CODICE PROGETTO	CODICE ELABORATO	DATA	SCALA
PFTE	REL	AU_02; ASS_VIA_02	ITOMY171	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI	12/23	---

## REVISIONI

REV	DATA	AUTORE	DESCRIZIONE	VERIFICATO	APPROVATO
01	12/23	ILIOS	Relazione Tecnica di Impianto	IVC	IVC

## PROGETTAZIONE

**ILIOS**

ILIOS S.r.l.

Via Montenapoleone 8, 20121, Milano (MI)  
T: +39 080 8937976 - E: info@iliositalia.com  
C.F. e P.IVA 12427580969

## GRUPPO DI LAVORO

Dott. Ing. Vito Calio'

S. C. Boschetto n. 27, 70017, Putignano (BA)  
E: v.calio@iliositalia.com  
M: +39 328 4819015



## SPAZIO RISERVATO AGLI ENTI


(TIMBRO E FIRMA PER BENESTARE)

## RICHIEDENTE




Sonnedix Leonardo S.r.l.

Corso Buenos Aires n.54, 20124, Milano (MI), Italy  
C.F:12857360965  
E: sxleonardo.pec@maildoc.it


Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	1 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

## SOMMARIO

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>3</b>
<b>2. LOCALIZZAZIONE SITO .....</b>	<b>4</b>
<b>3. DISPONIBILITÀ DELLE AREE ANTE OPERAM .....</b>	<b>5</b>
<b>4. LEGISLAZIONE E NORME APPLICABILI .....</b>	<b>6</b>
4.1 LEGISLAZIONE VIGENTE IN MATERIA DI IMPIANTI FOTOVOLTAICI .....	6
4.2 NORMATIVE DI RIFERIMENTO .....	6
<b>5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO .....</b>	<b>8</b>
5.1 ARCHITETTURA ELETTRICA DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO .....	8
5.2 STRUTTURA E LAYOUT DELL'IMPIANTO AGRIVOLTAICO.....	9
5.3 CARATTERISTICHE DEI COMPONENTI DELLA SEZIONE DI PRODUZIONE DELL'IMPIANTO FV .....	10
5.3.1 Moduli FV.....	10
5.3.2 Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici.....	11
5.3.3 Inverter .....	13
5.3.4 Trasformatore BT/AT.....	14
5.4 CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE .....	15
5.4.1 Servizi ausiliari .....	16
5.4.2 Quadro di parallelo CA.....	16
5.4.3 Quadro servizi ausiliari.....	16
5.4.4 Dispositivi di misura .....	16
5.5 ELETTRODOTTI INTERNI ALL'IMPIANTO (DISTRIBUZIONE PRIMARIA AT 36 kV) .....	16
5.5.1 Conduttori/Elettrodotti AT 36 kV interni.....	16
5.6 ELETTRODOTTI INTERNI ALL'IMPIANTO (DISTRIBUZIONE SECONDARIA BT – DC/AC) .....	17
5.6.1 Conduttori DC (lato BT).....	17
5.6.2 Conduttori AC (lato BT).....	17
5.6.3 Modalità di posa degli elettrodotti interni.....	18
<b>6. IMPIANTO DI TERRA.....</b>	<b>20</b>
6.1 IMPIANTO DI TERRA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO .....	20
6.2 IMPIANTO DI TERRA SKIDS E STAZIONE UTENTE .....	20
<b>7. SISTEMI DI PROTEZIONE ELETTRICA.....</b>	<b>21</b>
7.1 PROTEZIONE CONTRO IL CORTOCIRCUITO .....	21
7.1.1 Sezione dei conduttori di protezione.....	21
7.1.2 Misure di protezione contro i contatti diretti.....	21
7.1.3 Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata e continua.....	21
7.1.4 Misure di protezione totale.....	21
7.1.5 Misure di protezione parziale .....	21
7.1.6 Misura di protezione addizionale mediante interruttori differenziali .....	22
7.1.7 Protezione contro i contatti indiretti.....	22
7.1.8 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata .....	22
7.1.9 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente continua .....	22
7.1.10 Protezione delle condutture elettriche .....	23
7.1.11 Messa a terra dell'impianto agrivoltaico.....	23
7.1.12 Dispositivo del generatore.....	24
7.1.13 Dispositivo di interfaccia .....	24
7.1.14 Dispositivo generale .....	24
7.2 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE .....	24
7.2.1 Fulminazione diretta .....	24
7.2.2 Fulminazione indiretta .....	24
7.2.3 Precauzioni per ridurre la propagazione dell'incendio.....	24
7.2.4 Prevenzione incendi e sgancio di emergenza.....	24

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	2 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

<b>8. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE .....</b>	<b>26</b>
8.1 CAVO AT .....	26
8.2 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI.....	27
8.2.1 Protezione contro il sovraccarico.....	27
8.2.2 Protezione contro il cortocircuito.....	28
8.3 ELETTRDOTTO AT 36 kV .....	28
<b>9. SISTEMI DI MONITORAGGIO - SCADA .....</b>	<b>30</b>
<b>10. CONFIGURAZIONE ELETTRICA.....</b>	<b>31</b>
10.1 MODALITÀ DI CALCOLO .....	32
10.2 RISULTATI DI CALCOLO .....	32
<b>11. VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI .....</b>	<b>34</b>
11.1 MISURE DELL'IRRAGGIAMENTO SOLARE E DELLA TEMPERATURA DI LAVORO DEI MODULI.....	34
<b>12. INDICE DELLE FIGURE .....</b>	<b>35</b>
<b>13. INDICE DELLE TABELLE.....</b>	<b>36</b>

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	3 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

## 1. PREMESSA

Il presente progetto ha come obiettivo la realizzazione di un impianto agrivoltaico denominato **"CASCINETTO"**, destinato alla produzione di energia elettrica da fonte solare tramite l'impiego di moduli fotovoltaici, avente potenza nominale pari a **18,97 MWp** e in immissione pari a **17,4 MW**, sito nel Comune di **Carpi (MO)**, in località Fossoli.

Il progetto si inserisce nel quadro generale della riconversione degli impianti per la produzione di energia elettrica da fonte fossile in favore degli impianti da fonte rinnovabili, in grado di produrre energia a prezzo concorrenziale senza l'utilizzo di materie prima di origine fossile.

È ormai evidente come il clima negli ultimi anni abbia subito un forte cambiamento con il verificarsi, in maniera sempre più frequente, di eventi climatici estremi e di notevole intensità come alluvioni, uragani, scioglimento dei ghiacciai sulle montagne e quello dei ghiacciai delle calotte polari con la deriva di iceberg dell'estensione di centinaia di chilometri quadrati.

Con gli accordi sanciti dal Protocollo internazionale di Kyoto del 1997 e dal Libro Bianco italiano scaturito dalla Conferenza Nazionale Energia e Ambiente del 1998, l'Italia si è dotata di un piano Energetico Nazionale 2030, con l'obiettivo di raggiungere, attraverso le energie rinnovabili, l'indipendenza dalle materie prime di origine fossile provenienti dall'estero.

Questa nuova opportunità può contribuire a incrementare l'occupazione sul territorio con la creazione di migliaia di posti di lavoro e migliorare il tenore di vita e il reddito nella regione in cui l'iniziativa si colloca.

In tale contesto, lo sfruttamento dell'energia solare da fonte fotovoltaica costituisce una valida risposta alle esigenze economiche ed ambientali sopra esposte.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	4 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171			Cod. Documento:			ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

## 2. LOCALIZZAZIONE SITO

L'impianto sarà realizzato in Emilia Romagna, nel territorio del comune di **Carpi (MO)**, a Nord della frazione Fossoli.

Il terreno, di natura pianeggiante, è localizzato in direzione Nord, a circa **3,5 km**, dal centro abitato del comune di Carpi (MO).

Dalla verifica cartografica condotta sul portale geografico del Comune di Carpi si evince come tutti i terreni oggetto di intervento ricadano in **"Zona Agricola Normale"**, definita all'Art.65 delle Norme Tecniche del Piano Regolatore Generale.

La realizzazione dell'impianto è prevista all'interno di una superficie catastale complessiva di circa **30,44 ha**.

Le opere da realizzarsi consistono in:

- **Opera 1:** Impianto agrivoltaico e collegamenti elettrici;
- **Opera 2:** Elettrodotto interrato in AT 36 kV di collegamento all' Ampliamento 36 kV della Stazione Elettrica Terna 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli";
- **Opera 3:** Opere di rete - Ampliamento 36 kV della Stazione Elettrica 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli".

Si evidenzia sin da ora che le opere e le infrastrutture di connessione alla RTN, data la loro specificità, sono da intendersi di interesse pubblico, indifferibili ed urgenti ai sensi di quanto affermato dall'art. 1 comma 4 della legge 10/91 e ribadito dall'art. 12 comma 1 del Decreto Legislativo 387/2003.



*Figura 1: Localizzazione dell'impianto su base Ortofoto*

Nella Tabella sono riassunti i dati di progetto relativi all'ubicazione dell'impianto (attraverso coordinate geografiche identificative del suo punto baricentrico), nonché l'estensione dell'area su cui ricade l'intervento.

Denominazione impianto	CASCINETTO
Regione	Emilia Romagna
Provincia	Modena
Comuni	Carpi
Area interessata dall'intervento	30,44 ha
Longitudine	10.90° E
Latitudine	44.84° N
Elevazione	19 m s.l.m.

*Tabella 1: Dati geografici di progetto*

ILIOS S.r.l.


**Sede Legale:**  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

**Sede Operativa:**  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	5 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

### 3. DISPONIBILITÀ DELLE AREE ANTE OPERAM

Si precisa che tutte le particelle su cui ricadrà l'impianto in oggetto sono nella disponibilità della società committente, con contratti preliminari di compravendita legalizzati.

Nella tabella che segue si riportano tutti i dati catastali interessate dall'impianto agrivoltaico (**Opera 1**).

Fogli e particelle catastali interessate dal progetto		
Impianto agrivoltaico (Opera 1)		
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLE
Carpi (MO)	21	66-72-76-77-113-114
Carpi (MO)	26	2-4-29-30-31-93-94-96-97-98-116-152-153-154-155

*Tabella 2: Dati catastali di progetto (Impianto agrivoltaico)*

Per quanto concerne, invece, il percorso del cavidotto interrato di collegamento AT al futuro ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica "Carpi Fossoli" (**Opera 2**), a seconda dei casi, si provvederà a sottoporre le ditte catastali a procedure di esproprio di servitù, di concessione o accordi bonari (per ulteriori approfondimenti si rimanda agli elaborati ITOMY171.PFTE\_02\_PROGETTO\_RPP "Relazione Piano Particellare" e ITOMY171.PFTE\_02\_TAV1P\_PPP "Planimetria Piano Particellare").

Di seguito, si riporta l'elenco di tutte le particelle interessate dall'elettrodotto.

Fogli e particelle catastali interessate dal progetto		
Elettrodotto interrato in AT 36 kV di collegamento all' Ampliamento 36 kV della Stazione Elettrica Terna 380/132 kV denominata "Carpi Fossoli" (Opera 2)		
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLE
Carpi (MO)	21	76-94
Carpi (MO)	21	STRADA VICINALE DEI PRATI
Carpi (MO)	20	34-36-31-136-30-29-14-12
Carpi (MO)	15	VIA VALLE
Carpi (MO)	15	56-96-34-58-35
Carpi (MO)	21	SS 413 ROMANA NORD
Carpi (MO)	21	8-145

*Tabella 3: Dati catastali di progetto (Elettrodotto AT)*

In merito all'ampliamento 36kV della SE "Carpi-Fossoli" i terreni coinvolti dal possibile sviluppo dell'ampliamento di cui sopra ricadono nei seguenti dati catastali:


Fogli e particelle catastali interessate dal progetto		
Ampliamento a 36 kV della Stazione Elettrica "Carpi Fossoli" (Opera 3)		
COMUNE	FOGLIO DI MAPPA	PARTICELLA
Carpi (MO)	21	111

*Tabella 4: Dati catastali di progetto (Ampliamento 36 kV)*

Per ulteriori approfondimenti riguardo all'Opera 3 si rimanda all'elaborato ITOMY171.PTO\_14\_AMPSE\_RTG "PTO - Relazione Tecnica Generale (Ampl. SE TERNA 36 kV)".

Si specifica che per quanto riguarda le particelle interessate dagli interventi in progetto, che non sono riconducibili ad alcuna proprietà privata, in fase successiva verrà inoltrata opportuna richiesta di esproprio. Qualora questo non fosse attuabile, le opere che interessano tali particelle verranno posizionate nelle particelle di proprietà privata più prossime alla localizzazione inizialmente definita.



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	6 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

#### 4. LEGISLAZIONE E NORME APPLICABILI

##### 4.1 Legislazione vigente in materia di impianti fotovoltaici

Dovranno essere rispettate le prescrizioni imposte dal DPR 380/2001 "Testo unico per l'edilizia – Capo V: Norme per la sicurezza degli impianti"

Dovranno essere altresì rispettate le prescrizioni dettate dalle seguenti disposizioni legislative:

- Legge n. 186/1968: "Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici";
- Legge n. 1086/81: "Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale o precompresso, ed a struttura metallica";
- Legge n. 64/74: "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche";
- DM 14/9/2005: "Norme Tecniche per le Costruzioni";
- D.L. n. 626/1994: "Attuazione delle direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro";
- D. Lgs. 19/03/96 n°242: "Modificazioni ed integrazioni al decreto legislativo 19/09/94 n°626 recante attuazione di direttive comunitarie riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro"
- DPR 27/04/55 n°547: "Norme per la prevenzione degli infortuni sul lavoro";
- Legge 791/77: "attuazione della direttiva europea n°73/23/CEE - Direttiva Bassa Tensione";
- DM 16/02/82: "Elenco delle attività soggette al controllo dei Vigili del Fuoco";
- DM 08/03/85: "Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio di cui alla legge 7 dicembre 1984, n°818";
- Decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626: "Attuazione della direttiva 93/68 CEE -Marcatura CE del materiale elettrico";
- D.Lgs. 31/09/97 n°277 "Modificazioni al decreto legislativo 25 novembre 1996 n°626, recante attuazione della direttiva 93/68/CEE in materia di marcatura CE del materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro taluni limiti di tensione";
- DM 19/02/07: "Criteri e modalità per incentivare la produzione di energia elettrica mediante conversione fotovoltaica della fonte solare, in attuazione dell'articolo 7 del decreto legislativo 29 dicembre 2003, n. 387".
- AEEG Delibera n. 88/07 "Disposizioni in materia di misura dell'energia elettrica prodotta da impianti di generazione".
- AEEG Delibera n. 89/07 "Condizioni tecnico economiche per la connessione di impianti di produzione di energia elettrica alle reti elettriche con obbligo di connessione di terzi a tensione nominale minore o uguale ad 1 kV".
- AEEG Delibera n. 90/07 "Attuazione del decreto del Ministro dello Sviluppo Economico, di concerto con il Ministro dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e del Mare 19 febbraio 2007, ai fini dell'incentivazione della produzione di energia elettrica mediante impianti fotovoltaici".

##### 4.2 Normative di riferimento

- 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 11-20 e varianti: Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;
- CEI EN 60904-1: Dispositivi fotovoltaici - Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche tensione-corrente;
- CEI EN 60904-2: Dispositivi fotovoltaici - Parte 2: Prescrizione per le celle fotovoltaiche di riferimento;
- CEI EN 60904-3: Dispositivi fotovoltaici - Parte 3: Principi di misura per sistemi solari fotovoltaici per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento;
- CEI EN 61727: Sistemi fotovoltaici (FV) – Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo con la rete;
- CEI EN 61215: Moduli fotovoltaici in silicio cristallino per applicazioni terrestri. Qualifica del progetto e omologazione del tipo;
- CEI EN 61000-3-2: Compatibilità elettromagnetica (EMC) - Parte 3: Limiti Sezione 2: Limiti per le emissioni di corrente armonica (apparecchiature con corrente di ingresso=16 A per fase);

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	7 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171		Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI		

- CEI EN 60555-1: Disturbi nelle reti di alimentazione prodotti da apparecchi elettrodomestici e da equipaggiamenti elettrici simili - Parte 1: Definizioni;
- CEI EN 60439-1-2-3: Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per bassa tensione;
- CEI EN 60445: Individuazione dei morsetti e degli apparecchi e delle estremità dei conduttori designati e regole generali per un sistema alfanumerico;
- CEI EN 60529: Gradi di protezione degli involucri (codice IP);
- CEI EN 60099-1-2: Scaricatori per sovratensioni;
- CEI 20-19: Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750V.

ILIOS S.r.l.

Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)


Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869





Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	8 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

## 5. DESCRIZIONE DELL'IMPIANTO

### 5.1 Architettura elettrica dell'impianto agrivoltaico

Nel presente paragrafo si espone l'organizzazione del sistema fotovoltaico, ossia le parti principali dell'impianto (layout d'impianto) ed i collegamenti tra le parti stesse.

Per il suddetto impianto è previsto un determinato numero di moduli, suddivisi in stringhe, e di sotto-campi, di cui di seguito vengono riportate le definizioni:

Per "stringa fotovoltaica" s'intende un insieme di moduli collegati tra loro in serie: la tensione resa disponibile dalla singola stringa è data dalla somma delle tensioni fornite dai singoli moduli che compongono la stringa.

Per definire il "sotto-campo fotovoltaico" va considerato un insieme di più stringhe connesse in parallelo: la corrente erogata sarà la somma delle correnti che fluiscono in ogni stringa. Tale corrente sarà gestita dagli inverter. Più inverter confluiscono nel quadro di parallelo direttamente collegato all'avvolgimento primario ( $V_{min}$ ) del trasformatore ("skid"), di "step-up", mediante il quale la tensione viene innalzata fino al livello di tensione in uscita dal trasformatore stesso ovvero fino alla tensione dell'avvolgimento secondario ( $V_{max}$ ).

Pertanto, dal punto di vista elettrico, il generatore fotovoltaico è costituito da moduli che sono collegati in serie, al fine di costituire una "stringa". Più stringhe collegate in parallelo sono gestite dal relativo inverter e più inverter sono collegati ad un trasformatore step-up.

In definitiva si hanno tanti "sotto-campi" quante sono il numero di cabine di trasformazione previste nell'impianto;

Sul lato in corrente continua (DC), ciascun inverter verrà collegato in parallelo a un certo numero di stringhe; le uscite in corrente alternata (AC) di tali inverter, a loro volta, verranno poste in parallelo tra loro all'interno di un quadro principale in corrente alternata (QP) situato all'interno di dedicati locali tecnici di campo (cabine di campo) poste, per quanto possibile, in posizione baricentrica rispetto al sotto-campo fotovoltaico ad essa asservito; all'interno di tali quadri QP saranno alloggiati interruttori quadripolari magnetotermici differenziali al fine di proteggere le linee relative ai sotto-campi da sovracorrenti, cortocircuiti e/o perdite di isolamento.

La disposizione dei moduli fotovoltaici deve essere realizzata come da layout allegato, in modo da poter gestire l'organizzazione degli stessi contestualmente all'area di posa. Tale disposizione ha altresì il fine di ottimizzare il rendimento dell'impianto contenendo la caduta di tensione, tra la stringa più lontana e il relativo circuito d'ingresso dell'inverter ad esso associato, entro il 2%, in condizioni ordinarie di esercizio e relativamente alla corrente corrispondente al punto di massima potenza.

I terminali positivi e negativi di ogni singola stringa sono collegati ad uno degli ingressi MPPT degli inverter.

Sulla base dello studio effettuato riguardo l'ottimizzazione dell'energia captata dal campo fotovoltaico nel corso dell'anno, si è deciso di disporre i moduli fotovoltaici come da layout allegato.

Il valore dell'escursione angolare così come la reciproca distanza (pitch) dei tracker su cui sono fissati i moduli fotovoltaici è il risultato del compromesso tra l'energia captata dalla superficie attiva del campo durante l'intero anno, la superficie occupata dal generatore fotovoltaico e l'ombreggiamento reciproco tra le file.

La scelta riguardo la configurazione elettrica dei moduli fotovoltaici deve tenere conto di numerosi fattori tra cui: la sicurezza elettrica; le caratteristiche d'ingresso dell'inverter; il costo dei cablaggi e l'efficienza del sistema.

Durante il giorno il campo fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. L'energia prodotta viene convertita dagli inverter in corrente alternata ad una opportuna tensione che dipende da marca e modello dell'inverter selezionato.

Il tipo di convertitore statico (inverter) utilizzato nel presente progetto è in grado di seguire il punto di massima potenza di una coppia di stringhe fotovoltaiche sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e costruisce l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da contenere l'ampiezza delle armoniche entro valori ammissibili. Le uscite AC degli inverter confluiscono verso un quadro elettrico generale di bassa tensione (QP); da tale quadro di bassa tensione (QP), per mezzo di un ulteriore collegamento AC, la tensione viene elevata a 36 kV per mezzo di un trasformatore di potenza (bt/AT). I trasformatori di potenza saranno, quindi, collegati ai quadri di parallelo AT delle cabine di raccolta che, a loro volta, saranno collegate ai quadri di distribuzione primaria a 36 kV della Stazione di Utenza (SEU 36 kV) interna al campo, a monte del quale sarà realizzato il collegamento alla Rete di Trasmissione Nazionale (RTN) anch'essa in AT 36 kV.

Per la descrizione tecnica dei moduli fotovoltaici e dei convertitori della corrente continua in alternata si rimanda ai paragrafi ad essi specificatamente dedicati.

Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potranno essere scelte differenti soluzioni riguardo la componentistica d'impianto. Tali scelte saranno comunque effettuate tenendo conto della potenza massima installabile prevista in fase di progettazione ed in modo che siano garantire ottime prestazioni di durata e di producibilità.

Il collegamento di parallelo delle stringhe verrà realizzato con cavi preconfezionati, del tipo resistente ai raggi UV e riportato, attraverso cavi dello stesso tipo, presso gli inverter distribuiti nei vari campi fotovoltaici costituenti l'impianto.

La struttura portante dei moduli sarà costituita da supporti di tipo mobile (tracker a singolo asse), in grado di seguire il percorso del sole nell'arco della giornata. La struttura dei tracker sarà realizzata in acciaio zincato con traversi in alluminio anodizzato.

ILIOS S.r.l.


**Sede Legale:**  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

**Sede Operativa:**  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

**Telefono:** +39 080 8935086  
**E-mail:** info@iliositalia.com  
**PEC:** iliositalia@legalmail.it

**CCIAA di Milano Monza Brianza**  
Lodi  
**C.F. e P.IVA** 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	9 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

Su ognuna di tale struttura saranno fissate, a seconda del "modulo base dell'inseguitore" una o due stringhe, costituite da moduli collegati in serie (in un numero tale che la potenza della stringa non ecceda la massima consentita per ogni ingresso dell'inverter così come la tensione di lavoro e la tensione a vuoto, entrambi fortemente dipendenti dalla temperatura del luogo di installazione).

La potenza di ogni singola stringa sarà data dalla somma dei singoli moduli in serie che la costituiscono.

I collegamenti in corrente continua delle stringhe avverranno prevalentemente con cavi posati e fascettati (ed opportunamente protetti dagli agenti atmosferici) direttamente sulle strutture di sostegno dei moduli; laddove vi dovessero essere degli attraversamenti per giungere agli inverter di competenza, i percorsi dovranno seguire il più possibile la viabilità interna ed essere direttamente interrati, secondo la vigente normativa.

I collegamenti in corrente alternata (ed in bassa tensione) tra i quadri di parallelo e gli inverter dovranno essere direttamente interrati ed i percorsi seguiranno il più possibile la viabilità interna, secondo la vigente normativa.

I collegamenti in corrente alternata tra i trasformatori BT/AT ubicati su skids di campo dovranno essere interrati e posti in idonea tubazione in PVC segnalata con nastro monitore e protetta da tegoli di cemento; anche per tali tipi di cavi i percorsi dovranno seguire il più possibile la viabilità interna.

## 5.2 Struttura e layout dell'impianto agrivoltaico

La disposizione dei moduli è progettata (in relazione alla superficie disponibile, alla sua forma, alla presenza di oggetti responsabili di ombre, di linee aeree o altri ostacoli, di sottoservizi, di vincoli, e fasce di rispetto, etc) con un sistema di tracker mono-assiale costituito da una struttura a singolo asse in grado di seguire il percorso del sole nell'arco del giorno. Il numero massimo di moduli da collegare in serie al fine di formare una determinata stringa deriva:

- dalla massima tensione del sistema elettrico (1.500 V in corrente continua);
- dalla finestra di lavoro dell'inverter scelto per la conversione dell'energia elettrica da corrente continua a corrente alternata.

Per una maggiore comprensione della suddivisione dei sotto-campi di impianto si rimanda alle tavole di layout allegate.

Durante il giorno il campo fotovoltaico converte la radiazione solare in energia elettrica in corrente continua. L'energia prodotta viene inviata, a gruppi di conversione (inverters), che provvedono a trasformare la corrente continua in corrente alternata trifase.

Questa viene successivamente trasformata a 36 kV per mezzo di trasformatori di potenza, raccolta in un sistema di distribuzione e, attraverso l'ausilio di un cavidotto (di evacuazione) esterno, trasportata in stazione elettrica.

Per la realizzazione dell'impianto sono previste le seguenti opere ed infrastrutture:

- Opere civili:** abbattimento di fabbricati collabenti, sistemazione dell'area di installazione previa estirpazione della vegetazione esistente e successivo livellamento e compattamento del terreno; posa in opera dei pali a vite; realizzazione delle piazzole temporanee per lo stoccaggio ed il montaggio delle strutture metalliche; ampliamento ed adeguamento della viabilità esistente nonché realizzazione della viabilità di servizio all'impianto; realizzazione del punto di consegna dell'energia elettrica, costituito da una cabina di consegna di distribuzione primaria a 36 kV; preparazione del sito di installazione e posa degli skids di trasformazione. Inoltre, sono da prevedersi la realizzazione dei cavidotti interrati per la posa dei cavi elettrici.
- Opere impiantistiche:** installazione dei pannelli fotovoltaici; esecuzione dei collegamenti elettrici; installazioni, prove e collaudi delle apparecchiature elettriche ed elettromeccaniche (quadri, interruttori, trasformatori, inverter ecc.); realizzazione degli impianti di terra dei pannelli fotovoltaici e delle cabine di trasformazione e realizzazione degli impianti relativi ai servizi ausiliari e ai servizi generali.

Dal punto di vista del layout di impianto, sulla base di un attento studio effettuato al fine di ottimizzare l'energia prodotta complessivamente nel corso dell'anno, si è deciso di disporre i moduli fotovoltaici su strutture ad inseguimento mono-assiali, descritte come segue:

- orientamento asse del tracker: nord-sud;
- escursione dell'inclinazione rispetto al piano orizzontale:  $\pm 55^\circ$ ;
- distanza (pitch) tra file parallele di moduli (punti omologhi): 9 mt.
- Altezza min: 2,5 m (rispetto al piano di campagna).

L'escursione dell'angolo di inclinazione dei moduli fotovoltaici rispetto al piano orizzontale permette di ottimizzare l'energia captata dalla superficie attiva del campo durante l'intera durata dell'anno.

Per quanto riguarda la distanza tra file parallele (pitch), il valore sopra ottenuto è tale da garantire un angolo limite di ombreggiamento (della fila successiva su quella precedente) che riduca al minimo possibile l'energia persa durante l'anno per ombreggiamento reciproco tra file di moduli. Tale distanza è anche necessaria per garantire la corretta sinergia tra produzione elettrica e agricola, come da relazione agronomica allegata.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	10 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

### 5.3 Caratteristiche dei componenti della sezione di produzione dell'impianto FV

#### 5.3.1 Moduli FV

I moduli fotovoltaici selezionati per la progettazione dell'impianto sono di prima marca e ultima generazione. La tipologia è di tipo consolidato, silicio cristallino a **144 celle**, della potenza di **580 Wp**. I moduli sono dotati di scatola di giunzione (Junction Box) installata sul lato posteriore del modulo, con cavetti di connessione muniti di connettori ad innesto rapido al fine di garantire la massima sicurezza per gli operatori e rapidità in fase di installazione. I componenti elettrici e meccanici installati sono conformi alle normative tecniche e tali da garantire le performance complessive d'impianto.

Ogni Modulo, quindi, risulta dotato di una scatola di Giunzione con caratteristiche IP68 con relativi Diodi di By-Pass. I moduli presentano dimensioni pari **2.278 x 1.134 x 30 mm**, risultano dotati di una cornice in alluminio anodizzato e sono dotati di certificazione di rispondenza alle normative IEC 61215 e IEC 61730.

Come riportato nell'allegato 1 del Decreto Ministeriale del 19 febbraio 2007 tutti i componenti dell'impianto, oltre ad essere provati e verificati in laboratori accreditati in conformità alle norme UNI CEI EN ISO/IEC 17025, devono osservare le seguenti condizioni:

$$P_{cc} > 0.85 P_{nom} * I/I_{stc}$$

$$P_{ca} > 0.9 * P_{cc}$$

Dove:

- $P_{cc}$  = Potenza in corrente continua misurata all'uscita del generatore fotovoltaico con precisione migliore del  $\pm 2\%$ ;
- $P_{nom}$  = Potenza nominale del generatore fotovoltaico;
- $I$  = Irraggiamento in  $W/m^2$  misurato sul piano dei moduli, con precisione migliore del  $\pm 3\%$ ;
- $I_{stc}$  =  $1000 W/m^2$ , irraggiamento in condizioni di prova standard;
- $P_{ca}$  = potenza attiva in corrente alternata misurata all'uscita del gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata, con precisione migliore del  $\pm 2\%$ .

In particolare, sono stati adottati criteri di selezione dei moduli per garantire la migliore uniformità delle loro prestazioni elettriche e quindi ottimizzare il rendimento delle stringhe.

Verranno inoltre utilizzati componenti selezionati e cavi di sezioni adeguate a ridurre le perdite sul lato in corrente continua.

I moduli fotovoltaici sono elementi di generazione elettrica. Essi saranno connessi in serie e/o parallelo, a seconda della tensione nominale richiesta. I pannelli sono costituiti da un numero ben definito di celle fotovoltaiche protette da un vetro e incapsulate in un materiale plastico. Il tutto è racchiuso solitamente in una cornice metallica, che in alcuni casi può non essere presente (glass-glass).

Le celle fotovoltaiche sono costituite di silicio. Questo materiale permette che il pannello produca energia dal mattino alla sera, sfruttando tutta l'energia messa a disposizione dal sole. Uno strato antiriflesso incluso nel trattamento della cella assicura uniformità di colore, rendendo il pannello esteticamente più apprezzabile.

Grazie alla robusta cornice metallica in alluminio anodizzato, capace di sostenere il peso e le dimensioni del modulo, e grazie alla parte frontale costituita da vetro temprato antiriflesso con basso contenuto di ferro, i pannelli soddisfano le restrittive norme di qualità a cui sono sottoposti, riuscendo ad adattarsi alle condizioni ambientali di installazione per tutta la loro vita utile.

La scatola di derivazione contiene le connessioni per polo positivo e negativo e include dei diodi che permettono di ridurre le perdite di energia dovute a ombreggiamento parziale dei moduli, proteggendo inoltre elettricamente il modulo durante il verificarsi di questa situazione.

Grazie alla loro robustezza, non hanno problemi ad adattarsi a condizioni ambientali avverse e quindi hanno una vita utile superiore ai 30 anni.

I pannelli saranno connessi all'impianto di terra secondo la normativa vigente.

Per questo progetto è stato selezionato il modulo FV **ASTRONERGY Astro N5 CHSM72N(DG)/F-BH Bifacial Series – 580 Wp** dalle caratteristiche riportate nelle schede tecniche di seguito.

*Si sottolinea che in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di modulo. Tale scelta sarà comunque effettuata tenendo conto della potenza massima installabile prevista in fase di progettazione ed in modo che siano garantite ottime prestazioni di durata e di producibilità:*

ILIOS S.r.l.


**Sede Legale:**  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

**Sede Operativa:**  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	11 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171					Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				



**ASTRO N5**  
CHSM72N(DG)/F-BH  
Bifacial Series (182)

**560~580W**

**Warranty**

12 Year Product Warranty | 30 Year Linear Power Warranty

99.00% | 87.40% | 84.95%

**Key Features**

- TOPCon / Half-cut
- Low temperature coefficient (Pmpp)
- Non-destructive cutting
- PID resistance
- Low BOS cost & LCOE
- Bifacial gain

ISO 9001:2015 Quality Management System  
ISO 14001:2015 Environment Management System  
ISO 45001:2018 Occupational Health and Safety  
The first solar designer award granted by the PV EXCELLENCE award

2021 PV EXCELLENCE  
Tier 1  
BloombergNEF  
PV EXCELLENCE

<b>560~580W</b> POWER RANGE	<b>0~+5W</b> POWER SORTING	<b>22.5%</b> MAX. MODULE EFFICIENCY	<b>≤ 1.0%</b> FIRST YEAR POWER DEGRADATION	<b>≤ 0.4%</b> YEAR 2-30 POWER DEGRADATION
--------------------------------	-------------------------------	--	---	--

**Mechanical Specifications**

Outer dimensions (L x W x H)	2278 x 1134 x 30 mm
Cell type	n-type mono-crystalline
No. of cells	144 (6"24)
Frame technology	Aluminum, silver anodized
Front / Back glass	2.0/2.0 mm
Cable length (including connector)	Portable: (+) 1350 mm (-) 1250 mm; Customized length
Cable diameter (IEC/UL)	4 mm <sup>2</sup> / 12 AWG
Maximum mechanical test load	5400 Pa (front) / 2400 Pa (back)
Connector type (IEC/UL)	MC4 (Standard) / MC4-EVO2A (Optional)
Module weight	32.1 kg
Packing unit	36 pcs / box (Subject to sales contract)
Weight of packing unit (for 40'HQ container)	1215 kg
Modules per 40' HQ container	720 pcs

① Refer to Astronergy crystalline installation manual or contact technical department.  
Maximum Mechanical Test Load=1.5×Maximum Mechanical Design Load.

**Electrical Specifications**

**STC:** Irradiance 1000W/m<sup>2</sup>, Cell Temperature 25° C, AM=1.5

	560	565	570	575	580
Rated output (Pmpp / Wp)	560	565	570	575	580
Rated voltage (Vmp / V)	42.44	42.61	42.77	42.94	43.11
Rated current (Imp / A)	13.20	13.26	13.33	13.39	13.45
Open circuit voltage (Voc / V)	50.50	50.70	50.90	51.10	51.30
Short circuit current (Isc / A)	13.93	14.02	14.10	14.19	14.28
Module efficiency	21.7%	21.9%	22.1%	22.3%	22.5%

**NMOT:** Irradiance 800W/m<sup>2</sup>, Ambient Temperature 25° C, AM=1.5, Wind Speed 1m/s

	421.1	424.9	428.6	432.4	436.2
Rated output (Pmpp / Wp)	421.1	424.9	428.6	432.4	436.2
Rated voltage (Vmp / V)	39.94	40.10	40.26	40.42	40.59
Rated current (Imp / A)	10.54	10.60	10.65	10.70	10.75
Open circuit voltage (Voc / V)	47.97	48.16	48.35	48.54	48.73
Short circuit current (Isc / A)	11.25	11.32	11.39	11.46	11.53

**Electrical Specifications (Integrated power)**

Pmpp gain	Pmpp / Wp	Vmp / V	Imp / A	Voc / V	Isc / A
5%	599	42.77	13.99	50.90	14.10
10%	627	42.77	14.66	50.90	15.48
15%	656	42.78	15.32	50.91	16.18
20%	684	42.78	15.99	50.91	16.88
25%	713	42.78	16.65	50.91	17.58

Electrical characteristics with different rear power gain (reference to 570W)

**Temperature Ratings (STC)**

Temperature coefficient (Pmpp)	-0.29%/°C	No. of diodes	3
Temperature coefficient (Isc)	+0.043%/°C	Junction box IP rating	IP 68
Temperature coefficient (Voc)	-0.25%/°C	Max. series fuse rating	30 A
Nominal module operating temperature (NMOT)	41±2°C	Max. system voltage (IEC/UL)	1500V <sub>DC</sub>

**Operating Parameters**

Temperature coefficient (Pmpp)	-0.29%/°C	No. of diodes	3
Temperature coefficient (Isc)	+0.043%/°C	Junction box IP rating	IP 68
Temperature coefficient (Voc)	-0.25%/°C	Max. series fuse rating	30 A
Nominal module operating temperature (NMOT)	41±2°C	Max. system voltage (IEC/UL)	1500V <sub>DC</sub>

© Chint New Energy Technology Co., Ltd. Reserves the right of final interpretation, please contact our company to use the latest version for contract.  
<https://www.chint-newenergy.com>

202204

### 5.3.2 Strutture di sostegno dei moduli fotovoltaici

Un punto fondamentale delle strutture di sostegno è quello di garantire inclinazione e orientamento ottimale per i moduli fotovoltaici. Vista la latitudine della Regione in cui è presentato il progetto, al fine di aumentare la captazione dell'energia solare anche nella prima parte della mattinata e nelle ultime ore pomeridiane, sono state proposte strutture ad inseguimento mono-assiale est-ovest.

La struttura di sostegno è stata quindi progettata partendo dai presupposti sopra descritti.

La fondazione della struttura verrà realizzata con pali metallici (o viti) di opportuna lunghezza infissi nel terreno. La dimensione ed il modello delle fondazioni sono state determinate in sede di calcolo strutturale.

Per il montaggio dei pali sarà utilizzato uno speciale macchinario in grado di trasmettere al palo la forza necessaria per essere inserito nel terreno.

Le innumerevoli applicazioni del fotovoltaico fanno sì che le strutture di supporto e sostegno dei moduli siano, per geometria e concezione, personalizzate per ogni singolo progetto. Qualunque sia la struttura di sostegno prescelta, quest'ultima deve essere in grado di reggere il proprio peso nonché di resistere alle sollecitazioni esercitate da fattori esterni quali:

- la neve che può comportare sollecitazioni di carico dovute all'accumulo sulla superficie dei moduli;
- la pressione dovuta all'azione del vento agente sul piano dei moduli che si traduce in quel fenomeno chiamato "effetto vela".

Da non sottovalutare per esempio, nella scelta dei materiali, è anche l'eventualità della presenza di azioni corrosive sulle parti metalliche della struttura che ne pregiudicherebbero la stabilità nel tempo.

Le Norme Tecniche per le Costruzioni (NTC) di cui al decreto del Ministero delle infrastrutture e dei trasporti 17 gennaio 2018 e la CIRCOLARE 21 gennaio 2019, n. 7 C.S.LL.PP. Istruzioni per l'applicazione dell'«Aggiornamento delle "Norme tecniche per le costruzioni"» di cui al decreto ministeriale 17 gennaio 2018 stabiliscono i criteri per i carichi permanenti, carico d'esercizio, sovraccarico neve e azioni termiche.

Per la realizzazione dell'impianto si è scelto una struttura ad inseguimento mono-assiale in grado di produrre più energia per metro quadro grazie al rivoluzionario design mono assiale e a moduli solari ad alta efficienza.

La struttura permette di ridurre le zone di ombra e consente di posizionare gli inseguitori ad una distanza ravvicinata, occupando 20% di terreno in meno rispetto ai sistemi convenzionali ad inclinazione fissa in silicio cristallino e 60% in meno rispetto a quelli a film sottile. Il sistema adottato a parità di potenza installata consente un minor consumo di terreno utilizzato ed una manutenzione minima.

ILIOS S.r.l.


**Sede Legale:**  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

**Sede Operativa:**  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

**Telefono:** +39 080 8935086  
**E-mail:** [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
**PEC:** [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

**CCIAA di Milano Monza Brianza Lodi**  
**C.F. e P.IVA** 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	12 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

Questa tecnologia elettromeccanica consente di seguire ogni giorno l'esposizione solare Est-Ovest su un asse di rotazione Nord-Sud, posizionando così i pannelli sempre con la perfetta angolazione e massimizzando la producibilità e la resa del campo.

L'inseguitore è dotato di una barra centrale, mossa da un attuatore, che trasmette il movimento a diverse file (inseguitore multifila). In caso di inseguitore monofila ciascuna fila avrà il proprio attuatore. La rotazione massima permessa è di  $\pm 60^\circ$  circa. Le fondazioni saranno realizzate mediante pali ad infissione nel terreno, senza necessità di opere in calcestruzzo.

Le strutture in oggetto saranno disposte secondo file parallele sul terreno; la distanza tra le file è calcolata ottimizzando i fenomeni di ombreggiamento che interessano le fila adiacenti e risulta pari a 9 m.

Una caratteristica avanzata di questi inseguitori è detta **backtracking**, per ottimizzare il problema degli ombreggiamenti che inevitabilmente le file di moduli fotovoltaici causano all'alba e al tramonto sollevandosi verso l'orizzonte. Questa tecnica prevede che i servomeccanismi orientino i moduli in base ai raggi solari solo nella fascia centrale della giornata, ma invertano il tracciamento a ridosso di alba e tramonto in modo tale da evitare tutto l'anno che le strutture si facciano ombra tra di loro.

I layout di campo con inseguitori monoasse orizzontali sono molto flessibili. La semplice geometria permette di mantenere tutti gli assi di rotazione paralleli l'uno all'altro in modo da posizionare opportunamente i tracker l'uno rispetto all'altro.

Le peculiarità delle strutture di sostegno sono:

- riduzione dei tempi di montaggio alla prima installazione;
- facilità di montaggio e smontaggio dei moduli fotovoltaici in caso di manutenzione;
- meccanizzazione della posa;
- ottimizzazione dei pesi;
- miglioramento della trasportabilità in sito;
- possibilità di utilizzo di bulloni antifurto.

Le caratteristiche generali della struttura sono:

- materiale: acciaio zincato a caldo;
- tipo di struttura: Tracker fissata su pali;
- escursione dell'inclinazione rispetto al piano orizzontale:  $\pm 55^\circ$ ;
- Esposizione (azimuth):  $0^\circ$ ;
- Altezza min: 2,5 m (rispetto al piano di campagna).

I materiali delle singole parti saranno armonizzati tra loro per quanto riguarda la stabilità, la resistenza alla corrosione e la durata nel tempo.


La figura seguente mostra un impianto realizzato con questo tipo di inseguitore.



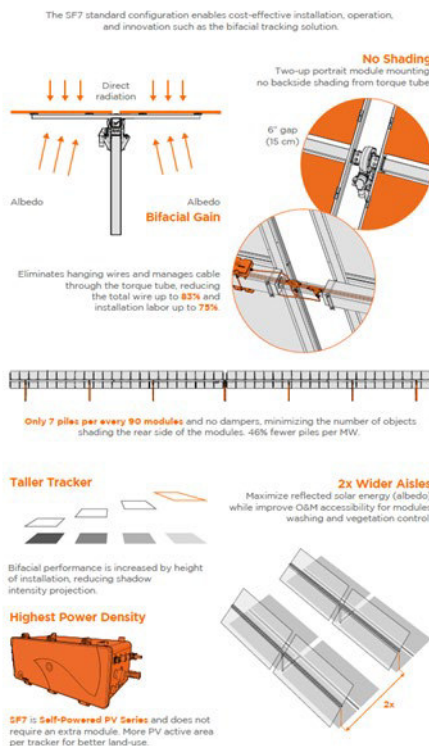
*Figura 2: Esempio di installazione strutture - viste*

Per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato ITOMY171.PFTE\_11\_STRUTT\_RCPS – “Relazione Calcoli Preliminari Strutture”.



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	13 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171			Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI					

## Bifacial Yield Boost



www.soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec America LLC • SF7.305086US



UNITED STATES  
5800 Las Positas Road  
Livermore, CA 94551  
usa@soltec.com  
+1 910 440 9200

SPAIN (Murcia)  
info@soltec.com  
+34 968 603 153 (Madrid)  
email@soltec.com  
+34 91 449 72 03

BRAZIL  
brasil@soltec.com  
+55 071 3026 4900

MEXICO  
mexico@soltec.com  
+52 1 55 5557 3144

CHILE  
chile@soltec.com  
+56 2 25738559

PERU  
peru@soltec.com  
+51 1422 7279

INDIA  
india@soltec.com  
+91 124 4568202

AUSTRALIA  
australia@soltec.com  
+61 2 9067 8811

CHINA  
china@soltec.com  
+86 21 66285799

ARGENTINA  
argentina@soltec.com  
+54 9 114 889 1476

EGYPT  
egypt@soltec.com

B&V Bankability report  
DNV GL Technology  
Review available  
RWDI WIND TUNNEL TESTED  
2 year background  
Industrial operation



## TECHNICAL DATASHEET



SPAIN / Headquarters  
Pol. Ind. La Serrera  
Cabrera Campillo, s/n, 30500  
Molina de Segura, Murcia, Spain  
info@soltec.com  
+34 968 603 153

MADRID  
Núñez de Balboa 35, 1A  
28001 Madrid  
email@soltec.com  
+34 91 449 72 03

UNITED STATES  
usa@soltec.com  
+1 910 440 9200

BRAZIL  
brasil@soltec.com  
+55 071 3026 4900

MEXICO  
mexico@soltec.com  
+52 1 55 5557 3144

CHILE  
chile@soltec.com  
+56 2 25738559

PERU  
peru@soltec.com  
+51 1422 7279

INDIA  
india@soltec.com  
+91 124 4568202

AUSTRALIA  
australia@soltec.com  
+61 2 9275 8806

CHINA  
china@soltec.com  
+86 21 66285799

ARGENTINA  
argentina@soltec.com  
+54 9 114 889 1476

EGYPT  
egypt@soltec.com

B&V Bankability report  
DNV GL Technology  
Review available  
RWDI WIND TUNNEL TESTED



### MAIN FEATURES

Tracking System	Horizontal Single-Axis with independent rows
Tracking Range	up to $\pm 60^\circ$
Drive System	Enclosed Slewing Drive, DC Motor
Power Supply	PV Series Self-powered Supply 2.0
Optional:	120/240 Vac or 24 Vdc power-cable
Tracking Algorithm	Astronomical with TeamTrack® Backtracking
Communication	Open Thread
Full Wireless	Optional: RS-485 Full Wired
RS-485 cable not included in Soltec scope	
Wind Resistance	Per Local Codes
Land Use Features	
Independent Rows	YES
Slope North-South	up to $\pm 17^\circ$
Slope East-West	Unlimited
Ground Coverage Ratio	Configurable. Typical range: 30-50%
Foundation	Driven Pile   Ground Screw   Concrete
Temperature Range	
Standard	-4°F to +131°F   -20°C to +55°C
Extended	-40°F to +131°F   -40°C to +55°C
Availability	>99%
Modules	Standard: 72 / 78 cells   Optional: 60 Cells, Crystalline, Thin Film (Solar Frontier, First Solar and others)

### MODULE CONFIGURATIONS

	Length	Height	Width		Length	Height	Width
2x28	29.2 m (96' 10")			2x42	43.6 m (143')		
2x29	30.2 m (99' 1")	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")	2x43.5	45.6 m (149' 7")	4.1 m (13' 4")	4.1 m (13' 4")
2x30	31.4 m (103')			2x45	46.7 m (153' 3")		

### SERVICES

Pull Test Plan	Commissioning Plan
Factory Support Plan	Operation & Maintenance Plan
Onsite Advisory Plan	Tracker Monitoring System Plan
Construction Plan	Solmate Customer Care

### MAINTENANCE ADVANTAGES

Self-lubricating Bearings  
Face to Face Cleaning Mode  
2x Wider Aisles

### WARRANTY

Structure 10 years (extendable)  
Motor 5 years (extendable)  
Electronics 5 years (extendable)

soltec.com

Contents subject to change without prior notice © Soltec Energías Renovables • SF7.20101V7

## 5.3.3 Inverter

Il gruppo di conversione della corrente continua in corrente alternata (o inverter) effettua la conversione della forma d'onda elettrica, da continua in alternata, trasferendo la potenza del generatore fotovoltaico alla rete del distributore.

L'apparecchiatura selezionata sarà un inverter trifase da **300 kVA** nominali, di marca **HUAWEI** modello **SUN2000-330KTL-H1** o similare. Gli inverter verranno posizionati sulle strutture in maniera tale da ridurre le perdite e le sezioni dei cavi nei tratti in continua.

L'inverter sarà dotato di un sistema multi MPPT per un complessivo di **6**.

Ogni stringa è formata da n. **26** moduli connessi in serie, i cui parametri di funzionamento sono indicati nel datasheet seguente.

Gli inverter utilizzati sono in grado di seguire il punto di massima potenza del proprio campo fotovoltaico sulla curva I-V caratteristica (funzione MPPT) e costruiscono l'onda sinusoidale in uscita con la tecnica PWM, così da ottenere l'ampiezza delle armoniche entro valori stabiliti dalle norme. Tali inverter sono idonei a trasformare la corrente continua prodotta dalle celle solari in corrente alternata utilizzabile e compatibile con la rete, in conformità ai requisiti normativi tecnici e di sicurezza applicabili.

I valori della tensione e della corrente di ingresso di queste apparecchiature sono compatibili con quelli dei rispettivi campi fotovoltaici.

La potenza in uscita dall'inverter si riduce lievemente fino ad arrivare a 50°C, grazie al sovradimensionamento degli IGBT, al disegno meccanico e al sistema di ventilazione. A partire da 50 °C si ha un "derating".

La gestione e il supporto di rete è un'altra funzione molto importante di cui è dotato l'inverter. Per questo è dotato di interfaccia di controllo di potenza (PCI) capace di seguire le istruzioni che provengono dall'operatore di rete.

L'inverter è capace di regolare la potenza attiva in funzione della frequenza di rete, in conformità con la normativa vigente. In caso di buchi di tensione o guasti in rete, l'inverter avrà la possibilità di immettere potenza reattiva per contribuire alla stabilità della rete stessa.

Si specifica che, in fase esecutiva, soprattutto in riferimento alla situazione di mercato al momento dell'acquisto dei componenti, potrà essere scelta una diversa tipologia di inverter. Tale scelta sarà comunque effettuata tenendo conto della potenza massima installabile prevista in fase di progettazione ed in modo che siano garantite ottime prestazioni di durata e producibilità.

ILIOS S.r.l.

Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)


Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: info@iliositalia.com  
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869





Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	14 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171					Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

In ogni caso in progetto potrà essere prevista l'installazione di reattanze shunt, nel caso in cui ad impianto fermo, in corrispondenza della potenza attiva  $P=0$ , la potenza reattiva immessa risulti superiore a 0,5 MVar o nel caso in cui la capacità del collegamento in cavo risulti superiore a 4,4  $\mu F$ , così come descritto dal paragrafo 6.1.2. dell'allegato A.68 del CdR.

La parte elettronica dell'inverter rimarrà completamente isolata dall'esterno, realizzando così una protezione massima senza l'ausilio di filtri antipolvere.

Gli inverter di marca **HUAWEI** modello **SUN2000-330KTL-H1** hanno la peculiarità di essere predisposti per il funzionamento senza la necessità di utilizzare a monte dei quadri di stringa. Questo è possibile in quanto Huawei ha disegnato un inverter che prevede l'ingresso di dirette stringhe disposte per 6 MPPT.

A protezione delle stringhe sono previsti 2 Switch che costituiscono parte del sistema di protezione SSLD (Smart String Level Disconnect). Il sistema SSLD rileva in tempo reale la presenza di un cortocircuito aprendo il circuito tramite lo Switch.

Il sistema rispetta le norme IEC 62548 e IEC 60947-2.

La protezione per le sovratensioni è garantita sia lato DC che lato AC grazie alla presenza di 14 DC SPD e 4 AC SPD entrambi con corrente nominale In di 20 kA.

Di seguito sono riportate le caratteristiche dell'inverter selezionato:



### 5.3.4 Trasformatore BT/AT

Il trasformatore è quel dispositivo statico che porta la tensione della corrente in uscita ai valori opportuni per la connessione alla rete. Nel caso specifico del progetto in esame, è prevista l'installazione di trasformatori in olio 36 kV con tensione massima di isolamento fino a 40,5 kV (Um). I trasformatori saranno collegati ad una centrale di distribuzione primaria interna (che può essere definita come la "Stazione Utente 36 kV"), che ospiterà i quadri elettrici AT, i dispositivi di manovra e di sicurezza, UPS, ecc., in conformità ai requisiti ed agli standard tecnici del Codice di Rete (TERNA), che costituirà l'interfaccia Utente rispetto al punto di connessione alla RTN.

In particolare, l'insieme del quadro di ingresso linee inverter, del trasformatore e delle apparecchiature di sezionamento e protezione saranno installati in cabine di campo, possibilmente in skid aperti (per eventuali approfondimenti legati all'impatto acustico si rimanda all'elaborato **ITOMY171.PTFE\_ALTRO\_SIA\_VPI\_ACUSTICO – "Valutazione Previsionale di Impatto Acustico"**).

In progetto sono previsti (7) trasformatori in olio di taglia pari a 2.760 kVA.

ILIOS S.r.l.


**Sede Legale:**  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

**Sede Operativa:**  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

**Telefono:** +39 080 8935086  
**E-mail:** [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
**PEC:** [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

**CCIAA di Milano Monza Brianza**  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	15 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171					Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

Trasformatori 2760 kVA	
Frequenza nominale:	50 Hz
Potenza nominale:	2760 kVA
Tensione nominale avvolgimento primario:	36 kV
Tensione nominale avvolgimento secondario:	800 V
Classe ambientale:	E1 (Bassa formazione di condensa e basso inquinamento)
Classe climatica:	C2 (possono essere alimentati, stoccati e trasportati in condizioni climatiche fino a -25°C)
Classe di comportamento al fuoco:	F1 (trasformatore soggetto a rischio di incendio ed è richiesta un'inflammabilità ridotta. L'incendio al trasformatore deve essere estinto in un lasso di tempo specifico)

*Tabella 5: Caratteristiche dei trasformatori*

La figura sottostante rappresenta il trasformatore selezionato.

MV POWER STATION  
2660-S2 / 2800-S2 / 2930-S2 / 3060-S2



*Figura 3: Trasformatore selezionato*

Si specifica che, per quanto riguarda le opere di distribuzione elettrica primaria a 36 kV (Stazione Utente 36 kV interna), in fase esecutiva, le opportunità di mercato potranno portare a scegliere differenti soluzioni tecniche e tecnologiche, in particolare potrà essere valutato anche l'utilizzo di soluzioni "plug-&play", come ad esempio unità container e/o chioschi compatti, conformi al Codice di Rete, pre-assemblati, di idoneo grado di protezione, tali da facilitare le operazioni di installazione e cablaggio, una più agevole manutenzione e, non per ultimo, una più semplice dismissione.

#### 5.4 CABINE ELETTRICHE DI TRASFORMAZIONE E DISTRIBUZIONE

I trasformatori BT/AT saranno disposti in skids aperti, aventi indicativamente dimensioni pari a 6058x2896x2483 mm (WxHxD) uno per ogni sottocampo presente nell'impianto.

Gli skid saranno quindi collegati alla centrale di distribuzione primaria (che può essere definita come la "Stazione Utenza 36 kV"), le cui dimensioni saranno conformi agli standard tecnici con caratteristiche desumibili dagli elaborati allegati.

Si prevede che le pareti della Stazione Utenza, sia interne che esterne, saranno di spessore non inferiore a 7-8 cm mentre il tetto, di spessore non inferiore 6-7 cm, sarà a corpo unico con il resto della struttura, impermeabilizzato con guaina bituminosa elastomerica applicata a caldo per uno spessore non inferiore a 4 mm e successivamente protetta. Il pavimento sarà dimensionato per sopportare un carico concentrato di 50 kN/mq ed un carico uniformemente distribuito non inferiore a 5 kN/mq.

Sul pavimento saranno predisposte apposite finestrate per il passaggio dei cavi, complete di botola di accesso al vano cavi. L'armatura interna del monoblocco sarà elettricamente collegata all'impianto di terra, in maniera tale da formare una rete equipotenziale uniformemente distribuita su tutta la superficie.

I materiali da utilizzare per le porte e le griglie saranno in vetroresina stampata o lamiera zincata (norma CEI 11-1 e DPR 547/55 art. 340), ignifughe ed autoestinguenti.

In ogni caso il manufatto dovrà presentare una notevole rigidità strutturale ed una grande resistenza agli agenti esterni atmosferici che lo renderanno adatto all'uso anche in ambienti con atmosfera inquinata ed aggressiva.

ILIOS S.r.l.


**Sede Legale:**  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

**Sede Operativa:**  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

**Telefono:** +39 080 8935086  
**E-mail:** info@iliositalia.com  
**PEC:** iliositalia@legalmail.it

**CCIAA di Milano Monza Brianza**  
Lodi  
**C.F. e P.IVA** 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	16 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171			Cod. Documento:			ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

#### 5.4.1 Servizi ausiliari

L'impianto sarà munito di servizi ausiliari composti essenzialmente dalle apparecchiature elettriche interne alle cabine e da quelle necessarie ai fini della sorveglianza e al monitoraggio del parco.

Le principali apparecchiature da alimentare nelle cabine sono: illuminazione, monitoraggio impianto, ventilazione trasformatori, UPS, servizi inverter, telecamera per TVCC, sensori antifumo, antiallagamento e anti- intrusione.

Per quanto riguarda la sorveglianza, potranno essere installate diverse telecamere fisse in grado di sorvegliare il perimetro dell'impianto; su ogni telecamera potrà essere installato un faro nella direzione della stessa in grado di illuminare l'area esclusivamente in presenza di un allarme.

Inoltre, si valuterà l'ipotesi di installare telecamere di tipo DOM a sorveglianza dell'intero impianto. La protezione perimetrale include anche sistema antintrusione con sensori a micro-onde e infrarosso (opzionale) o eventuali altri sistemi con tecnologie diverse.

Verranno valutate eventuali installazioni di stazioni meteo, composte da: un tac oanemometro (misura della velocità del vento), un gonioanemometro (misura la direzione e velocità del vento), un barometro elettronico, un sensore temperatura-umidità, due piranometri di classe "secondary standard" in piano, un piranometro inclinato, un sensore di radiazione diffusa secondary standard in piano, due celle di riferimento, un data-logger.

#### 5.4.2 Quadro di parallelo CA

L'uscita di ogni inverter sarà connessa ai quadri di parallelo, integrati sugli skids di trasformazione. La protezione di ogni cavo in uscita dall'inverter è affidata ad un interruttore automatico con corrente nominale In di 400 A, potere di interruzione Ics di 35 kA e potere di interruzione estremo di 50 kA.

A salvaguardia del trasformatore è presente interruttore automatico che lo protegge da eventuali cortocircuiti e sovracorrenti. La corrente nominale In dell'interruttore è di 2900 A e il potere di interruzione Ics = Icu di 50 kA.

A protezione del trasformatore rispetto alle sovratensioni è presente uno scaricatore con corrente nominale In di 20 kA.

#### 5.4.3 Quadro servizi ausiliari

Il quadro di gestione dei servizi ausiliari ha il compito di gestire la protezione ed il sezionamento di tutti i servizi di supporto alla sezione di produzione del campo quali:

- sistema antintrusione e video controllo;
- gruppo di continuità per l'alimentazione delle protezioni di interfaccia SPI e SPG;
- sistema di monitoraggio della produzione;
- illuminazione notturna.

Ogni skid di sottocampo sarà corredato di n.1 quadro per l'alimentazione dei servizi ausiliari.

#### 5.4.4 Dispositivi di misura

Un impianto fotovoltaico collegato deve avere uno o più gruppi di misura per contabilizzare l'energia scambiata (sia prelevata, sia immessa) con la rete del Distributore.

In particolare, in parallelo alla rete è necessario misurare l'energia fotovoltaica immessa in rete, mentre a discrezione del produttore è possibile inserire dei gruppi di misura per la rilevazione dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico o per l'energia necessaria ai vari servizi ausiliari del campo fotovoltaico, in base alle esigenze di monitoraggio e controllo dell'impianto stesso.

Pertanto, al fine del rilevamento dell'energia prodotta dall'impianto fotovoltaico e della ulteriore valorizzazione, relativa alla vendita, saranno installati dei misuratori in grado di rilevare tali grandezze all'interno della cabina di raccolta.

Ulteriori gruppi di misura potranno essere inseriti a discrezione del produttore.

Nella cabina suddetta verrà installato un gruppo di misura di classe 0,2 per la misura dell'energia prodotta dall'intero impianto, oltre che i contatori UTF per il controllo del consumo del trasformatore dei servizi ausiliari.

### 5.5 Elettrodotti interni all'impianto (distribuzione primaria AT 36 kV)

#### 5.5.1 Conduttori/Elettrodotti AT 36 kV interni


Tutti gli skid di trasformazione BT/AT saranno collegati alla Stazione Utente di distribuzione primaria a 36 kV, posta in prossimità della SS Romana Nord a Nord dell'impianto agrivoltaico, mediante un elettrodotto alla tensione di esercizio di 36 kV.

Il cavidotto esterno, invece, verrà realizzato per connettere la stazione di distribuzione al futuro ampliamento a 36 kV della SE Terna "Carpì-Fossoli". Tale linea, a 36 kV, seguirà l'andamento descritto dalle tavole allegate.

Le linee AT, per i collegamenti interni tra trasformatori e la Stazione Utente 36 kV, saranno realizzate con cavi unipolari in alluminio, direttamente interrati. Considerato che Terna ha introdotto solo recentemente lo "standard" 36 kV per le connessioni attive (TICA), in attesa

ILIOS S.r.l.			
<b>Sede Legale:</b> Via Montenaполеone 8, 20121, Milano (MI)	<b>Sede Operativa:</b> Via Massimo D'Azeglio 2, 70017, Putignano (BA)	<b>Telefono:</b> +39 080 8935086 <b>E-mail:</b> info@iliositalia.com <b>PEC:</b> iliositalia@legalmail.it	<b>CCIAA di Milano Monza Brianza Lodi</b> C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	17 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

che i maggiori produttori di apparecchiature elettriche e cavi immettano sul mercato prodotti conformi ai requisiti previsti dal CDR (aggiornato ai sistemi AT 36 kV), nella scelta circa i cavi AT 36 kV da impiegare per il progetto in esame, si è deciso di optare per cavi di tipo **A2XS(FL)2Y HDPE (26/45 kV)** conforme allo standard IEC 60840.

I cavi saranno interrati direttamente con profondità di interrimento non inferiore a 1 m. Le condizioni di posa saranno conformi alla modalità di posa prevista dalla norma CEI 11-17 per i sistemi di II categoria.

I cavi avranno sezione opportuna di modo che la portata nominale (nelle condizioni di posa previste) sia sufficiente a trasportare la corrente in condizioni di normale funzionamento.

La protezione da sovracorrenti (cortocircuito e sovraccarico) avverrà con interruttori di taglia opportuna installati immediatamente a valle dei trasformatori.

La protezione dai contatti diretti e indiretti avverrà grazie alla guaina protettiva di ciascun cavo e dal collegamento a terra dei rivestimenti metallici dei cavi alle estremità di ciascuna linea.

La stessa trincea utilizzata per la posa dei cavi elettrici sarà utilizzata per l'interrimento (in tubazione) di eventuali cavi di controllo e comunicazione, utilizzati per la trasmissione di dati.

## 5.6 ELETTRODOTTI INTERNI ALL'IMPIANTO (DISTRIBUZIONE SECONDARIA BT – DC/AC)

### 5.6.1 Conduttori DC (lato BT)

I collegamenti tra pannelli e gli inverter di stringa dovranno essere realizzati con conduttore con guaina isolante resistente ai raggi UV, al fine di garantire le prestazioni di durata richieste. La sezione sarà tale da garantire una caduta di tensione minima.

Il cavo solare da utilizzare dovrà essere del tipo **H1Z2Z2-K** da 35 mm<sup>2</sup> utilizzabile per impianti fino a 1500 V c.c., conformemente ai requisiti previsti dal Regolamento Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11).

I cavi H1Z2Z2-K utilizzati per l'interconnessione dei moduli fotovoltaici devono essere fascettati (per mezzo di fascette resistenti ai raggi UV, ossia con alto contenuto di grafite) alle strutture di sostegno degli stessi, mentre i cavi di prolungamento di ognuna delle stringhe confluiscono verso gli inverter con percorso prima libero (eventualmente su passerelle porta-cavi, posizionate sulle stesse strutture di sostegno) e poi in cavidotti di protezione in PVC del tipo corrugato interrato.

I cavi impiegati per il collegamento tra i moduli di stringa, posati nella parte posteriore dei moduli stessi, tengono conto che la temperatura del cavo può raggiungere anche 70 °C. Tali cavi verranno quindi raccolti nei quadri di parallelo stringa posizionati in prossimità delle strutture in posizione baricentrica o, come nel caso dell'inverter selezionato, inglobati all'interno dell'inverter stesso.




Figura 4: Conduttori DC (lato BT)

### 5.6.2 Conduttori AC (lato BT)

I cavi che realizzano il collegamento tra gli inverter ed i quadri di parallelo AC (QP), inglobati sugli skid di trasformazione, saranno in alluminio e dimensionati in modo da supportare le correnti previste nelle rispettive condizioni di posa e conformi alle norme CEI 20-13, CEI 20-22 II e CEI 20-37 I. con marchiatura IMQ, colorazione delle anime secondo norme UNEL, e grado d'isolamento di 24 kV; tali cavi saranno direttamente interrati e del tipo **ARG16R16 Unipolari – 0,6/1 kV** di sezione 185 mm<sup>2</sup>.

Tale tipologia di cavo risulta adatto per il trasporto di energia nell'industria, nei cantieri, nell'edilizia residenziale con installazione fissa all'interno e all'esterno, su murature e strutture metalliche, su passerelle, tubazioni, canalette e sistemi simili.

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	18 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171			Cod. Documento:			ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				



*Figura 5: Conduttori CA (lato BT)*

### 5.6.3 Modalità di posa degli elettrodotti interni

Il cavidotto sia interno che esterno sia in Bassa che in Alta Tensione viene dimensionato nel rispetto della norma CEI 11-17 e seguirà tipologie di posa diverse, a seconda della destinazione.

Il cavidotto interno in AT sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati con protezione meccanica supplementare, in grado di sopportare, in relazione alla profondità di posa, le sollecitazioni derivanti dai carichi statici, dal traffico veicolare o da attrezzi manuali di scavo.

La posa verrà eseguita in uno scavo di profondità 1,60 m e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti.

Durante l'esecuzione degli scavi si provvederà ove necessario alla messa in opera di idonee casse-formi onde evitare franamenti e danni.

La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- strato di sabbia vagliata di 5-10 cm;
- cavi posati a trifoglio direttamente sullo strato di sabbia;
- posa coppella protettiva;
- strato di sabbia;
- posa del tubo corrugato del diametro di 5 cm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione;
- strato di sabbia non vagliata di 10 cm;
- riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 20 cm;
- nastro segnaletico;
- riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale (bynder e tappetino di usura) ove necessario.

Le strade attraversate saranno ripristinate come ante operam e, in particolare:

- per eventuali strade sterrate si provvederà al rinterro con materiale di scavo e alla compattazione del terreno;
- per le strade bitumate si provvederà al rinterro con misto granulometrico selezionato e ripristino della pavimentazione stradale.


Durante le operazioni di ripristino verranno posti in opera i segna-cavi in ghisa in modo tale da permettere l'individuazione del tracciato delle linee.

L'energia prodotta da ciascun generatore fotovoltaico viene trasformata in alta tensione per mezzo dei trasformatori in appositi skid aperti e quindi trasferita ai quadri di alta tensione a **36 kV**.

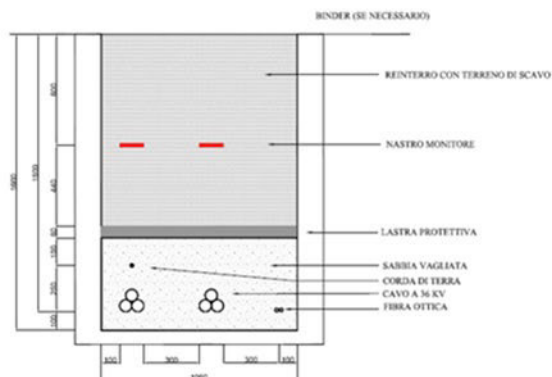
I cavi elettrici saranno posati in cavidotti interrati il cui scavo avrà profondità di 1,6 m ed una larghezza variabile in funzione del numero di terne. La larghezza complessiva dello scavo sarà pari, indicativamente, a:

- 0,47 m nel caso di una singola terna di cavi;
- 0,79 m nel caso di due terne di cavi;
- 1,10 m nel caso di tre terne di cavi;
- 1,75 m nel caso di cinque terne di cavi



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	19 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO A 36 KV SU STRADA STERRATA  
2 TERNE



SEZIONE TIPICA CAVIDOTTO A 36 KV SU STRADA ASFALTATA  
2 TERNE

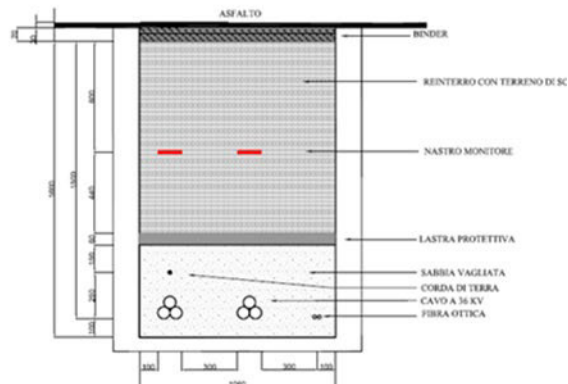



Figura 6: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (2 terne di cavi) – elettrodotti interni

All'interno dello stesso scavo verranno posate la corda di terra (in rame nudo), il nastro segnalatore ed il cavo di trasmissione dati.



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	20 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

## 6. IMPIANTO DI TERRA

Si possono individuare diversi impianti di terra e precisamente:

- impianto di terra per l'impianto fotovoltaico;
- impianto di terra per gli skids;
- impianto di terra per la Stazione Utente;

### 6.1 IMPIANTO DI TERRA DELL'IMPIANTO FOTOVOLTAICO

L'impianto elettrico è del tipo TN-S con centro stella del trasformatore collegato a terra e conduttore di protezione separato dal conduttore di neutro.

I pannelli fotovoltaici, essendo in classe di isolamento II, non saranno collegati all'impianto di messa a terra. Gli inverter e i trasformatori saranno tutti dotati di scaricatori di sovratensione, coordinati con il sistema di alimentazione e la protezione da realizzare.

Tutti gli elementi dell'impianto di terra sono interconnessi tra loro in modo da formare un impianto di terra unico.

#### Nodi di terra

Saranno costituiti da bandelle di rame forate per il collegamento a morsetti imbullonati, installati in apposite cassette opportunamente segnalate.

#### Conduttore di protezione

Il conduttore PE tra il collettore di terra principale e il quadro generale fotovoltaico seguirà lo stesso percorso dei cavi di energia.

Il collettore principale di terra sarà posto in corrispondenza del quadro generale fotovoltaico e ad esso faranno capo i conduttori di protezione principali.

Per i rimanenti circuiti si adotteranno conduttori PE della stessa sezione dei conduttori di fase. Nel caso in cui il conduttore di protezione sia comune a più circuiti la sezione sarà pari a quella del conduttore di fase di sezione maggiore fino a 16 mm<sup>2</sup>.

I conduttori di protezione saranno costituiti da corda di rame isolata in PVC colore giallo-verde tipo N07V-K.

#### Collegamenti equipotenziali


Gli eventuali collegamenti equipotenziali delle masse metalliche saranno eseguiti mediante corda di rame isolata in PVC tipo N07V-K, sezione minima 6 mm<sup>2</sup>, posata in tubazione in PVC in vista o in canalina metallica.

### 6.2 Impianto di terra skids e Stazione Utente

L'impianto di terra interno della cabina, costituito internamente da una bandella di rame 30x3 mm e da un collettore 50x10 mm, viene realizzato mediante la messa a terra di tutte le incastellature metalliche con cavo N07V-K e morsetti capicorda a compressione di materiale adeguato.

L'impianto di terra esterno è costituito da:

- un dispersore in grado di realizzare un anello in corda di rame nudo da 50 mm<sup>2</sup> (ETP UNI 5649-71), posato ad una profondità di 0.5÷0.8 m e completo di morsetti per il collegamento tra rame e rame.
- morsetti a compressione in rame per realizzare le giunzioni tra i conduttori trasversali alla maglia principale;
- n. 4 dispersori verticali in acciaio zincato (o ramato) H=2m;
- morsetti in rame stagnato o ottone per il collegamento ai dispersori in acciaio;
- n. 4 pozzetti in calcestruzzo armato vibrato di tipo carrabile completi di chiusura.

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	21 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

## 7. SISTEMI DI PROTEZIONE ELETTRICA

### 7.1 Protezione contro il cortocircuito

La protezione contro il cortocircuito, lato corrente continua, è garantita dal sistema SSLD dell'inverter in grado di rilevare in tempo reale la presenza di un cortocircuito aprendo il circuito tramite lo Switch.

Nel circuito in corrente alternata la protezione relativa ai cortocircuiti è garantita dall'interruttore automatico posto nel quadro di bassa tensione relativo agli skids di trasformazione. A valle degli interruttori, per ogni ingresso, è posto l'interruttore generale che protegge il trasformatore.

#### 7.1.1 Sezione dei conduttori di protezione

Il conduttore di protezione, collegato alle strutture di fissaggio dei moduli fotovoltaici, avrà una sezione pari a 6 mm<sup>2</sup>. A valle degli scaricatori di sovratensione, invece, la sezione del conduttore di protezione sarà di 16 mm<sup>2</sup>, per poter assicurare un corretto funzionamento dei dispositivi collegati.

#### 7.1.2 Misure di protezione contro i contatti diretti

Si ha un contatto diretto quando una parte del corpo umano viene a contatto con una parte dell'impianto elettrico normalmente in tensione (conduttori, morsetti, ecc.).

La protezione delle persone contro i contatti diretti con parti attive in tensione sarà assicurata tramite isolamento delle parti medesime. Tale isolamento dovrà essere in grado di sopportare una tensione di prova di 500 V in c.a. per un minuto, così come certificato da istituto di controllo o dichiarato dal costruttore stesso.

Per quanto riguarda l'isolamento da garantire durante l'installazione, si farà uso di nastri isolanti a marchio imq in quantità e nel modo più opportuno a conservare le caratteristiche di isolamento dei materiali costruiti in fabbrica.

Tutte le parti in tensione dovranno essere contenute entro involucri aventi grado di protezione minimo IPXXB (norma CEI 70-1) e apribili solo mediante attrezzo.

#### 7.1.3 Protezione contro i contatti diretti lato corrente alternata e continua

La protezione può essere parziale o totale: la scelta dipende dalle condizioni d'uso e d'esercizio dell'impianto (può essere parziale solo dove l'accessibilità ai locali è riservata a persone addestrate).

La norma CEI 64-8 prevede inoltre quale misura aggiuntiva di protezione contro i contatti diretti l'impiego di dispositivi a corrente differenziale.

#### 7.1.4 Misure di protezione totale

Sono destinate alla protezione di personale non addestrato e si ottengono mediante:

- 1- Isolamento delle parti attive;
- 2- Involucri o barriere.

Per quanto riguarda l'isolamento delle parti attive, è necessario che siano rispettate le seguenti prescrizioni:

- Le parti attive devono essere ricoperte completamente con isolamento che può essere rimosso solo mediante distruzione;
- Gli altri componenti elettrici devono essere provvisti di isolamento volto a resistere alle azioni meccaniche, chimiche, termiche riscontrabili durante l'esercizio.

Se la protezione è garantita mediante involucri o barriere, è necessario che siano rispettate le seguenti prescrizioni:

- Le parti attive devono essere contenute entro involucri o trovarsi dietro barriere con grado di protezione minimo IP2X o IPXXB;
- Le superfici orizzontali di barriere e involucri devono avere grado di protezione minimo IP4X o IPXXD;
- Involucri e barriere devono essere saldamente fissati in modo da garantire la protezione nel tempo;
- Involucri e barriere devono poter essere aperti o rimossi solo mediante l'utilizzo di una chiave o di un attrezzo speciale;
- Il ripristino dell'alimentazione deve essere possibile solo dopo la sostituzione o la richiusura degli involucri e delle barriere;

#### 7.1.5 Misure di protezione parziale

Sono destinate alla protezione di personale addestrato e si ottengono mediante:

- 1- Ostacoli;
- 2- Distanziamento.

Per quanto riguarda l'utilizzo di ostacoli, è necessario che sia impedito l'avvicinamento non intenzionale con le parti attive. Gli ostacoli possono essere rimossi senza una chiave o un attrezzo speciale ma devono essere fissati in modo da impedirne la rimozione accidentale.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	22 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

Il distanziamento deve essere tale che le parti simultaneamente accessibili non risultino a portata di mano.

#### 7.1.6 Misura di protezione aggiuntiva mediante interruttori differenziali

La protezione con interruttori differenziali pur eliminando gran parte dei rischi dovuti ai contatti diretti, non è riconosciuta quale elemento unico di protezione completa e richiede comunque l'abbinamento con una delle misure di protezione di cui ai precedenti paragrafi.

#### 7.1.7 Protezione contro i contatti indiretti

Devono essere protette contro i contatti indiretti tutte le parti metalliche accessibili dell'impianto elettrico e degli apparecchi utilizzatori che normalmente non si trovano in tensione ma che, per cedimento dell'isolamento o per altre cause accidentali, potrebbero trovarsi sotto tensione.

L'impianto in oggetto si configura come sistema TN-S, ovvero sistemi che presentano il neutro collegato direttamente a terra e tutte le masse dell'impianto collegate a terra per mezzo del conduttore di protezione. Pertanto, per la protezione contro i contatti indiretti, si farà ricorso ad una delle misure di seguito indicate, da scegliere in funzione delle caratteristiche del circuito:

- Protezione mediante doppio isolamento: la protezione sarà assicurata con l'utilizzo di apparecchi e componenti aventi doppio isolamento delle parti attive (componenti in Classe II). Detti apparecchi saranno contrassegnati dal doppio quadrato concentrico e non dovranno avere nessuna loro parte collegata all'impianto di terra;
- Interruzione automatica dell'alimentazione: tale protezione prevede che a valle di ogni singolo inverter venga installato un interruttore automatico in grado di interrompere il parallelo dell'inverter con la rete in caso di cedimento dell'isolamento nella sezione in corrente continua;
- Realizzazione dell'impianto di messa a terra: l'intero campo dovrà essere dotato di un impianto di terra al quale saranno collegate tutte le masse metalliche e le masse estranee. Tale impianto dovrà soddisfare le prescrizioni delle vigenti Norme CEI 64-8 e CEI 11-1 e dovrà essere realizzato in maniera da permettere le verifiche periodiche di efficienza;
- Equipotenzialità delle masse estranee: tutte le masse estranee che possono introdurre o trasportare il potenziale di terra, entranti e/o presenti all'interno del campo fotovoltaico, dovranno essere elettricamente collegate all'impianto di messa a terra generale. Il conduttore equipotenziale principale che collega le tubazioni suddette deve avere una sezione non inferiore a metà di quella del conduttore di protezione di sezione più elevata presente nell'impianto, con un minimo di 6 mm<sup>2</sup>.

#### 7.1.8 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata

Per la protezione contro i contatti indiretti lato corrente alternata potranno essere adottate le seguenti misure:

- 1- Protezione mediante interruzione automatica dell'alimentazione. Tale protezione prevede l'utilizzo di interruttori differenziali coordinati con l'impianto di terra in modo da garantire una tensione di contatto non superiore a 50 V per gli ambienti ordinari e 25 V per gli ambienti speciali.  
Inoltre deve essere soddisfatta la relazione  $R_a \cdot I_a < 50 \text{ V}$  dove:
  - i)  $R_a$  = resistenza del dispersore e dei conduttori di protezione;
  - ii)  $I_a$  = corrente che provoca il funzionamento automatico dei dispositivi di protezione;
- 2- Protezione mediante l'impiego di apparecchiature aventi componenti di classe II o isolamento equivalente. Il doppio isolamento che determina la classificazione in classe II deve essere garantito aggiungendo, all'isolamento principale delle parti attive, un secondo isolamento detto supplementare.  
In linea generale gli apparecchi elettrici vengono suddivisi dalle Norme CEI in quattro classi in base al tipo di protezione offerta contro i contatti indiretti:
  - i) Classe 0: apparecchio dotato di isolamento principale e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
  - ii) Classe I: apparecchio dotato di isolamento principale e provvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
  - iii) Classe II: apparecchio dotato di doppio isolamento o di isolamento rinforzato e sprovvisto del morsetto per il collegamento della massa al conduttore di protezione.
  - iv) Classe III: apparecchio destinato ad essere alimentato a bassissima tensione di sicurezza.
- 3- Protezione mediante separazione elettrica. Tale protezione evita correnti pericolose nel caso di contatto con masse che possono andare in tensione a causa di un guasto all'isolamento principale del circuito. E' raccomandato che venga soddisfatta la relazione  $V \cdot L < 100.000$  dove:
  - i)  $V$  = tensione nominale in Volt;
  - ii)  $L$  = lunghezza della conduttura elettrica in m (comunque tale valore deve essere < 500 m).
- 4- Protezione mediante bassissima tensione di sicurezza. Un sistema elettrico è a bassissima tensione se la tensione nominale non supera i 50 V in c.a. e 120 V in c.c. non ondulata e se l'alimentazione proviene da una sorgente SELV (Safety Extra Low Voltage) o PELV (Protective Extra Low Voltage).

#### 7.1.9 Protezione contro i contatti indiretti lato corrente continua

Le masse di tutte le apparecchiature dovranno essere collegate a terra, mediante il conduttore di protezione.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	23 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

Si precisa che, nel caso di generatori fotovoltaici costituenti sistemi elettrici in bassa tensione con moduli dotati solo di isolamento principale, si rende necessario collegare a terra le cornici metalliche dei moduli fotovoltaici, considerandole come masse. Tuttavia è da notare come tale misura sia in grado di proteggere dal contatto indiretto solo contro tali parti metalliche, ma non dà nessuna garanzia contro il contatto diretto sul retro del modulo.

Nel caso invece in cui i moduli siano dotati di isolamento supplementare o rinforzato (classe II), le norme prevedono che le cornici, se metalliche, non vengano messe a terra. L'esperienza consiglia di rendere equipotenziali le cornici dei moduli con la struttura garantendo la sicurezza contro il contatto indiretto nel corso della vita utile dell'impianto fotovoltaico (superiore a 25 anni), nei casi nei quali non si possa escludere a priori l'eventualità che l'isolamento possa decadere nel tempo. L'equipotenzialità delle cornici dei moduli con la struttura di sostegno dei medesimi può essere ottenuta, previa opportuna valutazione del progettista, mediante il normale fissaggio meccanico dei moduli sulla struttura.

#### 7.1.10 Protezione delle condutture elettriche

I conduttori che costituiscono gli impianti devono essere protetti contro le sovracorrenti causate da sovraccarichi e da corto circuiti. In particolare, i conduttori sono stati scelti in modo che la loro portata ( $I_z$ ) sia superiore o almeno uguale alla corrente di impiego ( $I_b$ ) con i valori di corrente calcolati in funzione della massima potenza da trasmettere in regime permanente.

Gli interruttori automatici magnetotermici da installare a loro protezione devono avere una corrente nominale ( $I_n$ ) compresa fra la corrente di impiego del conduttore ( $I_b$ ) e la sua portata nominale ( $I_z$ ) ed inoltre devono avere una corrente di funzionamento ( $I_f$ ) minore o uguale a 1.45 volte la portata ( $I_z$ ).

Il potere di interruzione deve essere superiore a quello calcolato nel punto di installazione, in modo da garantire che nei conduttori non vengano mai a verificarsi valori di temperatura pericolosi. Gli interruttori sono inoltre dimensionati per garantire una buona selettività.

#### 7.1.11 Messa a terra dell'impianto agrivoltaico

Il campo fotovoltaico sarà gestito come sistema it, ovvero con nessun polo connesso a terra. Le stringhe saranno costituite dalla serie di singoli moduli fotovoltaici e singolarmente sezionabili, provviste di protezioni contro le sovratensioni per mezzo di scaricatori di sovratensione di classe II.

E' prevista la separazione galvanica tra la parte in corrente continua dell'impianto e la rete; tale separazione può essere sostituita da una protezione sensibile alla corrente continua solo nel caso di impianti monofase.

Soluzioni tecniche diverse da quelle sopra suggerite sono adottabili, purché nel rispetto delle norme vigenti e della buona regola dell'arte.

Le cornici dei moduli fotovoltaici saranno rese equipotenziali con la struttura metallica di sostegno mediante una corretta imbullonatura (utilizzo di rondelle a punta che rimuovono lo strato passivato sulle cornici) e collegate a terra attraverso un conduttore di protezione di opportuna sezione.


Il funzionamento di un impianto di produzione in parallelo alla rete del distributore è subordinato a precise condizioni tra le quali hanno particolare rilevanza le seguenti:

- il regime di parallelo non deve causare perturbazioni al servizio sulla rete del Distributore, in caso contrario il collegamento con la rete del Distributore stessa si dovrà interrompere immediatamente ed automaticamente; pertanto, ogniquale volta l'impianto del Cliente Produttore è sede di guasto o causa di perturbazioni si dovrà sconnettere senza provocare l'intervento delle protezioni installate sulla rete del Distributore;
- il regime di parallelo dovrà altresì interrompersi immediatamente ed automaticamente ogniquale volta manchi l'alimentazione della rete da parte del Distributore o i valori di tensione e frequenza della rete stessa non siano compresi entro i valori consentiti;
- in caso di mancanza di tensione o di valori di tensione e frequenza sulla rete del Distributore non compresi nel campo consentito, l'impianto di produzione non dovrà rimanere in servizio sulla rete stessa.

Le suddette prescrizioni hanno lo scopo di garantire l'incolumità del personale chiamato ad operare sulla rete in caso di lavori e di consentire l'erogazione dell'energia elettrica al cliente produttore secondo gli standard contrattuali e di qualità previsti da leggi e normative vigenti, nonché il regolare esercizio della rete del distributore. Come già precedentemente accennato, per motivi di sicurezza, per il collegamento in parallelo alla rete pubblica l'impianto sarà provvisto di protezioni che ne impediscano il funzionamento in isola elettrica, conforme alla normativa CEI 0-21 e CEI 0-16.

L'impianto fotovoltaico sarà equipaggiato con un sistema di protezione articolato su tre livelli, ovvero:

- Dispositivo del generatore;
- Dispositivo di interfaccia nel centro collettore;
- Dispositivo generale nella cabina utente.

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	24 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

#### 7.1.12 Dispositivo del generatore

L'inverter è interamente protetto contro il corto circuito ed il sovraccarico. Il riconoscimento della presenza di guasti interni provoca l'immediato distacco dell'inverter dalla rete elettrica. L'interruttore magnetotermico presente all'uscita di ogni inverter agisce come ulteriore supporto a questa funzione.

#### 7.1.13 Dispositivo di interfaccia

Il dispositivo di interfaccia provoca il distacco del sistema di generazione in caso di guasto alla rete elettrica. Il riconoscimento di eventuali anomalie avviene considerando come anormali le condizioni di funzionamento che vanno al di fuori di un determinato range di tensione e frequenza definito come riportato di seguito:

- Minima tensione:  $0.8 \times V_n$
- Massima tensione:  $1.2 \times V_n$
- Minima frequenza: 49.7 Hz
- Massima frequenza: 50.3 Hz

La protezione offerta dal dispositivo di interfaccia impedisce che l'inverter continui a funzionare, con particolari configurazioni di carico, anche nel caso di black-out esterno. Tale fenomeno, detto funzionamento ad isola, deve essere necessariamente evitato poiché può generare condizioni di pericolo per il personale addetto durante la ricerca e/o la riparazione di guasti.

#### 7.1.14 Dispositivo generale

Il dispositivo generale ha la funzione di salvaguardare il funzionamento della rete nei confronti di guasti nel sistema di generazione elettrica. esso dovrà essere in grado di garantire la protezione contro il corto circuito e il sovraccarico.

### 7.2 MISURE DI PROTEZIONE CONTRO LE SCARICHE ATMOSFERICHE

#### 7.2.1 Fulminazione diretta

L'impianto fotovoltaico non influisce sulla forma o volumetria della zona e pertanto non aumenta la probabilità di fulminazione diretta sull'area. In particolare, le strutture risultano autoprotette contro le fulminazioni, secondo quanto previsto dalla norma CEI EN 62305-2 "protezione contro i fulmini. parte 2: valutazione del rischio - febbraio 2013".

In ogni caso, se ve ne sarà la necessità si potrà provvedere in fase esecutiva a dotare l'impianto di un'adeguata messa a terra.

#### 7.2.2 Fulminazione indiretta

L'abbattersi di scariche atmosferiche in prossimità dell'impianto potrebbe provocare il concatenamento del flusso magnetico associato alla corrente di fulmine con i circuiti dell'impianto fotovoltaico: potrebbero generarsi sovratensioni in grado di mettere fuori uso i componenti, in modo particolare gli inverter.

#### 7.2.3 Precauzioni per ridurre la propagazione dell'incendio

Quando una conduttura attraversa elementi costruttivi di edifici (pavimenti, pareti ecc.) aventi caratteristiche specifiche di resistenza al fuoco, il passaggio dovrà essere otturato in accordo con il grado di resistenza all'incendio prescritto per il rispettivo elemento costruttivo dell'edificio prima dell'attraversamento.


Le condutture, quali tubi protettivi circolari e non circolari o canali, devono essere otturate sia internamente sia esternamente con elementi dotati di una resistenza al fuoco almeno pari al grado di resistenza richiesto all'elemento costruttivo.

Questi riempitivi, detti barriere tagliafiamma, devono:

- essere tali da non danneggiare, meccanicamente, termicamente o chimicamente le condutture con cui sono a contatto;
- permettere lievi deformazioni termiche delle condutture senza ridurre la qualità dell'otturazione;
- avere stabilità meccanica adeguata per sopportare le sollecitazioni che si possono produrre;
- avere caratteristiche di resistenza contro le influenze esterne.

#### 7.2.4 Prevenzione incendi e sgancio di emergenza

L'appaltatore dovrà realizzare le opere nel pieno rispetto e secondo i requisiti previsti dalla "guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - edizione anno 2012" (vuf nota dcprev prot n. 1324 del 7 febbraio 2012) e relativi chiarimenti (vuf nota dcprev prot. n. 6334 del

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	25 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171		Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI		


4 maggio 2012), provvedendo pertanto a fornire e installare tutto quanto ivi previsto (cartellonistica, segnaletica di sicurezza, dispositivi di sezionamento di emergenza, ecc.).

Secondo le prescrizioni della circolare vv.f. n. 1324 del 07/02/2012, è opportuno prevedere un dispositivo di comando di emergenza, ubicato in posizione opportunamente segnalata ed accessibile, che determini il sezionamento dell'impianto fotovoltaico. Tale comando deve mettere fuori tensione tutti i circuiti (non di sicurezza) all'interno del compartimento antincendio, compresi quelli alimentati dal generatore fotovoltaico.

In questa fase di progettazione si è previsto un comando di emergenza all'esterno dello skid BT/AT che agisce sull'interruttore generale in AT. Gli inverter e il lato in corrente continua dell'impianto sono stati considerati fuori da eventuali compartimenti antincendio e, pertanto, non è stato previsto un comando di emergenza.

In fase esecutiva si dovrà verificare tale condizione e, nel caso in cui non dovesse essere verificata, si dovrà prevedere un comando di emergenza che intervenga sui cavi in ingresso all'eventuale compartimento antincendio. Si dovrà inoltre verificare l'eventuale presenza di servizi di sicurezza che dovranno rimanere in tensione anche dopo aver azionato il pulsante di emergenza.



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	26 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171					Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

## 8. IMPIANTO DI RETE PER LA CONNESSIONE

Il progetto delle opere di connessione alla rete elettrica è stato realizzato in accordo alla Soluzione Tecnica Minima Generale (STMG) ricevuta dalla società Casaverde Parma Srl con Codice Pratica **202202382**, successivamente volturata alla proponente Sonnedix Leonardo Srl.

Le opere di connessione prevedono il collegamento in antenna a 36 kV su un futuro ampliamento della Stazione Elettrica (SE) di trasformazione denominata "Carpi Fossoli", per ulteriori approfondimenti si rimanda all'elaborato **ITOMY171.PTO\_14\_AMPSE\_RTG "PTO - Relazione Tecnica Generale (Ampl. SE TERNA 36 kV)"**.

Il collegamento sarà effettuato mediante cavo interrato AT che partirà dalla Stazione di Utenza 36 kV, interno al sito d'impianto.

### 8.1 CAVO AT

I cavi AT utilizzati saranno della tipologia **A2XS(FL)2Y HDPE (26/45 kV)** conforme allo standard IEC 60840, con conduttore in alluminio, isolante XLPE, con schermatura in rame e guaina in HDPE, idoneo per applicazioni di distribuzione primaria e posa direttamente interrata. Per quanto riguarda la scelta delle sezioni dei cavi da utilizzare, queste saranno tali da limitare la caduta di tensione lungo la linea al fine di soddisfare il criterio progettuale per cui il cavo avrà una portata I<sub>z</sub> uguale o superiore alla corrente di impiego I<sub>b</sub> del circuito.

#### A2XS(FL)2Y HDPE High Voltage 26/45 (52) kV Cable



#### ELECTRICAL DATA

De – Cable diameter

Cables in flat formation, the distance between the cable axes = 2 × De

Cables in trefoil formation, the distance between the cable axes = De

#### DIMENSIONS

ELAND PART NO.	NO. OF CORES	NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm²	NOMINAL DIAMETER OF CONDUCTOR mm	INSULATION mm		METALLIC SCREEN		NOMINAL OUTER DIAMETER OF CABLE mm	NOMINAL WEIGHT kg/km	MAXIMUM PULLING FORCE kN	MINIMUM BENDING RADIUS m
				Normal thickness	Normal diameter over	Normal cross section mm²	Normal diameter over mm				
HGD45KV010095	1	95RM	11.3	9.0	30.5	35	34.3	41	1690	3.3	1.0
HGD45KV010120	1	120RM	12.5	9.0	31.7	35	35.5	42	1810	4.2	1.1
HGD45KV010150	1	150RM	14.1	9.0	33.3	35	37.1	43	1940	5.3	1.1
HGD45KV010185	1	185RM	15.8	9.0	35.0	35	38.8	45	2110	6.5	1.1
HGD45KV010240	1	240RM	17.9	9.0	37.1	35	40.9	47	2350	8.4	1.2
HGD45KV010300	1	300RM	20.0	9.0	39.2	35	43.0	49	2590	10.5	1.2
HGD45KV010400	1	400RM	22.9	9.0	42.5	35	46.7	53	3040	14.0	1.3
HGD45KV010500	1	500RM	26.7	9.0	45.3	35	49.5	56	3470	17.5	1.4
HGD45KV010630	1	630RM	29.3	9.0	49.1	35	53.3	60	4030	22.1	1.5
HGD45KV010800	1	800RM	33.0	9.0	52.8	35	57.0	64	4650	28.0	1.6
HGD45KV011000	1	1000RM	38.0	9.0	58.2	35	62.8	71	5570	35.0	1.8
HGD45KV011200	1	1200RM	42.5	9.0	62.7	50	67.3	75	6560	42.0	1.9
HGD45KV011200R	1	1200RMS	43.0	9.0	65.2	50	69.8	78	6840	42.0	2.0
HGD45KV011400	1	1400RMS	45.1	9.0	67.3	50	71.9	80	7490	49.0	2.0
HGD45KV011600	1	1600RMS	48.5	9.0	70.7	50	75.3	84	8270	56.0	2.1
HGD45KV011800	1	1800RMS	52.7	9.0	74.9	50	79.5	88	9170	63.0	2.2
HGD45KV012000	1	2000RMS	54.5	9.0	76.7	50	81.3	90	9760	70.0	2.3
HGD45KV012500	1	2500RMS	59.0	9.0	82.2	50	87.2	97	11270	87.5	2.4
HGD45KV013000	1	3000RMS	67.0	9.0	90.2	50	95.2	105	13690	100.0	2.6

#### ELECTRICAL CHARACTERISTICS

NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm²	NOMINAL RESISTANCE OF CONDUCTOR 90°C Ω/km	ELECTRICAL FIELD STRESS V/kVmm		CAPACITANCE pF/km	ZERO REACTANCE Ω/km	INDUCTANCE Ω/km	
		Conductor screen	Insulation			Flat formation	Trefoil formation
95RM	0.4110	4.70	1.95	0.150	0.087	0.200	0.145
120RM	0.3247	4.55	2.00	0.160	0.083	0.195	0.140
150RM	0.2645	4.40	2.05	0.175	0.078	0.190	0.135
185RM	0.2108	4.25	2.10	0.185	0.074	0.185	0.130
240RM	0.1610	4.15	2.15	0.205	0.069	0.180	0.125
300RM	0.1291	4.00	2.20	0.220	0.065	0.180	0.120
400RM	0.1009	3.90	2.25	0.245	0.062	0.175	0.115
500RM	0.0792	3.80	2.30	0.265	0.058	0.170	0.110
630RM	0.0622	3.70	2.35	0.295	0.055	0.165	0.105
800RM	0.0498	3.60	2.40	0.320	0.052	0.160	0.105

#### CURRENT RATING FOR SINGLE-CORE CABLES – AMPERES

NOMINAL CROSS SECTIONAL AREA mm²	FLAT FORMATION		TREFOIL FORMATION		FLAT FORMATION		TREFOIL FORMATION	
	SPP: CB		SPP: CB		SPP: CB		SPP: CB	
	BOTH ENDS		BOTH ENDS		BOTH ENDS		BOTH ENDS	
	85°C	90°C	85°C	90°C	85°C	90°C	85°C	90°C
CABLES IN EARTH								
95RM	220	265	215	260	210	255	210	250
120RM	250	300	245	290	240	285	235	285
150RM	280	340	270	325	270	320	265	320
185RM	320	385	305	365	305	360	305	360
240RM	370	445	345	420	355	425	345	420
300RM	420	505	385	465	400	480	390	470
400RM	485	580	430	525	455	550	445	535
500RM	555	665	455	580	520	625	505	610
630RM	635	765	520	640	585	715	570	690
800RM	725	870	560	695	670	810	635	770
1000RM	815	980	600	745	750	905	700	850
1200RM	885	1070	595	745	805	975	730	895
1200RMS	930	1115	610	760	870	1040	780	950
1400RMS	1005	1210	630	790	940	1130	830	1015
1600RMS	1085	1300	650	815	1005	1210	875	1070
1800RMS	1160	1395	665	835	1075	1295	920	1130
2000RMS	1225	1470	675	850	1130	1360	955	1175
2500RMS	1335	1605	695	875	1225	1475	1015	1245
3000RMS	1540	1855	720	910	1400	1690	1105	1370
CABLES IN AIR								
95RM	230	315	205	280	205	275	230	315
120RM	265	360	235	320	235	320	265	360
150RM	305	405	265	365	265	360	305	405
185RM	345	450	295	410	295	405	345	450
240RM	405	510	345	465	345	455	405	510
300RM	465	585	395	525	395	515	465	585
400RM	535	665	455	605	455	585	535	665
500RM	615	765	525	685	525	665	615	765
630RM	705	885	605	785	605	755	705	885
800RM	805	1005	705	885	705	845	805	1005
1000RM	915	1135	815	1005	815	945	915	1135
1200RM	1025	1255	925	1115	925	1055	1025	1255
1200RMS	1085	1325	985	1175	985	1115	1085	1325
1400RMS	1165	1415	1065	1255	1065	1195	1165	1415
1600RMS	1255	1515	1155	1345	1155	1285	1255	1515
1800RMS	1345	1615	1245	1435	1245	1375	1345	1615
2000RMS	1435	1715	1335	1525	1335	1465	1435	1715
2500RMS	1625	1915	1525	1725	1525	1665	1625	1915
3000RMS	1875	2165	1775	1975	1775	1915	1875	2165

Tabella 6: Scheda tecnica cavo AT A2XS(FL)2Y HDPE (26/45 kV)

Le caratteristiche elettriche dei cavi in alluminio scelti sono riportate in tabella e, per la valutazione della portata effettiva dei cavi, si è considerata una posa a trifoglio interrata a 1,5 m, temperatura del terreno di 20°C e resistività termica del terreno  $\rho = 1 \frac{^{\circ}\text{C} \cdot \text{m}}{\text{W}}$ . In tali condizioni il valore di portata di corrente nominale del cavo è I<sub>0</sub>.

ILIOS S.r.l.


**Sede Legale:**  
Via Montanapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

**Sede Operativa:**  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

**Telefono:** +39 080 8935086  
**E-mail:** info@iliositalia.com  
**PEC:** iliositalia@legalmail.it

**CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi**  
**C.F. e P.IVA** 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	27 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

Per la portata effettiva dei cavi invece si è tenuto conto di fattori di correzione che adeguano la portata nominale del cavo alle reali condizioni di esercizio in regime permanente secondo i seguenti effetti:

- **K1** → coefficiente che tiene conto della temperatura ambientale per posa in terra;
- **K2** → coefficiente che tiene conto della profondità di posa;
- **K3** → coefficiente di resistenza termica del terreno;
- **K4** → coefficiente che tiene conto delle condizioni di posa (più cavi o tubi affiancati)

		Temperatura dell'ambiente diversa da quella di riferimento								
		Temperature ambiente (°C)								
T. conduttore	Tipo di cavo	10	15	20	25	30	35	40	45	50
90°C	cavi in terra	1,07	1,04	1	0,96	0,93	0,89	0,85	0,8	0,76
90°C	cavi in aria	1,15	1,12	1,08	1,04	1	0,96	0,91	0,87	0,82
105°C	cavi in terra	1,06	1,03	1	0,97	0,94	0,91	0,87	0,84	0,8
105°C	cavi in aria	1,12	1,1	1,06	1,03	1	0,97	0,93	0,89	0,86

**Tabella 7: Tabella per la scelta del coefficiente k1**

Profondità di posa (m)			
<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>
1,02	1	0,98	0,96

**Tabella 8: Tabella per la scelta del coefficiente k2**

Resistenza termica (km/W)			
<b>0,8</b>	<b>1</b>	<b>1,2</b>	<b>1,5</b>
1,08	1	0,93	0,85

- Le resistività termiche del terreno sono intese uniformi:
  - $r=1,0$  Km/W per terreno o sabbia con normale contenuto di umidità;
  - $r=1,5$  Km/W per terreno o sabbia scarsamente umidi
- L'eventuale presenza di protezioni meccaniche (quali laterizi e lastre di cemento) che non comportano intercapedini d'aria, non altera le portate

**Tabella 9: Tabella per la scelta del coefficiente k3**

distanza tra cavi o terne	numero di cavi o terne (in orizzontale)			
<b>cm</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>4</b>	<b>6</b>
7	0,84	0,74	0,67	0,6
25	0,86	0,78	0,74	0,69

**Tabella 10: Tabella per la scelta del coefficiente k4**

Pertanto, il valore della portata di corrente a regime che può viaggiare nel cavo in media tensione, tenuto conto degli effetti citati, è stimato in:

$$I_z = I_0 * K1 * K2 * K3 * K4$$

## 8.2 PROTEZIONE CONTRO LE SOVRACCORRENTI

Il dimensionamento tiene conto delle caratteristiche della linea e degli interruttori per la protezione delle condutture contro il sovraccarico e il cortocircuito.

A tale scopo occorre pertanto considerare anche la  $I_n$  e la caratteristica  $I^2*t$  dell'interruttore posto a monte per la protezione di ogni linea.

### 8.2.1 Protezione contro il sovraccarico

Per ogni linea sono state verificate le seguenti relazioni:

$$I_{b(f)} \leq I_{r(f)} \leq I_{z(f)} \quad I_{b(n)} \leq I_{r(n)} \leq I_{z(n)}$$

$$I_{r(f)} * (I_f / I_n) \leq 1,45 * I_{z(f)} \quad I_{r(n)} * (I_f / I_n) \leq 1,45 * I_{z(n)}$$

essendo:

- $I_b$ = corrente di servizio per conduttore di fase (F) o di neutro (N);
- $I_n$ = corrente nominale dell'interruttore di protezione della linea;
- $I_r$ = corrente di regolazione termica per lo sganciatore su polo di fase (F) o neutro (N);
- $I_z$ = portata del conduttore di fase (F) o di neutro (N);

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: info@iliositalia.com  
PEC: iliositalia@legalmail.it

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	28 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

- $I_f/I_n$  = rapporto tra la corrente minima di funzionamento dell'interruttore e la sua corrente nominale.

### 8.2.2 Protezione contro il cortocircuito

$$I^2 * t_{(1)} \leq K_f^2 * S_f^2$$

$$I^2 * t_{(2)} \leq K_n^2 * S_n^2$$

$$I_{cn} \leq I_{cc,max}$$

dove:

- $I^2 * t$  = energia specifica lasciata passare dall'interruttore;
- K = coefficiente che tiene conto del tipo di materiale del conduttore e del tipo di isolante, per il conduttore di fase (F) o neutro (N);
- S = sezione del conduttore di fase (F) o neutro (N)
- $I_{cn}$  = potere di interruzione nominale del dispositivo di interruzione;
- $I_{cc,max}$  = corrente di cortocircuito massima sulla linea (trifase ai morsetti per sistema trifase e fase-neutro ai morsetti per sistemi monofase).

### 8.3 ELETTRODOTTO AT 36 KV

L'elettrodotto in AT 36 kV "esterno" di collegamento tra l'impianto e la RTN, sarà realizzato mediante linee in cavo direttamente interrato, quanto possibile su strade comunali e provinciali ed avrà le seguenti caratteristiche:

- Tipo linea: **cavo unipolare (ove possibile con formazione elicoidale)**
- Sezione normalizzata del cavo: **120 mm<sup>2</sup>**
- Diametro cavo: **42 mm**
- Massa nominale: **1.810 kg/km**
- Portata singola del cavo nelle condizioni di posa: **285 A (cavi disposti a trifoglio e T=90°C)**
- Tensione nominale linea: **36 kV**
- Tensione di isolamento: **40,5 kV (52 kV)**
- Conduttori attivi: **2x3x1x120 mm<sup>2</sup>**

Il cavidotto esterno in AT sarà costituito da cavi unipolari direttamente interrati con protezione meccanica supplementare, in grado di sopportare, in relazione alla profondità di posa, le sollecitazioni derivanti dai carichi statici, dal traffico veicolari o da attrezzi manuali di scavo.

La posa verrà eseguita ad una profondità di 1,50 m in uno scavo di profondità 1,60 m e larghezza alla base variabile in base al numero di conduttori presenti.

Durante l'esecuzione degli scavi si provvederà ove necessario alla messa in opera di idonee casse-formi onde evitare franamenti e danni.

La sequenza di posa dei vari materiali, partendo dal fondo dello scavo, sarà la seguente:

- strato di sabbia vagliata di 5-10 cm;
- cavi posati a trifoglio direttamente sullo strato di sabbia;
- posa coppella protettiva;
- strato di sabbia;
- posa del tubo corrugato del diametro di 5 cm per inserimento di una linea in cavo di telecomunicazione;
- strato di sabbia non vagliata di 10 cm;
- riempimento con il materiale di risulta dello scavo di 20 cm;
- nastro segnaletico;
- riempimento finale con il materiale di risulta dello scavo e ripristino del manto stradale (bynder e tappetino di usura) ove necessario.

Le strade attraversate saranno ripristinate come ante operam e, in particolare:

- per eventuali strade sterrate si provvederà al rinterro con materiale di scavo e alla compattazione del terreno;
- per le strade bitumate si provvederà al rinterro con misto granulometrico selezionato e ripristino della pavimentazione stradale.

Durante le operazioni di ripristino verranno posti in opera i segna-cavi in ghisa in modo tale da permettere l'individuazione del tracciato delle linee.

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869

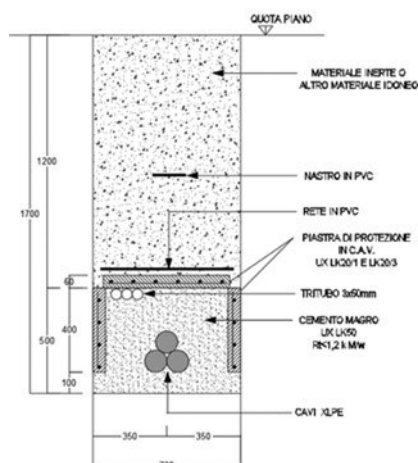


Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	29 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

L'energia prodotta da ciascun generatore fotovoltaico viene trasformata in alta tensione per mezzo di un trasformatore in appositi skid aperti e quindi trasferita al quadro di alta tensione a **36 kV**.


I cavi elettrici saranno posati in cavidotti interrati il cui scavo avrà una profondità di 1,60 m ed una larghezza variabile in funzione del numero di terne. La larghezza complessiva dello scavo sarà pari, indicativamente, a:

- 0,47 m nel caso di una singola terna di cavi;
- 0,79 m nel caso di due terne di cavi;
- 1,10 m nel caso di tre terne di cavi;
- 1,75 m nel caso di cinque terne di cavi



*Figura 7: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (1 terna di cavi) – elettrodotto per collegamento a RTN (esterno)*

All'interno dello stesso scavo verranno posate la corda di terra (in rame nudo), il nastro segnalatore ed il cavo di trasmissione dati.

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	30 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171					Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

## 9. SISTEMI DI MONITORAGGIO - SCADA

Il sistema di controllo dell'impianto potrà avvenire tramite due tipologie di controllo: controllo locale e controllo remoto.

a) Controllo locale: monitoraggio tramite PC centrale, posto in prossimità dell'impianto, tramite software apposito in grado di monitorare e controllare gli inverter;

b) Controllo remoto: gestione a distanza dell'impianto tramite modem GPRS con scheda di rete Data-Logger montata a bordo degli inverter.

Il controllo in remoto avviene da centrale (servizio assistenza) con medesimo software del controllo locale.

Il sistema di telecontrollo consentirà la piena e completa gestione dell'impianto fotovoltaico in progetto.

Il sistema consentirà l'acquisizione di tutti i principali parametri elettrici provenienti dal campo, quali:

- tensioni e correnti di stringa.
- tensioni e correnti parallelo CC.
- stato scaricatori/interruttori CC.
- tensioni e correnti in ingresso/uscita agli inverter.
- tensioni e correnti in ingresso/uscita ai trasformatori AT/BT.
- stato interruttori quadri BT e quadri AT.
- principali grandezze elettriche (potenza attiva, reattiva, costi, etc.).
- principali grandezze fisiche (temperature di esercizio, etc.).

Il nucleo del sistema SCADA è costituito dalla coppia di PLC ridondanti installati nel quadro QPLC in MTR. Il PLC è una piattaforma aperta configurabile per mezzo del software di programmazione e copre le seguenti funzionalità:

### Collezione dati:


- dagli organi AT mediante input digitali cablati presenti in MTR.
- stati dei servizi ausiliari.
- raccolta misure e eventi dai relay di protezione di MTR tramite porte seriali RS485 collegati al converter seriale-ethernet per mezzo del software installato sul PC Embedded.
- raccolta dati da organi AT in MTR per mezzo dell'IO distribuito.
- raccolta dati da campo FV per mezzo delle RTU installate nelle cabine di trasformazione, via Modbus TCP:
- raccolta dati da stazione monitoraggio ambientale.

### Attuazione comandi organi AT inviati da utente tramite HMI dello SCADA

**Regolazione dei valori di potenza attiva e reattiva**, inseguendo, tramite controlli a retroazione (PID) logici, i setpoint impostati dall'utente dall'HMI dello SCADA o provenienti da sistemi terzi tramite appositi canali di comunicazione che saranno specificati nel seguito della realizzazione

### Elaborazione condizioni di allarme

- Aperture per guasto di organi AT
- Avviamenti e scatti dei relais di protezione
- Notifiche da sistema antintrusione cabine e perimetrale
- Notifiche da sistema antincendio cabine
- Inverter in avaria
- String box in avaria
- Mancanza di comunicazione con dispositivi sulla rete (LAN Monitoring)
- Fault da switch managed
- Aperture interruttori servizi ausiliari
- Mancata risposta o risposta intempestiva dei loop di regolazione potenza (PPC)

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	31 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

## 10. CONFIGURAZIONE ELETTRICA

Per la realizzazione dell'impianto si è considerata una superficie totale di circa **30,44 ha** della quale sono stati sfruttati **20,17 ha**. Nella tabella seguente sono elencate e descritte le principali caratteristiche tecniche e i dati di impianto.

Superficie di impianto:	20,17 ha
Potenza massima output impianto (AC):	17.400 kW
Tipo strutture di montaggio moduli fotovoltaici:	Inseguitori (tracker) mono-asse infissi al suolo
Moduli fotovoltaici (tipo):	ASTRONERGY Astro N5 – CHSM72N(DG)/F-BH – bifacciale monocristallino – 580W
Tensione max sistema:	1.500 Volt
Potenza nom. modulo fotovoltaico:	580 Wp
Totale moduli fotovoltaici:	32.708
Moduli per stringa:	26
Totale stringhe:	1.258
Potenza nominale generatore fotovoltaico (DC):	18.970,64 kWp
Inverter (tipo):	HUAWEI SUN2000-330KTL-H1
Potenza max inverter (PF=1):	330 kVA
Potenza Nominale inverter:	300 kW
Totale inverter:	58
Potenza totale inverter (AC):	17.400 kW
Tensione uscita inverter:	800 V
Trasformatore (tipo):	Skid (aperti) completi di protezioni AT (IP65)
Potenza trasformatori BT/AT:	2.760 kVA
Tensione primario/secondario trasformatore:	0,8/36 kV
Totale trasformatori:	7 x 2.760 kVA
Potenza totale trasformatori:	19.320 kVA
Rete di collegamento:	36 kV
Gestore della rete:	Terna S.p.A.
Potenza in immissione ai fini della connessione:	17.400 kW

*Tabella 11: Specifiche e caratteristiche dell'impianto di produzione*

I moduli saranno raggruppati in stringhe da **26** pannelli connessi in serie.

Si considerano i seguenti vincoli, imposti dal corretto funzionamento degli impianti e dalla scelta della soluzione più economica:

- Massima caduta di tensione per collegamento tra cabina di campo e cabina di consegna  $\Delta V=2\%$ ;
- Tempo di intervento protezione  $t=1$  s;
- Massime perdite ammesse 5%;
- Massimo carico previsto per il cavo 95%.

Le stringhe saranno poi connesse in parallelo in modo da rispettare i limiti di corrente e di tensione dell'inverter.

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

$$V_m \min \geq V_{inv \text{ MPPT} \min}$$

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

$$Voc \max < V_{inv \max}$$

Dove:

- $V_m$  = tensione alla massima potenza, delle stringhe fotovoltaiche
- $V_{inv \text{ MPPT} \min}$  = tensione minima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter
- $V_{inv \text{ MPPT} \max}$  = tensione massima per la ricerca del punto di massima potenza, da parte dell'inverter
- $Voc$  = tensione di circuito aperto, delle stringhe fotovoltaiche
- $V_{inv \max}$  = tensione massima in c.c. ammissibile ai morsetti dell'inverter

ILIOS S.r.l.

Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)


Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869





Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	32 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:	ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

In tutti i casi, le condizioni di verifica risultano rispettate e pertanto si può concludere che vi è compatibilità tra le stringhe di moduli fotovoltaici e il tipo di inverter adottato.

## 10.1 MODALITÀ DI CALCOLO

E' stato definito un sistema con i parametri dei generatori e dei trasformatori e sono stati introdotti i parametri dei cavi: in seguito si è risolto il problema del load flow con il metodo di Newton – Raphson ed è stata verificata la rispondenza ai i vincoli imposti sulla portata, caduta di tensione, perdite di potenze, etc.

La portata dei cavi in regime permanente viene determinata utilizzando la seguente espressione:

$$I_z = I_0 * K_1 * K_2 * K_3 * K_4$$

Dove con  $I_z$  si indica la portata dei conduttori isolati in gomma E4, unipolari interrati direttamente, tali portate sono state calcolate in base alla norma IEC 60287 per le seguenti condizioni:

- Temperatura del terreno: 20°C;
- Profondità di posa 1 m;
- Resistività termica del terreno: 1,5 K\*m/W;

Si indica con:

- K1 = coefficiente che tiene conto della temperatura ambientale per posa in terra;
- K2 = coefficiente che tiene conto della profondità di posa;
- K3 = coefficiente che tiene conto della resistività del terreno;
- K4 = coefficiente che tiene conto delle condizioni di posa (più cavi o tubi affiancati);

I coefficienti relativi a K1, K2 e K3 sono in parte tratti dalla tabella CEI UNEL 35027 e in parte ricavati da cataloghi dei costruttori e testi di impianti elettrici.

Il calcolo di verifica della massima caduta di tensione ammissibile viene effettuato con la seguente formula:

$$\Delta V = \sqrt{3} * I * L * (R \cos \varphi + X \sin \varphi)$$

$$\Delta V\% = \frac{\Delta V}{U} * 100$$

dove:

- I = corrente di impiego (espressa in Ampere)
- L = lunghezza della linea
- R = resistenza della linea
- X = reattanza della linea
- $\cos \varphi$  = fattore di potenza del carico
- V = tensione concatenata per linea trifase

Per la scelta delle caratteristiche delle apparecchiature elettriche e per la scelta definitiva dei cavi, si risolve sulla rete precedentemente modellata (con i cavi che rispettano tutti i vincoli imposti), il problema del corto circuito con la norma IEC 60909 equivalente alla norma CEI 11-25.


Risolto il problema del corto circuito, si verifica se tutti i cavi precedentemente scelti sono in grado di sostenere la corrente presunta di corto circuito per un secondo. Se si verifica che una data linea non è in grado di sostenere il corto circuito, si maggiore la sezione e si procede di nuovo alla verifica, il tutto fino a quando i risultati sono coerenti.

Dall'analisi dei valori ottenuti dalla risoluzione dei problemi del load flow e del corto circuito, si passa alla scelta dei quadri elettrici e dei componenti di protezione, manovra e misura (interruttori, sezionatori, TA, TV, relè ecc.).

## 10.2 RISULTATI DI CALCOLO

Nelle tabelle seguenti sono definiti i sottocampi, le linee dell'impianto, seguite dalla partenza e arrivo linea, le sezioni dei cavi, la relativa corrente che passa nel conduttore, e la relativa caduta di tensione massima che interessa il tratto in esame.

ILIOS S.r.l. <b>Sede Legale:</b> Via Montenapoleone 8, 20121, Milano (MI)				<b>Sede Operativa:</b> Via Massimo D'Azeglio 2, 70017, Putignano (BA)		Telefono: +39 080 8935086 E-mail: <a href="mailto:info@iliositalia.com">info@iliositalia.com</a> PEC: <a href="mailto:iliositalia@legalmail.it">iliositalia@legalmail.it</a>		CCIAA di Milano Monza Brianza Lodi C.F. e P.IVA 12427580869		
--	--	--	--	---	--	--	--	---	--	---

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	33 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

CONFIGURAZIONE ELETTRICA LAYOUT LATO DC					
SOTTOCAMPO	POTENZA TRAF0 [kVA]	NR. INVERTER	STRINGHE	POTENZA DC [kWp]	POTENZA AC [kW]
1.1	2.760	8	174	2.623,92	2.400
1.2	2.760	8	174	2.623,92	2.400
1.3	2.760	8	174	2.623,92	2.400
2.1	2.760	8	174	2.623,92	2.400
2.2	2.760	8	174	2.623,92	2.400
3.1	2.760	9	194	2.925,52	2.700
3.2	2.760	9	194	2.925,52	2.700
<b>TOTALE</b>		<b>58</b>	<b>1.258</b>	<b>18.970,64</b>	<b>17.400,00</b>

Tabella 12: Configurazione elettrica lato DC

CONFIGURAZIONE ELETTRICA LAYOUT LATO AC						
da	a	POTENZA [kVA]	LUNGHEZZA [m]	SEZIONE CAVO [mm²]	CORRENTE IMPIEGO I <sub>b</sub> [A]	CADUTA TENSIONE [ΔV%]
TRAFO_1	SU 36 kV	2.760	800	3x1x95	46,59	0,07%
TRAFO_2	SU 36 kV	2.760	795	3x1x95	46,59	0,07%
TRAFO_3	SU 36 kV	2.760	790	3x1x95	46,59	0,07%
TRAFO_4	SU 36 kV	2.760	385	3x1x95	46,59	0,04%
TRAFO_5	SU 36 kV	2.760	380	3x1x95	46,59	0,04%
TRAFO_6	SU 36 kV	2.760	105	3x1x95	46,59	0,01%
TRAFO_7	SU 36 kV	2.760	100	3x1x95	46,59	0,01%
SU 36 kV	RTN (POC)	19.320	2450	2x3x1x120	326,15	0,65%

Tabella 13: Configurazione elettrica lato AC

ILIOS S.r.l.


Sede Legale:  
Via Montenapoleone 8,  
20121, Milano (MI)

Sede Operativa:  
Via Massimo D'Azeglio 2, 70017,  
Putignano (BA)

Telefono: +39 080 8935086  
E-mail: [info@iliositalia.com](mailto:info@iliositalia.com)  
PEC: [iliositalia@legalmail.it](mailto:iliositalia@legalmail.it)

CCIAA di Milano Monza Brianza  
Lodi  
C.F. e P.IVA 12427580869



Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	34 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171	Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI			

## 11. VALUTAZIONE DELLE PRESTAZIONI

La verifica prestazionale dell'Impianto in fase di avvio verrà effettuata in termini di energia valutando l'indice di prestazione ('Performance Ratio' o 'PR'), corretto in temperatura.

Il PR evidenzia l'effetto complessivo delle perdite sull'energia generata in corrente alternata dall'impianto fotovoltaico, dovute allo sfruttamento incompleto della radiazione solare, al rendimento di conversione dell'inverter e alle inefficienze o guasti dei componenti (inclusi il disaccoppiamento fra le stringhe e gli eventuali ombreggiamenti sui moduli). In analogia a quanto indicato nella Norma CEI EN 61724, espresso come nell'equazione, si definisce il PR come segue:

$$PR = \frac{\text{Energia Misurata}}{\text{Energia Teorica}}$$

e, più in dettaglio, come:

$$PR = \left( \frac{\text{Energia Misurata [kWh]} \times 1 \left[ \frac{\text{kW}}{\text{m}^2} \right]}{\text{Irraggiamento Misurato} \left[ \frac{\text{kWh}}{\text{m}^2} \right] \times \text{Potenza di Picco [kWp]}} \right)$$

dove:

- Energia Misurata, è l'energia generata come misurata al contatore;
- Energia Teorica, è l'energia teoricamente generabile in condizioni ideali dall'impianto dato l'Irraggiamento Misurato e la Potenza di Picco installata;
- Irraggiamento Misurato, è l'irraggiamento effettivamente misurato sul piano dei moduli dai dispositivi di rilevamento dell'irraggiamento installati sull'impianto. Il parametro verrà essere corretto in base alla reale temperatura misurata sui moduli.

### 11.1 Misure dell'irraggiamento solare e della temperatura di lavoro dei moduli

Ai fini della verifica del PR, la misura dell'irraggiamento solare sul piano dei moduli sarà effettuata in modo che il valore ottenuto risulti rappresentativo dell'irraggiamento sull'intero impianto o sulla sezione d'impianto in esame.

In questo caso, sarà opportuno misurare contemporaneamente l'irraggiamento con più sensori adeguatamente dislocati su tutta l'area di installazione (indicativamente uno ogni 20.000 m<sup>2</sup>) e assumere la media delle misurazioni attendibili come valore di riferimento.


La misura sarà effettuata con un sensore solare (o solarimetro) che può adottare differenti principi di funzionamento. A questo scopo, sono usualmente utilizzati il solarimetro a termopila (o piranometro) e il solarimetro ad effetto fotovoltaico (chiamato anche PV reference solar device, si veda la Norma CEI EN 60904-4). Il solarimetro sarà posizionato in condizioni di non ombreggiamento dagli ostacoli vicini.

La temperatura della cella fotovoltaica  $T_{\text{cel}}$  sarà determinata mediante uno dei seguenti metodi:

- misura diretta con un sensore a contatto (termoresistivo o a termocoppia) applicato sul retro del modulo;
- misura della tensione a vuoto del modulo e calcolo della corrispondente  $T_{\text{cel}}$  secondo la Norma CEI EN 60904-5;
- misura della temperatura ambiente  $T_{\text{amb}}$  e calcolo della corrispondente  $T_{\text{cel}}$  secondo la formula:


$$T_{\text{cel}} = T_{\text{amb}} + (\text{NOCT} - 20) * G_p / 800$$

La misura della temperatura della cella fotovoltaica  $T_{\text{cel}}$  verrà effettuata con un sensore con incertezza tipo non superiore a 1°C.

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO						
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE						
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.	Data:	12/2023	Revisione:	1.0	Pag.:	35 / 36
Codice Progetto:	ITOMY171		Cod. Documento:		ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI		

## 12. INDICE DELLE FIGURE

Figura 1: Localizzazione dell'impianto su base Ortofoto.....	<b>Errore. Il segnalibro non è definito.</b>
Figura 2:Esempio di installazione strutture - viste .....	12
Figura 3:Trasformatore selezionato .....	15
Figura 4: Conduttori DC (lato BT) .....	17
Figura 5: Conduttori CA (lato BT).....	18
Figura 6: Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (2 terne di cavi) – elettrodotti interni .....	19
Figura 7:Sezione scavi su strada asfaltata e sterrata (1 terna di cavi) – elettrodotto per collegamento a RTN (esterno).....	29

Documento:	RELAZIONE TECNICA IMPIANTO										
Progetto:	PROGETTO DI FATTIBILITA' TECNICO-ECONOMICA PER LA COSTRUZIONE E L'ESERCIZIO DI UN IMPIANTO AGRIVOLTAICO, DENOMINATO "CASCINETTO", AVENTE POTENZA NOMINALE DI 18,97 MWp, POTENZA IN IMMISSIONE RICHIESTA 17,4 MW E RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RETE ELETTRICA NAZIONALE										
Richiedente:	SONNEDIX LEONARDO S.r.l.		Data:	12/2023		Revisione:	1.0		Pag.:	36 / 36	
Codice Progetto:	ITOMY171			Cod. Documento:			ITOMY171.PFTE_02_PROGETTO_RTI				

### 13. INDICE DELLE TABELLE

Tabella 1: Dati geografici di progetto .....	4
Tabella 2: Dati catastali di progetto (Impianto agrivoltaico).....	5
Tabella 3: Dati catastali di progetto (Elettrodotto AT) .....	5
Tabella 4: Dati catastali di progetto (Ampliamento 36 kV) .....	5
Tabella 5: Caratteristiche dei trasformatori.....	15
Tabella 6: Scheda tecnica cavo AT A2XS(FL)2Y HDPE (26/45 kV) .....	26
Tabella 7: Tabella per la scelta del coefficiente k1 .....	27
Tabella 8: Tabella per la scelta del coefficiente k2 .....	27
Tabella 9: Tabella per la scelta del coefficiente k3 .....	27
Tabella 10: Tabella per la scelta del coefficiente k4.....	27
Tabella 11: Specifiche e caratteristiche dell'impianto di produzione .....	31
Tabella 12: Configurazione elettrica lato DC.....	33
Tabella 13: Configurazione elettrica lato AC.....	33