



REGIONE
PUGLIA



PROVINCIA
DI BARI



COMUNE
DI TORITTO



COMUNE
DI PALO DEL COLLE



COMUNE
DI GRUMO APPULA

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO AGRIFOTOVOLTAICO DESTINATO A PASCOLO DI OVINI E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA DA UBICARSI IN AGRO DI TORITTO (BA) INCLUSE LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI PALO DEL COLLE (BA) E DI IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO VERDE IN AREA INDUSTRIALE DISMESSA NEL COMUNE DI GRUMO APPULA (BA) ALIMENTATO DALLO STESSO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Potenza nominale cc: 30,38 MWp - Potenza in immissione ca: 29,97 MVA

ELABORATO

RELAZIONE SPECIALISTICA

IMPIANTO IDROGENO

IDENTIFICAZIONE ELABORATO

Livello progetto	Codice Pratica	documento	codice elaborato	n° foglio	n° tot. fogli	Nome file	Data	Scala
PD		R	2.9			R_2.9_RELIMPIANTOH2.pdf	10/2023	n.a.

REVISIONI

Rev. n°	Data	Descrizione	Redatto	Verificato	Approvato
00	04/03/2022	1° Emissione	MILELLA	PETRELLI	AMBRON
01	12/10/2023	2° Emissione	CIAVARELLA	CIAVARELLA	AMBRON

PROGETTAZIONE:

MATE System Unipersonale srl

Via Papa Pio XII, n.8 70020 Cassano delle Murge (BA)
tel. +39 080 5746758
mail: info@matesystemsrl.it pec: matesystem@pec.it



F4 INGEGNERIA

Via Di Giura Centro Direzionale, 85100 Potenza
tel. +39 0971 1944797 - Fax +39 0971 55452
mail: info@f4ingegneria.it pec: f4ingegneria@pec.it

DIRITTI Questo elaborato è di proprietà della Banzi Solare S.r.l. pertanto non può essere riprodotto né integralmente, né in parte senza l'autorizzazione scritta della stessa. Da non utilizzare per scopi diversi da quelli per cui è stato fornito.

PROPONENTE:
BANZI SOLARE S.R.L.
S.P 238 Km 52.500
ALTAMURA

PARTNERSHIP:



Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

REALIZZAZIONE DI IMPIANTO AGRIFOTOVOLTAICO DESTINATO A PASCOLO DI OVINI E PRODUZIONE DI ENERGIA ELETTRICA DA FONTE RINNOVABILE FOTOVOLTAICA DA UBICARSI IN AGRO DI TORITTO (BA), INCLUSE LE RELATIVE OPERE DI CONNESSIONE ALLA RTN NEL COMUNE DI PALO DEL COLLE (BA) E DI IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO VERDE IN AREA INDUSTRIALE DISMESSA NEL COMUNE DI GRUMO APPULA (BA) ALIMENTATO DALLO STESSO IMPIANTO FOTOVOLTAICO

Potenza nominale cc: 30,380 MWp - Potenza in immissione ca: 29,970 MVA

COMMITTENTE:

Banzi Solare S.r.l.

S.P. 238, Km 52.500
70022 – Altamura

PROGETTAZIONE a cura di:

MATE SYSTEM UNIPERSONALE S.r.l.

Via Goffredo Mameli n.5,
70020 – Cassano delle Murge (BA)

Ing. Francesco Ambron

RELAZIONE SPECIALISTICA

IMPIANTO DI PRODUZIONE E DISTRIBUZIONE DI IDROGENO

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

Sommario

1.	<i>OGGETTO</i>	4
2.	<i>DESCRIZIONE DELLE OPERE</i>	5
3.	<i>RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI</i>	6
4.	<i>PRESCRIZIONI, VINCOLI E RIFERIMENTI NORMATIVI</i>	10
5.	<i>ELEMENTI PROGETTUALI COSTITUENTI IL SITO DI IDROGENAZIONE</i>	11
5.1.	<i>Impianto di produzione di idrogeno da energia elettrica</i>	11
5.2.	<i>Trasformazione dell'energia elettrica proveniente dal parco MT/BT</i>	12
5.3.	<i>Distribuzione elettrica in BT</i>	12
5.4.	<i>Distribuzione elettrica in MT</i>	14
5.5.	<i>Impianto di accumulo di energia elettrica</i>	14
5.6.	<i>Impianti di servizio: illuminazione ordinaria</i>	15
5.7.	<i>Impianti di servizio: illuminazione di sicurezza</i>	15
5.8.	<i>Impianti di terra</i>	15
5.9.	<i>Riserve idriche</i>	16
5.10.	<i>Area Tanks criogenici per lo stoccaggio dell'idrogeno</i>	16
5.11.	<i>Strade e viabilità di servizio</i>	17
5.12.	<i>Fotovoltaico su copertura</i>	17
6.	<i>CAVIDOTTO MT DI ALIMENTAZIONE DEL SITO</i>	17
6.1.	<i>Verifica delle cadute di tensione</i>	19
6.2.	<i>Calcolo delle perdite di potenza attiva</i>	21
6.3.	<i>Verifica della tenuta al cortocircuito</i>	21
7.	<i>CAMPI ELETTROMAGNETICI</i>	23
7.1.	<i>Riferimenti normativi</i>	23
7.2.	<i>Cavo MT</i>	23
7.3.	<i>Cabine di Consegna e Trasformazione</i>	24
8.	<i>TUBAZIONI</i>	27
9.	<i>CONNESSIONE E DERIVAZIONI</i>	29
10.	<i>PROTEZIONI DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE</i>	29
11.	<i>QUALITÀ DEI MATERIALI</i>	30

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

12. <i>PRODUCIBILITÀ DEL SITO</i>	30
13. <i>ALLEGATI</i>	33
<i>Allegato I – Producibilità del sito</i>	34
<i>Allegato II – Caratteristiche elettrolizzatori</i>	38
<i>Allegato III – Caratteristiche storage elettrico</i>	41
<i>Elaborato grafico - Layout generale impianto idrogeno</i>	41
<i>Elaborato grafico - Schema funzionale idrogeno</i>	42
<i>Allegato IV – Caratteristiche tanks idrogeno</i>	43

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

1. OGGETTO

Lo scopo del presente documento è definire tecnicamente l'impianto produzione e distribuzione di idrogeno con utilizzo della fonte rinnovabile solare attraverso conversione fotovoltaica.

Il progetto prevede la realizzazione di sito di produzione di idrogeno, denominato "Toritto-Mellitto" alimentato da un parco agrifotovoltaico della potenza attiva nominale di 30.380,00 kWe, con sistema ad inseguimento monoassiale in modalità "backtracking", da installarsi sui terreni siti nei territori del comune di Toritto (BA), mentre il sito di produzione di idrogeno è ubicato in un'**area industriale dismessa** aventi i seguenti dati catastali:

- **Comune di Grumo Appula**

- Foglio 48 p.lle 18 – 8223 – 8225 – 8227 – 8231 – 8233 – 8235 – 8236 – 8238 – 8239 - 8240 – 8241 – 8242 – 8243 – 8244 – 8260.

L'idrogeno prodotto sarà distribuito totalmente fra la Rete Nazionale SNAM, la stazione di rifornimento per auto alimentate da fuel cell e per Ferrovie Appulo Lucane.

Il Soggetto Responsabile, così come definito, ex art. 2, comma 1, lettera g, del DM 28 luglio 2005 e s.m.i., è la società "Banzi Solare S.r.l." che dispone delle autorizzazioni all'utilizzo dell'area su cui sorgerà l'impianto in oggetto.

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elabor.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

È prevista la realizzazione delle seguenti opere:

- Impianto di produzione di idrogeno da energia elettrica;
- Trasformazione dell'energia elettrica proveniente dal parco MT/BT;
- Distribuzione elettrica in BT;
- Distribuzione elettrica in MT;
- Impianto di accumulo di energia elettrica;
- Impianto elettrico al servizio del sito di produzione di idrogeno;
- Impianti di servizio: illuminazione ordinaria;
- Impianti di servizio: illuminazione di sicurezza;
- Impianto di terra;
- Riserve idriche;
- Area TANKS criogenici per lo stoccaggio dell'idrogeno;
- Strade e viabilità di servizio;
- Fotovoltaico su copertura;

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

3. RIFERIMENTI NORMATIVI E LEGISLATIVI

Gli impianti elettrici dovranno essere realizzati nel rispetto delle disposizioni seguenti (elenco non esaustivo):

- D.P.R. 27.04.1955 n. 547 e successive modificazioni;
- D.P.R. 07.01.1956 n. 164 e successive modificazioni;
- D.P.R. 19.03.1956 n. 303 e successive modificazioni;
- Legge 07.12.1984 n. 818 e successive modificazioni;
- Legge 01.03.1990 n. 186;
- Legge 18.10.1977 n. 791;
- D.M. n. 37 del 22-01-08;
- D.Lgs. n. 81/2008 e s.m.i.;
- Direttiva 2014/94/UE;
- D.M. del 23 Ottobre 2018
- Direttiva Seveso.

Si richiamano le prescrizioni degli Enti Locali preposti ai controlli: USL, ISPESL, Vigili del Fuoco, Aziende distributrici elettriche, del gas, etc.

Si sottolinea che dovranno essere osservate altresì le norme: ISO, CEI, UNI e le tabelle CEI UNEL. Relativamente alle norme CEI dovranno essere rispettate quelle in vigore all'atto esecutivo dei lavori con particolare riferimento, a titolo esemplificativo, e non esaustivo, alle Norme di seguito elencate.

- ENEL DK 5310;
- CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1kV in corrente alternata;
- CEI 11-4 Esecuzione delle linee elettriche aeree esterne;
- CEI 11-15 Esecuzione di lavori sotto tensione;
- CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – linee in cavo;
- CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria;

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

- CEI 11-25 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti trifasi a corrente alternata;
- CEI EN60865-1 Calcolo degli effetti delle correnti di cortocircuito;
- CEI 11-28 Calcolo delle correnti di cortocircuito nelle reti radiali a B.T.;
- CEI 11-35 Guida all'esecuzione delle cabine elettriche d'utente;
- CEI 11-37 Guida all'esecuzione degli impianti di terra negli stabilimenti industriali per sistemi di I, II e III categoria;
- CEI 17-1 Interruttori a corrente alternata a tensione superiore a 1000V;
- CEI 17-4 (CEI EN60129) Sezionatori e sezionatori di terra a corrente alternata a tensione superiore a 1000V;
- CEI 17-6 (CEI EN60298) Apparecchiature prefabbricate con involucro metallico per tensioni da 1kV a 52kV;
- CEI 17-9/1 (CEI EN60265-1) Interruttori di manovra ed interruttori di manovra-sezionatori per tensioni da 1kV a 52kV;
- CEI 17-9/2 (CEI EN60265-2) Interruttori di manovra ed interruttori di manovra-sezionatori per tensioni uguali o superiori a 52kV;
- CEI 17-21 (CEI EN60694) Apparecchiatura di manovra e di comando ad alta tensione-
Prescrizioni comuni;
- CEI 17-46 (CEI EN60420) Interruttori di manovra ed interruttori-sezionatori con fusibili ad alta tensione per corrente alternata;
- CEI 17-68 (CEI EN50187) Apparecchiatura di manovra con involucro metallico con isolamento a gas per tensioni da 1kV a 52kV;
- IEC 99-4 Scaricatori di sovratensione per sistemi di II e III categoria;
- CEI 17-13/1 (CEI EN60439-1) Apparecchiature assiemate di protezione e manovra per B.T. -
Quadri elettrici AS ed ANS;
- CEI 20-13 Cavi isolati in gomma EPR con tensione non superiore a $U_0/U=0.6/1kV$;
- CEI 20-14 Cavi isolati in PVC con tensione non superiore a $U_0/U=0.6/1kV$;
- CEI 20-21 Calcolo della portata dei cavi elettrici;
- CEI 20-22 Prove dei cavi non propaganti l'incendio;
- CEI 20-33 Giunzioni e terminazioni per cavi di energia con tensione fino a $U_0/U=0.6/1kV$;
- CEI 20-37 Cavi elettrici-prove sui gas emessi durante la combustione;

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

- CEI UNEL 35024/1 Portate di corrente in regime permanente per posa in aria di cavi B.T. ad isolamento elastomerico o termoplastico;
- CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori di B.T. - Parti 1...7;
- CEI UNEL 35024/1EC Portate di corrente in regime permanente per posa in aria di cavi B.T. ad isolamento elastomerico o termoplastico;
- CEI 23-28 Tubi per installazioni elettriche/tubi metallici;
- CEI 23-39 (CEI EN50086-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/prescrizioni generali;
- CEI 23-54 (CEI EN50086-2-1) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi rigidi;
- CEI 23-55 (CEI EN50086-2-2) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi pieghevoli;
- CEI 23-56 (CEI EN50086-2-3) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche/tubi flessibili;
- CEI 23-29 Cavidotti in materiale plastico;
- CEI 23-19 Sistemi di canali isolanti portacavi ad uso battiscopa;
- CEI 23-32 Sistemi di canali isolanti portacavi e portapparecchi per utilizzo a soffitto o parete;
- CEI 23-31 Sistemi di canali metallici portacavi ed accessori;
- CEI 23-20/23-21/23-30/23-35/23-41 Dispositivi di connessione e morsetti;
- CEI 23-48 (1998) Involucri per installazioni elettriche ad uso domestico o simile - Cassette;
- CEI 23-49 Involucri per installazioni elettriche ad uso domestico o simile - Quadri elettrici;
- CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione dei quadri elettrici ad uso domestico o simile;
- CEI 23-51V1 Prescrizioni per la realizzazione dei quadri elettrici ad uso domestico o simile;
- CEI 17-44 (CEI EN60947-1) Apparecchiature per B.T. - Regole generali;
- CEI 17-5 (CEI EN60947-2) Interruttori automatici per B.T.;
- CEI EN60947-2 (Appendice B) Dispositivi differenziali indipendenti con toroide separato;
- CEI 17-11 (CEI EN60947-3) Interruttori di manovra e sezionatori con o senza fusibili per B.T.;
- CEI 17-50 (CEI EN60947-4-1) Contattori ed avviatori elettromeccanici per B.T.;
- CEI 17-45 (CEI EN60947-5-1) Dispositivi per circuiti di comando e manovra in B.T.;
- CEI 17-47 (CEI EN60947-6-1) Apparecchiature di commutazione automatica in B.T.;
- CEI 17-48 (CEI EN60947-7-1) Morsettiere per conduttori in B.T.;

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

- CEI 17-41 (CEI EN61095) Contattori elettromeccanici per usi domestici o similari;
- CEI 41-1 Relè ausiliari elettromeccanici;
- CEI 23-3 (CEI EN60898) Interruttori automatici per usi domestici e similari;
- CEI 23-12 (CEI EN60309-1/2) Prese a spina per usi industriali;
- CEI 23-5 Prese a spina per usi domestici e similari;
- CEI 23-50 Prese a spina per usi domestici e similari;
- CEI 23-16 Prese a spina di tipo complementare per usi domestici e similari;
- CEI 23-9 (CEI EN60669-1) Apparecchi di comando non automatici per usi domestici e similari;
- CEI EN60669-2-1/2 Relè passo/passivo modulari;
- CEI 23-42 (CEI EN61008-1) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-43 (CEI EN61008-2-1) Interruttori differenziali senza sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-18 (CEI EN61009-2-1) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI 23-44 (CEI EN61009-1) Interruttori differenziali con sganciatori di sovracorrente incorporati per usi domestici e similari;
- CEI EN61036 Contatori elettrici statici di energia attiva per corrente alternata;
- CEI EN61010-1 Strumenti di misura digitali;
- CEI EN60414/CEI EN60051 Strumenti di misura analogici;
- CEI 66-5/85-3/85-4/85-5/85-7 Strumenti di misura;
- CEI 38-1 (CEI EN60044-1) Trasformatori di corrente per misura;
- CEI 38-2 Trasformatori di tensione per misura;
- EN 60730-1/2 Termostati modulari;
- EN 61000-3-2 Interruttori crepuscolari modulari;
- CEI EN60730-1/2 Interruttori orari modulari;
- CEI 81-10 Protezione delle strutture contro i fulmini;
- D.G.R. 2 luglio 2020, n.1059;
- IEC 61378-1 Parte 1;
- IEC 60071;

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

- IEC 60076-1 Parte 1;
- IEC 60076-2 Parte 2;
- IEC 60076-3 Parte 3;
- IEC 60076-4 Parte 4
- IEC 60076-5 Parte5
- GB/T 17467
- UNI ISO/TR 14916:2018 “Sicurezza dei sistemi a idrogeno”.

4. PRESCRIZIONI, VINCOLI E RIFERIMENTI NORMATIVI

Un pianeta più pulito e un'economia più stabile e forte: è questo il duplice obiettivo da perseguire per l'Europa nei prossimi anni. L'Europa, a lungo termine, dovrà raggiungere la soglia delle zero emissioni nette di gas serra: intento raggiungibile solo con un profondo rinnovamento del settore energetico.

La strada disegnata dall'Europa vede un contributo fondamentale da parte di ogni Stato membro, per il raggiungimento dell'obiettivo. Ogni Stato dovrà sviluppare politiche nazionali strategiche, volte alla modernizzazione degli impianti produttivi e adottare le misure idonee alle trasformazioni necessarie per giungere ad un'economia climaticamente neutra. L'8 Luglio 2020 la Commissione Europea ha presentato una strategia ad hoc: "A hydrogen strategy for a climate- neutral Europe", che delinea il percorso comune europeo per incentivare l'uso dell'idrogeno in tutti gli Stati membri, secondo quanto stabilito dal Green Deal europeo. Le caratteristiche peculiari dell'idrogeno, lo configurano come uno dei vettori principali nel processo di rinnovamento del settore energetico europeo: poiché in un sistema energetico integrato l'idrogeno può favorire la decarbonizzazione dell'industria, dei trasporti, della produzione di energia elettrica e dell'edilizia in tutta Europa. La priorità è la diffusione di idrogeno rinnovabile o idrogeno verde, generalmente prodotto attraverso elettrolisi alimentata da energie rinnovabili o mediante reforming e nella fase di transizione di idrogeno low-carbon o idrogeno blu, ottenuto dal reforming del gas naturale e combinato con CCS, da rifiuti o da altre tecnologie basso emissive.

Anche la “road map EU:2050” mira a sviluppare idrogeno verde, pulito e rinnovabile, prodotto utilizzando principalmente l'energia rinnovabile come l'eolico e il solare. Il percorso su larga scala,

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elabor.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

prevede 3 diverse fasi durante le quali verranno messe a fuoco: investimenti, nuove norme, strategie per creazione di un mercato comune, incentivi e sostegno per progetti di R&I.

Il percorso graduale è così articolato:

- nella prima fase (2020-24) l'obiettivo è decarbonizzare l'attuale produzione di idrogeno esistente e promuovere nuove applicazioni. Si prevede di arrivare ad una produzione di 1 milione di tonnellate di idrogeno rinnovabile. Attuarlo, significa potenziare l'installazione nell'UE di almeno 6 gigawatt di elettrolizzatori per l'idrogeno rinnovabile entro il 2024.
- nella seconda fase (2024-30) l'idrogeno verde sarà parte integrante di un sistema energetico integrato. L'obiettivo strategico è installare almeno 40 gigawatt di elettrolizzatori per l'idrogeno rinnovabile entro il 2030 e produrre fino a dieci milioni di tonnellate di idrogeno rinnovabile nell'UE. Se il piano d'azione proseguirà senza problemi, in questa fase l'idrogeno potrebbe già avere un mercato sufficiente ampio per sviluppare la domanda industriale e quindi il suo utilizzo può essere esteso a nuovi settori: come l'industria siderurgica, il settore dei trasporti pensati (autocarri e ferrovie) e alcune applicazioni di trasporto marittimo.
- nella terza fase (tra il 2030 e il 2050), l'idrogeno verde dovrebbe aver raggiunto la maturità e poter trovare applicazione su larga scala, anche nei settori più difficili da decarbonizzare. È in quest'ultima fase che gli investimenti cumulati nell'idrogeno rinnovabile in Europa potrebbero raggiungere i 180-470 miliardi di euro, quelli invece per l'idrogeno a basso tenore di carbonio potrebbero raggiungere i 3-18 miliardi di euro.

5. ELEMENTI PROGETTUALI COSTITUENTI IL SITO DI IDROGENERAZIONE

5.1. Impianto di produzione di idrogeno da energia elettrica

L'impianto di produzione di idrogeno sarà costituito da n.10 elettrolizzatori H-Tec Serie-ME: ME 450/1400 della potenza di 1MW cadauno, con produzione unitaria di 450 Kg/giorno alimentati in bassa tensione a 400V ai sensi della IEC 60038 con 350Kg/h di acqua potabile. Per fornire acqua potabile agli elettrolizzatori, c'è la necessità di utilizzare un addolcitore che elimini il calcare, essendo l'acqua pugliese particolarmente dura.

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

Gli elettrolizzatori alimentati dal parco fotovoltaico nelle ore diurne, saranno alimentati da un sistema di accumulo costituito da n.15 storage con capacità nominale di 4200kVA alimentati in bassa tensione a 400V, per un totale di 60MW.

Ogni elettrolizzatore è containerizzato, con un range di produzione molto ampio: infatti all'ora può produrre dai 25 ai 210 Nmc quindi variando la propria potenza da 0.2 a 1.4 MW. Questa peculiarità si abbina perfettamente alla generazione mediante energia solare, essendo oscillante in ogni singolo momento della giornata. Nominalmente il singolo container assorbe 4.9kWh per Nmc, con un carico sulla rete di 2 MVA. Gli elettrolizzatori in esame possono considerarsi come aventi un'aspettativa di vita di circa 8 anni. Al termine di questi risulta necessaria la sostituzione della potassa caustica, il re-coating degli elettrodotti e una sostituzione di separatori e guarnizioni.

5.2. Trasformazione dell'energia elettrica proveniente dal parco MT/BT

L'energia generata dall'impianto agrifotovoltaico arriva in cavo e viene smistata da una cabina MT in n. 10 cabine di trasformazione MT/BT. Ogni cabina di trasformazione ha un trasformatore di potenza 6,3MVA, quindi rispettano la medesima configurazione del parco. La scelta progettuale è dovuta alla possibilità di splittare il flusso di potenza verso i due principali obiettivi del sito: il gruppo di elettrolizzatori e il gruppo di storage. Lo splitting avviene mediante un interblocco posto nella cabina di smistamento con un driver elettronico che gestisce automaticamente il flusso di potenza. Le cabine sono di tipo prefabbricato e di materiale metallico poste su dispositivi di appoggio infissi nel terreno, in maniera tale da evitare completamente l'utilizzo di cemento e eventuali modifiche del suolo.

5.3. Distribuzione elettrica in BT

La distribuzione elettrica in bassa tensione fra le cabine e il gruppo di elettrolizzatori e di storage avviene mediante il cavo ARG16R16 0,6/1 kV in alluminio da 300 mm² in due configurazioni differenti. Per il gruppo di elettrolizzatori ogni cabina è collegata a 2 container mediante 16 corde per fase e 8 corde per neutro e 8 corde per il PE; invece per il gruppo di storage ogni cabina è collegata a 3 storage mediante 18 corde per fase, 9 corde per neutro e 9 per il PE.

La scelta delle sezioni dei cavi è stata effettuata in base alla loro portata nominale (calcolata in base ai criteri di unificazione e di dimensionamento riportati nelle Tabelle CEI-UNEL), alle condizioni di

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

posa e di temperatura, al limite ammesso dalle Norme per quanto riguarda le cadute di tensione massime ammissibili (inferiori al 4%) ed alle caratteristiche di intervento delle protezioni secondo quanto previsto dalle vigenti Norme CEI 64-8. La portata delle condutture sarà commisurata alla potenza totale che si prevede di installare. Nei circuiti trifase i conduttori di neutro potranno avere sezione inferiore a quella dei corrispondenti conduttori di fase, purché il carico sia sostanzialmente equilibrato ed il conduttore di neutro sia protetto per un cortocircuito in fondo alla linea; in tutti gli altri casi al conduttore di neutro verrà data la stessa sezione dei conduttori di fase.

La sezione del conduttore di protezione non sarà inferiore al valore determinato con la seguente formula:

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 T}}{K}$$

dove:

- Sp = sezione del conduttore di protezione (mm);
- I = valore efficace della corrente di guasto che percorre il conduttore di protezione per un guasto franco a massa (A);
- T = tempo di interruzione del dispositivo di protezione (s);
- K = fattore il cui valore per i casi più comuni è dato nelle tabelle VI, VII, VIII e IX delle norme C.E.I. 64-8 e che per gli altri casi può essere calcolato come indicato nell'Appendice H delle stesse norme.

I cavi unipolari e le anime dei cavi multipolari saranno contraddistinti mediante le seguenti colorazioni:

- nero, grigio e marrone (conduttori di fase);
- blu chiaro (conduttore di neutro);
- bicolore giallo-verde (conduttori di terra, di protezione o equipotenziali).

La rilevazione delle sovracorrenti è stata prevista per tutti i conduttori di fase. In ogni caso il conduttore di neutro non verrà mai interrotto prima del conduttore di fase o richiuso dopo la chiusura dello stesso. Nella scelta e nella installazione dei cavi si è tenuto presente quanto segue:

- per i circuiti a tensione nominale non superiore a 230/400 V i cavi avranno tensione nominale non inferiore a 450/750 V;
- per i circuiti di segnalazione e di comando è ammesso l'impiego di cavi con tensione nominale

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

non inferiore a 300/500 V, qualora posti in canalizzazioni distinte dai circuiti con tensioni superiori.

- Le condutture non saranno causa di innesco o di propagazione d'incendio: saranno usati cavi, tubi protettivi e canali aventi caratteristiche di non propagazione della fiamma nelle condizioni di posa. Tutti i cavi appartenenti ad uno stesso circuito seguiranno lo stesso percorso e saranno quindi infilati nella stessa canalizzazione, cavi di circuiti a tensioni diverse saranno inseriti in tubazioni separate e faranno capo a scatole di derivazione distinte; qualora facessero capo alle stesse scatole, queste avranno diaframmi divisorii. I cavi che seguono lo stesso percorso ed in special modo quelli posati nelle stesse tubazioni, verranno chiaramente contraddistinti mediante opportuni contrassegni applicati alle estremità. Il collegamento dei cavi in partenza dai quadri e le derivazioni degli stessi cavi all'interno delle cassette di derivazione saranno effettuate mediante appositi morsetti. I cavi non trasmetteranno nessuna sollecitazione meccanica ai morsetti delle cassette, delle scatole, delle prese a spina, degli interruttori e degli apparecchi utilizzatori. I terminali dei cavi da inserire nei morsetti e nelle apparecchiature in genere, saranno muniti di capicorda oppure saranno stagnati. I cavi saranno sempre protetti contro la possibilità di danneggiamenti meccanici fino ad un'altezza di 2,5 m dal pavimento.

5.4. Distribuzione elettrica in MT

La distribuzione elettrica in MT avviene mediante il cavo **ARP1H5EX** interrato e cordato ad elica di sezione di 95 mm² per il collegamento del gruppo di cabine MT/BT. Si formano così due macro aree:

- Area alimentazione storage;
- Area alimentazione Elettrolizzatori.

5.5. Impianto di accumulo di energia elettrica

Il sistema di stoccaggio di energia elettrica è composto da n. 15 cabinati CHINT YBM29-40.5/0.4-4200. Essi sono anche dei Medium Voltage Power Conversion System, avendo anche un trasformatore al loro interno. Quindi è divisibile in due macro parti: il "Ring main unit" e la "secondary unit". Ogni container rispetta gli standard europei sui trasformatori di conversione e di potenza. Non deve essere installato in luoghi a rischio di esplosione o incendio, e non deve essere oggetto di corrosione chimica.

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

5.6. Impianti di servizio: illuminazione ordinaria

L'illuminazione ordinaria artificiale dei vari ambienti e l'illuminazione perimetrale esterna sarà realizzata impiegando corpi illuminanti ad alta efficienza idonee al conseguimento del risparmio energetico. L'illuminazione artificiale sarà realizzata in conformità alle prescrizioni della norma UNI 10380.

5.7. Impianti di servizio: illuminazione di sicurezza

L'illuminazione di sicurezza sarà garantita da apparecchi autoalimentati. L'impianto di sicurezza sarà indipendente da qualsiasi altro impianto elettrico del sito. I dispositivi di protezione contro le sovracorrenti saranno installati in modo da evitare che una sovracorrente in un circuito comprometta il corretto funzionamento degli altri circuiti di sicurezza. Tutti i corpi illuminanti impiegati presenteranno grado di protezione IP65 e saranno realizzati in materiale isolante in esecuzione a doppio isolamento. L'autonomia minima di funzionamento dell'impianto di illuminazione di sicurezza dovrà essere di un'ora.

5.8. Impianti di terra

L'impianto di terra è costituito dai seguenti elementi:

- Dispersore di terra;
- Corda nuda in rame;
- Cavi isolati di colore giallo-verde per connessioni apparsi alla maglia di terra.

L'impianto di terra sarà unico e costituito da una corda in rame nudo da 95 mm², ampiamente dimensionata, interrata con posa diretta nel terreno a circa 0,8 m di profondità (1,2 m in prossimità del perimetro del lotto), integrata da picchetti infissi nel terreno entro pozzetti ispezionabili. Tutti i locali tecnici saranno dotati di una maglia formata da due anelli concentrici in corda di rame nudo della sezione di 50 mm² (che costituisce il dispersore orizzontale) installato a 0,80 cm dal piano di calpestio, integrato con n° 4 picchetti (che costituiscono il dispersore verticale) in acciaio zincato, della lunghezza di 1,5 mt, infissi nel terreno, collegati all'impianto di terra. Per le strutture di sostegno sarà utilizzata la corda in rame nudo da 35 mm². Inoltre le cabine prefabbricate (o realizzate in

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

opera) di distribuzione e impianto di irrigazione, faranno parte integrante del sistema di dispersione le reti in acciaio annegate nel pavimento dei locali tecnici per rendere detti locali equipotenziali.

Saranno direttamente collegati all'impianto di terra:

- tutti gli apparati installati nei locali tecnici;
- tutti i tanks criogenici;
- i cancelli di ingresso al sito.

Tutti i conduttori di protezione ed equipotenziali presenti nell'impianto saranno identificati con guaina isolante di colore giallo-verde e saranno in parte contenuti all'interno dei cavi multipolari impiegati per l'alimentazione delle varie utenze, in parte costituiranno delle dorsali comuni a più circuiti. L'impianto di terra è stato dimensionato tenendo conto dei valori più comuni della corrente di guasto monofase a terra e del tempo di eliminazione del guasto per impianti fv analoghi, adoperando inoltre ampi coefficienti di sicurezza. Ad ogni buon conto, sarà necessario richiedere al Distributore il valore della corrente di guasto monofase a terra e del tempo di eliminazione del guasto e, ai sensi dell'articolo 2 del D.P.R. 22 Ottobre 2001 n. 462, prima dell'entrata in servizio dell'impianto, sarà effettuata da parte di un tecnico abilitato la verifica dell'impianto di terra.

5.9. Riserve idriche

Per ottimizzare la produzione di idrogeno, il sito necessita di una riserva idrica per la grande quantità di acqua necessaria. Inoltre è stata progettata una seconda riserva idrica con sistema di pompaggio per i VVF; quest'ultima è stata progettata in modo tale da avere una capienza di 1200 mc. Quanto alla riserva idrica necessaria all'alimentazione degli elettrolizzatori si è prevista una vasca tale da poter ospitare 600 mc di acqua. Quest'ultima quantità è pari a circa 10 giorni di funzionamento dell'impianto, necessaria per la produzione media di 17.37 t di idrogeno, a fronte di un consumo di circa 713.44 MWh (valore medio).

5.10. Area Tanks criogenici per lo stoccaggio dell'idrogeno

L'idrogeno prodotto dagli elettrolizzatori viene raffreddato in un box di cooling per trasformarlo in LH2 (quindi a -252.8 °C). L'idrogeno liquido viene stoccato in tanks criogenici. I serbatoi sono a doppia parete coibentanti sottovuoto, la prima in acciaio austenitico e la seconda in acciaio al carbonio con un "coat" anti corrosivo ed "environmentally friendly". Essi sono costruiti e testati ai

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

sensi del “Pressure Equipment Directive EU 97 / 23 / EC” e la EN 13458. Infine i serbatoi della Linde soddisfano anche la ISO 9001 in maniera tale da rispettare tutti gli standards europei. Ogni serbatoio è equipaggiato di un sensore “Air-heated vaporiser” per evitare l’evaporazione dell’idrogeno liquido. Il collegamento avviene mediante pipelines in acciaio in maniera da non alterare le caratteristiche chimico-fisiche del fluido.

5.11. Strade e viabilità di servizio

Per quanto possibile si cercherà di utilizzare la viabilità già esistente, al fine di minimizzare il più possibile gli effetti derivanti dalla realizzazione delle opere di accesso.

La viabilità di servizio sarà costituita da terreno naturale e/o pavimento drenante, così da riutilizzare le terre e le rocce da scavo derivanti principalmente dalla messa in opera del sito.

L’ubicazione degli apparecchi utilizzati tiene in debito conto sia delle strade principali di accesso, che delle strade secondarie. La viabilità dovrà favorire le operazioni di manutenzione ordinaria delle diverse sezioni dell’impianto e gli interventi straordinari di qualsiasi natura.

5.12. Fotovoltaico su copertura

Inoltre per abbattere ulteriormente il consumo del suolo, verranno installati moduli fotovoltaici Trina Solar DEG-19C bifacciali da 545Wp su ogni cabinato ed edificio presente nel sito di idrogenazione. Sempre nello stesso ci sarà uno shelter di controllo e di comando dell’impianto FV (compreso i moduli installati su copertura nella stazione di servizio adiacente). La potenza installata nel sito in continua sarà pari a circa 162 kW per un totale di 298 moduli.

6. CAVIDOTTO MT DI ALIMENTAZIONE DEL SITO

Come detto, il parco agrifotovoltaico è previsto nel comune di Toritto (BA) e il sito di idrogenazione sarà nel comune di Grumo Appula (BA). La distanza tra il sito e la cabina di ricezione-consegna del parco è in linea d’aria di circa 4 km; ciò comporterà la realizzazione di un cavidotto MT di utenza di lunghezza pari a circa 5 km, su pubblica viabilità. La portata del cavo in regime permanente deve essere maggiore od uguale alla massima corrente che si prevede possa transitare sul cavo stesso. La massima corrente che può transitare nel cavidotto esterno è data dalla potenza

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

totale in corrente alternata del parco agrivoltaico (circa 29,97 MVA) erogata al minimo costi (fattore di potenza); in questo caso si ipotizza un valore di 0,96 induttivo:

$$P_{MAX} = \sqrt{3} \times V_n \times I_{MAX} \times \cos\phi_{LIM} \Rightarrow I_{MAX} = \frac{P_{MAX}}{\sqrt{3} \times V_n \times \cos\phi_{LIM}} = \frac{29970000}{\sqrt{3} \times 30000 \times 0,96} \approx 601A$$

Questo valore è comunque sovrastimato, tenendo conto che il rendimento di impianto sarà certamente inferiore all'unità; il valore di corrente per ciascuna fase sarà pari a **300 A** (infatti si avranno due corde da 300 mm² per fase).

Avendo il flusso di potenza proveniente dal parco due possibili destinazioni, RTN di "Palo del Colle" o sito di produzione di idrogeno, si possono considerare come due circuiti differenti che lavorano in maniera alternativa, poiché regolati da interblocco.

Come da tabella, la portata nominale per il cavo di collegamento, nelle condizioni di posa sotto specificate, è pari a:

Portata di corrente I _n per una singola terna	506 A
Posa	Interrata a trifoglio
Resistività del terreno	1 °C m/W
Temperatura del terreno	20 °C
Profondità di posa	0,8 m

Per la verifica della portata vengono considerate le condizioni che portano ad un declassamento della portata secondo la normativa, ossia:

- temperatura del terreno a 25°C: si ha un fattore di correzione pari a 0,97 (vd. tabella sottostante, specifiche Prysmian)

Temperatura dell'ambiente diversa da quella di riferimento / Ambient temperature different from the conductor's operating temperature

T. conduttore (%) Conduct. temp. (%)	tipo di cavi cables type	temperature ambiente (°C) ambient temperature (°C)											
		10	15	20	25	30	35	40	45	50	55	60	65
90	cavi in terra / buried cables	1,07	1,04	1,00	0,96	0,93	0,89	0,85	0,80	0,76	-	-	-
90	cavi in aria ^(*) / in air cables ^(*)	1,15	1,12	1,08	1,04	1,00	0,96	0,91	0,87	0,82	0,76	0,71	0,65
105	cavi in terra / buried cables	1,06	1,03	1,00	0,97	0,94	0,91	0,87	0,84	0,80	-	-	-
105	cavi in aria ^(*) / in air cables ^(*)	1,12	1,10	1,06	1,03	1,00	0,97	0,93	0,89	0,86	0,82	0,77	0,73

^(*) Non esposti al sole direttamente
Not directly exposed to the sun

Tabella 1 – coefficienti di correzione per temperature del terreno diverse da 20°C

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

- posa alla profondità di 1,2 mt: si ha un fattore di correzione pari a 0,95 (vd. tab. sottostante);

7.4 Coefficienti di correzione (k_p)

Tabella 20 – Coefficienti di correzione per valori di profondità di posa diversi da 0,8 m (cavi direttamente interrati)

Profondità di posa (m)	Cavi unipolari		Cavi tripolari
	Sezione del conduttore (mm ²)		
	≤185	>185	
1,0	0,98	0,97	0,98
1,25	0,96	0,95	0,96
1,5	0,95	0,93	0,95

Tabella 2 – coefficienti di correzione per valori di profondità di posa diversi da 0,8 mt (CEI-UNEL 35027)

- posa in affiancamento (distanza > 250 mm) alla ulteriore terna di cavi MT: per un numero di terne pari a 2 è pari a 0,86 (vd. tabella sottostante, specifiche Prysmian).

Cavi tripolari (o terne di cavi unipolari a trifoglio) posati in terra / Three core buried cables (or 3 core systems in trefoil formation)

distanza tra cavi o terne (in orizzontale)	numero di cavi o terne (in orizzontale)			
distance between cables or systems (horizontally) (cm)	2	3	4	6
7	0,84	0,74	0,67	0,60
25	0,86	0,78	0,74	0,69

Tabella 3 – coefficienti di correzione per posa affiancata da altri sistemi

- circolazione di correnti negli schermi: con la modalità del cross bonding la corrente circolante negli schermi incide in maniera poco significativa; pertanto non si ravvede la necessità di considerare ulteriori fattori di correzione della portata.

Pertanto la portata reale del cavidotto esterno risulta essere:

$$I_b = I_n \times 0,97 \times 0,95 \times 0,69 = 506 \times 0,97 \times 0,95 \times 0,86 = 400 \text{ A} > I_{MAX} = 300 \text{ A}$$

6.1. Verifica delle cadute di tensione

Il calcolo della caduta di tensione (indicata con ΔV e riferita alla tensione concatenata del sistema) lungo la tratta in esame può essere effettuato mediante la relazione:

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

$$\Delta V = \sqrt{3} \times I_{MAX} \times L \times (r_{90^{\circ}C} \cdot \cos \varphi + x \cdot \sin \varphi)$$

Dove:

- $r_{90^{\circ}C}$ resistenza chilometrica a 90 del conduttore del cavo [Ω / Km]
- x reattanza chilometrica del cavo [Ω / Km]
- L lunghezza del cavo [Km]
- $\cos \varphi$ fattore di potenza limite

Calcolando i singoli termini:

$\sin \varphi = \sin (\arccos (\cos \varphi)) = 0,28$

$r_{90^{\circ}C} = 0,136 \Omega / Km$ (come da specifica Prysmian sotto allegata)

Resistenza apparente del conduttore (rame rosso) (alluminio) a 50 Hz e a 90 °C
Apparent resistance of red conductor (bare copper) (aluminium) at 50 Hz and at 90 °C

sezione nominale	CAVI UNIPOLARI conduttore in rame - alluminio								CAVI UNIPOLARI conduttore in rame - alluminio tutte le tensioni		CAVI TRIPOLARI conduttore in rame - alluminio tutte le tensioni	
	SINGLE CORE CABLES copper-aluminium conductor								SINGLE CORE CABLES copper-aluminium conductor any rated voltage		SINGLE CORE CABLES copper-aluminium conductor any rated voltage	
	1,8/3 kV - 3,6/6 kV (Ω/km)		6/10 kV - 8,7/15 kV (Ω/km)		12/20 kV - 18/30 kV (Ω/km)		26/45 kV (Ω/km)		(Ω/km)		(Ω/km)	
conductor cross- section (mm ²)	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al	Cu	Al
10	2,330	3,9100	2,3300	3,9100	-	-	-	-	2,330	3,9100	2,3300	3,9100
16	1,470	2,4700	1,4700	2,4700	-	-	-	-	1,470	2,4700	1,4700	2,4700
25	0,929	1,5600	0,9290	1,5600	0,9290	1,5600	-	-	0,929	1,5600	0,9270	1,5600
35	0,670	1,1200	0,6710	1,1300	0,6710	1,1300	-	-	0,670	1,1300	0,6690	1,1200
50	0,495	0,8320	0,4950	0,8320	0,4950	0,8320	-	-	0,495	0,8320	0,4940	0,8320
70	0,347	0,5830	0,3440	0,5800	0,3440	0,5800	0,3440	0,5800	0,344	0,5800	0,3430	0,5760
95	0,248	0,4160	0,2480	0,4160	0,2480	0,4160	0,2480	0,4160	0,248	0,4160	0,2470	0,4150
120	0,198	0,3330	0,1980	0,3330	0,1980	0,3330	0,1980	0,3330	0,198	0,3330	0,1960	0,3290
150	0,161	0,2700	0,1610	0,2700	0,1610	0,2700	0,1610	0,2700	0,161	0,2700	0,1600	0,2690
185	0,130	0,2180	0,1300	0,2180	0,1300	0,2180	0,1300	0,2180	0,130	0,2180	0,1290	0,2170
240	0,0984	0,1650	0,0983	0,1650	0,0982	0,1650	0,0981	0,1650	0,100	0,1680	0,1000	0,1680
300	0,0789	0,1320	0,0788	0,1320	0,0787	0,1320	0,0786	0,1320	0,081	0,1360	0,0800	0,1340
400	0,0625	0,1050	0,0624	0,1050	0,0623	0,1050	0,0622	0,1050	0,065	0,1090	0,0650	0,1090
500	0,0496	0,0833	0,0494	0,0830	0,0493	0,0828	0,0491	0,0825	0,053	0,0890	0,0536	0,0900
630	0,0396	0,0665	0,0394	0,0662	0,0393	0,0662	0,0391	0,0657	0,044	0,0739	-	-

Tabella 4 – resistenza chilometrica del conduttore

$x = 0,110 \Omega / Km$ (come da specifica Prysmian sotto allegata)

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

Reattanza di fase a 50 Hz / Phase reactance at 50 Hz

CAVI UNIPOLARI SINGLE							
SEZIONE NOMINALE							
SINGLE CORE CABLES							
conductor cross-section (mm ²)	1,8/3 kV (Ω/km)	3,6/6 kV (Ω/km)	6/10 kV (Ω/km)	8,7/15 kV (Ω/km)	12/20 kV (Ω/km)	18/30 kV (Ω/km)	26/45 kV (Ω/km)
10	0,140	0,160	0,160	-	-	-	-
16	0,130	0,140	0,150	0,160	-	-	-
25	0,120	0,130	0,140	0,150	0,150	-	-
35	0,110	0,120	0,130	0,140	0,140	0,160	-
50	0,110	0,120	0,120	0,130	0,130	0,150	-
70	0,100	0,110	0,120	0,120	0,130	0,140	0,15
95	0,098	0,110	0,110	0,120	0,120	0,130	0,14
120	0,097	0,100	0,110	0,110	0,120	0,130	0,14
150	0,092	0,099	0,100	0,110	0,110	0,120	0,13
185	0,089	0,096	0,100	0,110	0,110	0,120	0,12
240	0,086	0,093	0,096	0,100	0,100	0,110	0,12
300	0,084	0,092	0,094	0,098	0,100	0,110	0,12
400	0,082	0,090	0,092	0,095	0,099	0,110	0,11
500	0,081	0,088	0,089	0,092	0,095	0,100	0,11
630	0,079	0,086	0,087	0,090	0,093	0,099	0,10

Tabella 5 – reattanza chilometrica del conduttore

Dal calcolo risulta:

$$\Delta V = \sqrt{3} \times 300 \times 5 \times (0,136 \cdot 0,96 + 0,110 \cdot 0,28) \approx 420 \text{ V}$$

Quindi:

$$\Delta V_{\%} = \frac{\Delta V}{V_n} \times 100 = \frac{420}{30000} \times 100 \approx 1,4 \%$$

La caduta di tensione percentuale rientra nel massimo valore accettabile dalle norme (tipicamente 4%).

6.2. Calcolo delle perdite di potenza attiva

In condizioni di pieno carico della linea, quindi con corrente massima, la perdita di potenza attiva per effetto Joule lungo la linea corrisponde a:

$$P_J = 3 \times r_{90^\circ C} \times L \times (I_{max} \times \cos \phi)^2 = 3 \times 0,136 \times 5 \times (300 \times 0,96)^2 \approx 169,66 \text{ kW}$$

$$P_{J\%} = \frac{P_J}{P_n} \times 100 = \frac{169,66}{29970} \times 100 \approx 0,56 \%$$

6.3. Verifica della tenuta al cortocircuito

Per il dimensionamento al corto circuito si è utilizzata la formula della sezione minima, derivata dall'integrale di joule: $K^2 S^2 \geq I^2 t$, dalla quale si ottiene:

$$S \geq \frac{I_{cc} \times \sqrt{t}}{K}$$

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

dove:

- S: sezione in mm²;
- I_{cc}: corrente di cc in ampere;
- t: tempo di permanenza del corto circuito in s (tempo di intervento delle protezioni);
- K: costante di corto circuito; tale parametro è riportato nella scheda tecnica del cavo [4] e, per temperature di corto-circuito di 300°C, risulta **K=100**;

Si considera cautelativamente una corrente di corto circuito di linea pari alla massima corrente di cortocircuito sopportabile dai quadri MT (il trasformatore AT/MT a monte limita in realtà la corrente di c.to c.to a valori più bassi): **I_{cc} = 16 kA**

Mentre per il tempo di intervento delle protezioni si considera: **t = 0,7 s**.

Pertanto si ottiene:

$$S \geq \frac{16000 \times \sqrt{0,7}}{100} \approx 134 \text{ mm}^2$$

La sezione scelta, pari a 300 mm², risulta rispettare pienamente la condizione sopra riportata.

I cavidotti, in caso di posa non direttamente interrata, saranno del tipo corrugato con doppia parete liscia internamente in polietilene alta densità (PEAD) con dimensioni specificate nelle tavole allegate alla presente e dovranno costituire un cavidotto per il passaggio di cavi tra manufatti; dovranno contenere il filo guida in rame isolato per un eventuale re-infilaggio dei cavi, filo che rimarrà anche dopo la posa dei conduttori di alimentazione.

La posa delle linee in cavo in cavidotto è classificata come posa tipo 61 nella norma CEI 64-8;

Caratteristiche:

- Temperatura di posa: -30/+60°C
- Resistenza allo schiacciamento: ≥450N
- Resistenza dielettrica: >800kV/cm
- Resistenza d'isolamento: >100MΩ

Saranno realizzati:

- Cavidotto Perimetrale per la videosorveglianza e l'illuminazione;

Il percorso dei cavidotti, e quindi i relativi scavi, si svilupperanno esclusivamente al di sotto della strada di servizio in terra stabilizzata per evitare di incidere su tutta la superficie del sito, con le

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

sezioni necessarie a raccogliere i corrugati provenienti dalle stringhe, dagli inverter di stringa e dalle cabine di trasformazione.

7. CAMPI ELETTROMAGNETICI

La presente relazione è riferita all'impatto elettromagnetico prodotto dall'impianto con particolare riferimento alla linea MT di collegamento fra il parco e il sito di idrogenerazione e le cabine presenti.

7.1. Riferimenti normativi

- D.M. del 29 maggio 2008;
- Norma CEI 106-11 (Guida per la determinazione delle fasce di rispetto per gli elettrodotti secondo le disposizioni del D.P.C.M. 8 luglio 2003 (art.6));
- D.P.C.M. del 8 luglio 2003 "Fissazione dei limiti di esposizione, dei valori di attenzione e degli obiettivi di qualità per la protezione della popolazione dalle esposizioni ai campi elettrici e magnetici alla frequenza di rete (50 Hz) generati dagli elettrodotti";
- Legge n.36 del 22 febbraio 2001;
- Decreto Interministeriale del 21 marzo 1988 n. 449.

7.2. Cavo MT

Con riferimento ai cavi MT, al fine di avere una stima della Distanza di Prima Approssimazione (DPA) in condizione di assenza d'interferenze (parallelismi, incroci, deviazioni, ecc.) ovvero in condizioni imperturbate, sono state effettuate alcune simulazioni con il programma "EMF Tools Versione 4.0" con cui è stata individuata una dimensione di massima della DPA. Tali simulazioni sono state effettuate sulla linea con le condizioni di carico peggiori (ossia con maggiore corrente), vale a dire la dorsale che collega la cabina di raccolta alla stazione di elevazione AT/MT, costituita da cavi con conduttore in alluminio e formazione 3x300 mmq; sono state considerate le configurazioni geometriche ed i valori delle grandezze elettriche di seguito riportati:

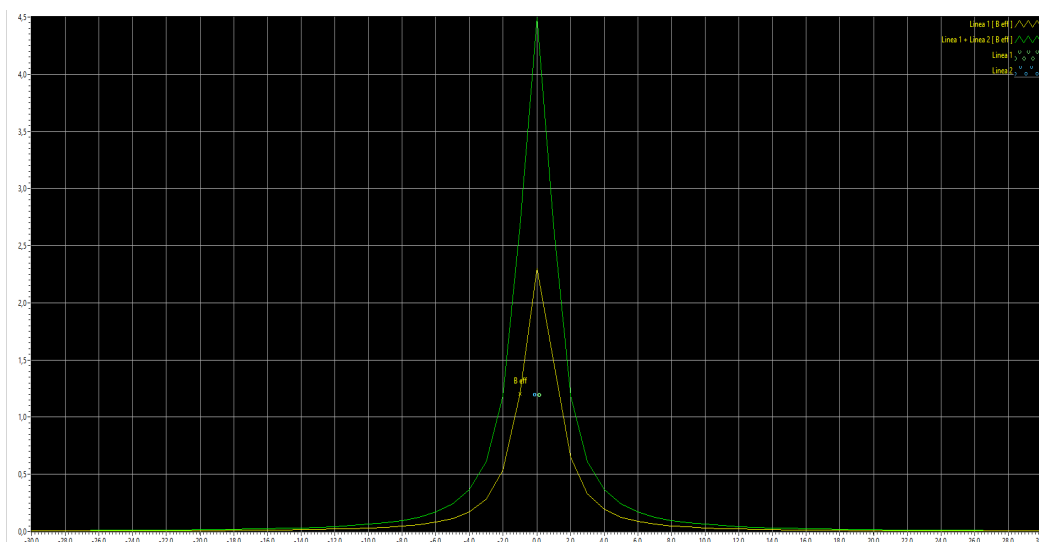
- $P_n = 30,380 \text{ MVA}$
- $\text{Cos}\varphi = 0,9$ (cautelativo)
- $V_n = 30 \text{ kV}$
- $I_{\text{max}} \text{ totale} \sim 600$

Avendo previsto una linea costituita da 2 cavi ciascuno da 3x300 mmq è possibile suddividere la

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

corrente in maniera simmetrica tra gli stessi, in modo che ogni terna trasporti circa 300 A.

Di seguito si riporta una valutazione del campo magnetico generato dalle terne di cavi sul piano di campagna:



Le cinque terne di cavi generano un campo magnetico con la classica distribuzione a “campana di Gauss”; la DPA è minore di 1,2 mt per lato rispetto all’asse centrale del cavidotto. Siccome la posa dei cavi è di tipo interrato e le aree in cui viene realizzata sono per lo più agricole o destinate alla pubblica viabilità, è possibile affermare che nella fascia DPA non è prevista la permanenza stabile di persone superiore alle 4 ore e/o la costruzione di edifici, ossia di recettori definiti “sensibili”.

Possiamo pertanto concludere che l'impatto elettromagnetico indotto dai cavi MT non è significativo.

Per quanto riguarda l’area interna al campo, si fa presente che in essa non è prevista la presenza di persone, dal momento che l'accesso è interdetto al pubblico, trattandosi di aree private recintate. È consentito l'accesso nelle aree dell'impianto, nei pressi dei pannelli e delle cabine, solo a personale esperto ed addestrato, che comunque accederà sporadicamente e per tempi limitati.

7.3. Cabine di Consegna e Trasformazione

All'interno del parco sono state predisposte 10 cabine elettriche di campo + 1 cabina di raccolta, destinate ad accogliere:

- quadri di parallelo AC;

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

- quadri MT per il sezionamento dei trasformatori;
- trasformatori MT/BT a doppio secondario, uno dedicato alla porzione di impianto fv sottesa ed uno ai corrispondenti servizi ausiliari;
- componenti per i servizi ausiliari e sistemi di sicurezza.

Le cabine di trasformazione saranno suddivise in tre vani destinati a:

- trasformatore MT/BT;
- scomparto MT con protezione trasformatore e celle di arrivo/partenza cavi MT;
- quadro parallelo AC.

La cabina di smistamento sarà suddivisa in due vani:

- locale MT con i relativi scomparti e le apparecchiature di protezione (Dispositivo Generale e Dispositivo di Interfaccia associati ai rispettivi sistemi di protezione), trasformatore MT/BT e quadro generale dei servizi ausiliari;
- locale BT con le apparecchiature di controllo e monitoraggio dell'impianto fv.

La struttura semplificata sulla base della quale viene calcolata la fascia DPA è un sistema trifase, percorso da una corrente pari alla corrente nominale di BT in uscita dal trasformatore e con distanza tra le fasi pari al diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore stesso.

I dati di ingresso per il calcolo della fascia DPA per le cabine di trasformazione sono pertanto: corrente nominale di bassa tensione del trasformatore e diametro dei cavi reali in uscita dal trasformatore.

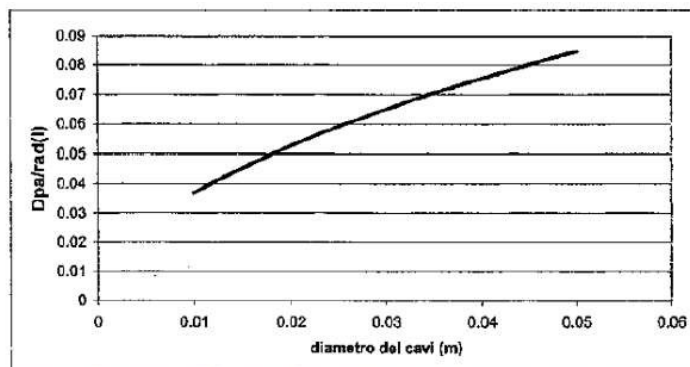
Per determinare la fascia DPA il proprietario/gestore della cabina deve:

- usare la curva riportata nel grafico seguente per calcolare il valore di DPA / radice della corrente per la tipologia di cavi in uscita dal trasformatore nella cabina in esame;
- applicare al valore ricavato le operazioni sotto elencate:
 - a) moltiplicare per la radice della corrente;
 - b) arrotondare al mezzo metro superiore.

$$\text{Equazione della curva: } \frac{Dpa}{\sqrt{I}} = 0,40942 \cdot x^{0,524}$$

DPA = Distanza di prima approssimazione [m]; I= corrente nominale [A]; x = diametro dei cavi [m]

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elabor.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

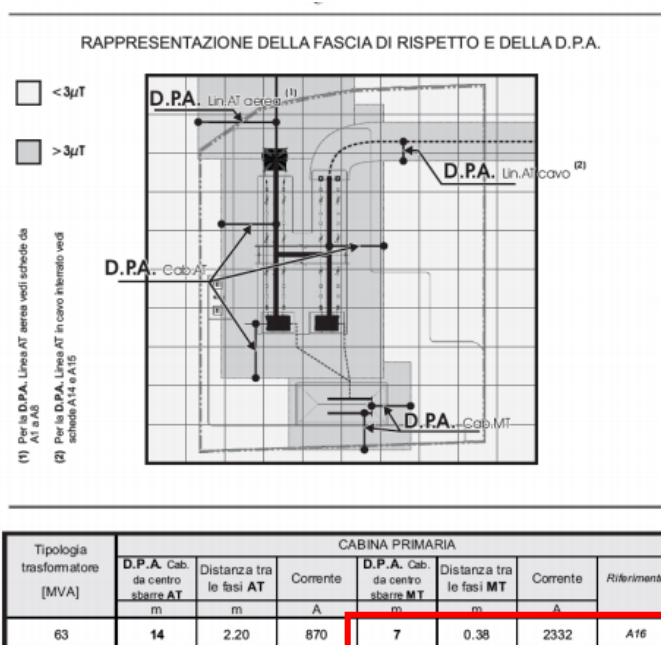


Rappresentazione dell'andamento del rapporto tra Dpa e radice della corrente nominale al variare del diametro dei cavi.

Applicando la formula su esposta al nostro caso specifico, la fascia DPA per la cabina di trasformazione MT/BT più carica risulta:

$$DPA = 0,40942 \times (0,075)^{0,524} \times \sqrt{4.546} = 7,10 \text{ m} \rightarrow 7,5 \text{ m}$$

A completamento di quanto affermato, si segnalano anche le "Linea guida ENEL per l'applicazione del § 5.1.3 dell'allegato al DM 29.05.08". In particolare, nella scheda A16 (cabina primaria isolata in aria 132/150 kV–15/20 kV) sono riportate le seguenti fasce DPA per quanto concerne il locale ospitante le apparecchiature di media tensione:



La fascia DPA stimata è pari a 7 mt dall'asse del sistema di sbarre MT; tuttavia tale valore è calcolato considerando una corrente che attraversa i cavi pari a 2.332 A, mentre nel caso del presente impianto, come già illustrato nel paragrafo precedente, la corrente che attraverserà le sbarre MT di ciascuna cabina di trasformazione avrà un valore massimo di circa 142 A.

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

A garanzia di una giusta analisi delle previste influenze dirette dovute alle sorgenti immesse dalla attività di produzione di energia elettrica si segnala che sarà anche misurato il fondo elettromagnetico esistente nelle aree dove verrà realizzato l'impianto per valutare valori dovuti ad altre sorgenti già esistenti, e quindi, saranno svolte misure dell'induzione magnetica in alcuni punti, ed in particolar modo sui tracciati dei cavidotti e nelle aree ove ricadranno le cabine elettriche di trasformazione e consegna. Per tutte le cabine elettriche e i cavidotti previsti in progetto si può affermare che *le DPA, nel caso esaminato in questa relazione abbiano un ordine di grandezza stimato in poche unità di metri quindi comprendente una ridotta area nell'intorno delle cabine stesse e ricadente dentro la superficie di pertinenza degli impianti* (ricordiamo che la finitura dei piazzali adiacenti le cabine sarà in ghiaietto e che tutto l'impianto FV sarà recintato mediante recinzione esterna con in rete metallica).

Tutto quanto sopra è in conformità a quanto riportato al paragrafo 5.2.2 dell'Allegato al Decreto 29 maggio 2008 che afferma che: *per questa tipologia di impianti la DPA e, quindi, la fascia di rispetto, rientrano generalmente nei confini dell'area di pertinenza dell'impianto stesso.*

8. TUBAZIONI

La posa dei cavi elettrici costituenti gli impianti in oggetto è stata prevista in canalizzazioni distinte o comunque dotate di setti separatori interni per quanto riguarda le seguenti tipologie di circuiti:

- energia elettrica;
- segnalazione e speciali.

Le caratteristiche dimensionali ed i percorsi delle canalizzazioni sono riportati negli schemi planimetrici di progetto.

Le tubazioni impiegate per realizzare gli impianti saranno dei seguenti tipi:

- tubo flessibile in PVC autoestinguente, serie pesante, con Marchio di Qualità, conforme alle Norme EN 50086, con colorazione differenziata in base all'impiego, posato entro cavedio/parete prefabbricata o incassato a parete/pavimento
- tubo flessibile corrugato a doppia parete in polietilene alta densità, o tubo rigido in PVC serie pesante, conforme alle norme EN50086 per posa interrata 450N; caratteristiche dello scavo e la profondità di interrimento sono dettagliatamente riportate negli elaborati grafici di progetto.

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

Per quanto concerne l'idrogenodotto esso è stato progettato considerando che uno dei problemi principali nel trasporto dell'idrogeno è il fenomeno dell'infragilimento, dovuto all'alta diffusività dello stesso capace di penetrare il materiale di cui sono costituite le tubazioni e di legarsi ai suoi atomi. A tale scopo i materiali da scegliere devono avere le seguenti caratteristiche:

- carico di snervamento non elevato = 290 - 360 MPa
- basso contenuto di carbonio e manganese ($\leq 0,2\%$ e $\leq 1 - 1,2\%$ in peso rispettivamente)

Inoltre fra le modalità di trasporto in forma gassosa ad alta pressione dell'idrogeno, bisogna sottolineare che l'idrogeno deve essere trasportato ad una pressione $> 50 - 60$ bar, sopperendo al basso potere calorifico per unità di volume dello stesso.

L'idrogeno presenta le seguenti caratteristiche:

- coefficiente di attrito statico = $8,948 \cdot 10^{-6}$
- massa atomica = 1,0078 g/mol
- velocità di diffusione = 0,61 cmq/s
- densità = 0,00838 kg/mc
- potere calorifico superiore = 142 MJ/kg
- potere calorifico inferiore = 120 MJ/kg
- indice di Wobbe = 45.5 - 55 MJ/Nmc

Le tubazioni scelte per il suo trasporto in forma gassosa devono rispondere al DM 16 aprile 2008, UNI EN 1555-2 e ISO 4437-2; i materiali generalmente considerati per il suo trasporto sono:

- Acciaio al carbonio API 5L X52 o ASTM A 106 grade B
- Acciaio microlegati
- Acciaio inossidabile austenitico 316L o 304L
- Lega di rame deossidata
- Alcune plastiche o elastomeri

Considerando una lunghezza complessiva da ricoprire di circa 6300 m, una trascurabile variazione di altezza dal livello del mare e quindi perdite di portata trascurabili, sono state scelte tubazioni in acciaio ASTM A 106 grade B con:

- Dn = 65 - 160 mm
- Spessore $\geq 2,3$ mm
- Profondità di interrimento ≥ 1 m

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

9. CONNESSIONE E DERIVAZIONI

Tutte le derivazioni e le giunzioni dei cavi saranno effettuate entro apposite cassette di derivazione di caratteristiche congruenti al tipo di canalizzazione impiegata. Negli impianti saranno pertanto utilizzate:

- cassette da incasso in materiale isolante autoestingente (resistente fino 650°C alla prova a filo incandescente CEI 23-19), con Marchio di Qualità, in esecuzione IP40, posate ad incasso nelle pareti;
- cassette da esterno in pressofusione di alluminio, con Marchio di Qualità, in esecuzione IP55, posate in vista a parete/soffitto.

Tutte le cassette disporranno di coperchio rimovibile soltanto mediante l'uso di attrezzo. Per tutte le connessioni verranno impiegati morsetti da trafilato o morsetti volanti a cappuccio con vite isolati a 500 V.

Per quanto riguarda lo smistamento e l'ispezionabilità delle tubazioni interrate verranno impiegati pozzetti prefabbricati. I chiusini saranno carrabili (ove previsto) costituiti dal seguente materiali:

- ghisa classe D400;

I pozzetti saranno installati in corrispondenza di ogni punto di deviazione delle tubazioni rispetto all'andamento rettilineo, in ogni punto di incrocio o di derivazione di altra tubazione e comunque ad una interdistanza non superiore a 25 m.

10. PROTEZIONI DALLE SCARICHE ATMOSFERICHE

L'impianto di distribuzione di idrogeno deve essere dotato di impianti elettrici, di terra e di protezione dalle scariche elettriche atmosferiche realizzati secondo quanto indicato dalla legge n. 186 del 1° marzo 1968. L'alimentazione delle varie utenze, fatta eccezione per gli impianti idrici antincendio, deve essere intercettabile, oltre che dalla cabina elettrica, anche da un altro comando ubicato in posizione protetta. Le tubazioni e le strutture metalliche devono essere connesse con l'impianto generale di messa a terra. Qualora dal calcolo probabilistico di fulminazione, da eseguire secondo quanto prescritto dalla norma vigente, le installazioni riguardanti l'impianto di produzione in sito, la cabina di riduzione con dispositivo di misura, il locale compressori, il locale recipienti di accumulo non dovessero risultare autoprotette, le stesse devono essere protette con impianti parafulmini, preferibilmente del tipo a gabbia.

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

11. QUALITÀ DEI MATERIALI

Gli impianti sono progettati con riferimento a materiali/componenti di Fornitori primari, dotati di Marchio di Qualità, di marchiatura o di autocertificazione del Costruttore attestanti la costruzione a regola d'arte secondo la Normativa tecnica e la Legislazione vigente. Tutti i materiali/componenti rientranti nel campo di applicazione delle Direttive 73/23/CEE ("Bassa Tensione") e 89/336/CEE ("Compatibilità Elettromagnetica") e successive modifiche/aggiornamenti saranno conformi ai requisiti essenziali in esse contenute e saranno contrassegnati dalla marcatura CE.

Tutti i materiali/componenti presenteranno caratteristiche idonee alle condizioni ambientali e lavorative dei luoghi in cui risulteranno installati.

12. PRODUCIBILITÀ DEL SITO

La stima del potenziale energetico da fonte solare - fotovoltaica è generalmente un esercizio piuttosto complicato qualora siano presenti fonti di ombreggiamento vicine e/o da orizzonte; vista l'ubicazione dell'intervento (aperta campagna) e l'orografia del territorio (per lo più pianeggiante), è possibile ipotizzare l'assenza di fenomeni di ombreggiamento. La disponibilità di "sole" costituisce il fattore determinante per la produzione di idrogeno. La producibilità di energia elettrica stimata al primo anno per il parco fotovoltaico in oggetto, di potenza attiva nominale pari a 30,380 MVA e limitata a 29,970 MVA, risulta essere pari a 49735 MWh/anno, divisibile mese per mese e giorno per giorno come segue:

Mese di riferimento	ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA FV	
	[MWh/mese]	[MWh/gg]
gennaio	1752.00	56.52
febbraio	2355.00	84.11
marzo	4235.00	136.61
aprile	4895.00	163.17
maggio	6432.00	207.48
giugno	6444.00	214.80
luglio	6683.00	215.58
agosto	6045.00	195.00
settembre	4458.00	148.60
ottobre	3207.00	103.45
novembre	1833.00	61.10
dicembre	1396.00	45.03
Energia elettrica prodotta in un anno [MWh/anno]		49735.00

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

La producibilità di cui sopra risulta sufficiente all'alimentazione diretta del parco elettrolizzatori durante le ore di sole, e indiretta durante le ore in cui la fonte solare viene meno, ossia tramite storage. Il consumo elettrico degli elettrolizzatori è stato stimato come consumo elettrico per metro cubo di idrogeno prodotto (pari a 4.9 kWh/mc per elettrolizzatore) moltiplicato per il quantitativo di idrogeno prodotto misurato in mc/h, il tutto diviso per mille in modo da ricavare un quantitativo in MWh. Chiaramente tale consumo varia mese per mese in funzione delle rispettive ore di funzionamento degli elettrolizzatori quando alimentati dal parco FV e quando alimentati dallo storage. Ne consegue quanto segue:

Mese di riferimento	Consumo elettrico durante alimentazione da FV [MWh]	Consumo elettrico durante alimentazione da BESS [MWh]	energia elettrica da indirizzare alla RTN [MWh]
gennaio	24.696	23.667	8.15
febbraio	37.044	29.841	17.22
marzo	90.552	31.899	14.16
aprile	100.842	33.957	28.37
maggio	102.9	37.044	67.54
giugno	102.9	41.16	70.74
luglio	102.9	45.276	67.40
agosto	102.9	41.16	50.94
settembre	89.523	33.957	25.12
ottobre	59.682	31.899	11.87
novembre	24.696	25.725	10.68
dicembre	17.493	20.58	6.96

Si nota quindi come la quota di energia elettrica indirizzabile verso la RTN risulti variabile di mese in mese.

La producibilità di idrogeno, divisa in quote riconducibili ai due tipi diversi di alimentazione, è illustrata in dettaglio nell'Allegato I – Producibilità del sito. Per la producibilità complessiva annua si riportano invece i dati alla pagina successiva, ricavati facendo riferimento all'efficienza massima possibile per gli elettrolizzatori che, come specificato dai relativi datasheets tecnici, si attesta pari al 74%. Affianco agli stessi si riporta anche la produzione di ossigeno derivante dal processo di elettrolisi, sia in kg/gg che in t/anno.

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022		Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9		Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023			Scala: n.a.

Mese di riferimento	Idrogeno prodotto [kg/gg] Valore medio	Idrogeno prodotto [kg/mese]	Idrogeno prodotto [mc/gg] Valore medio	Idrogeno prodotto [mc/mese]
gennaio	778.3875	24130.0125	8717.94	270256.14
febbraio	1062.825	29759.1	11903.64	333301.92
marzo	1902.2625	58970.1375	21305.34	660465.54
aprile	2181.15	65434.5	24428.88	732866.4
maggio	2353.2	72949.2	26355.84	817031.04
giugno	2497.5	74925	27972	839160
luglio	2630.7	81551.7	29463.84	913379.04
agosto	2497.5	77422.5	27972	867132
settembre	1998	59940	22377.6	671328
ottobre	1444.3875	44776.0125	16177.14	501491.34
novembre	818.625	24558.75	9168.6	275058
dicembre	628.5375	19484.6625	7039.62	218228.22
Idrogeno prodotto complessivamente [kg/anno] 633901.575		Idrogeno prodotto complessivamente [mc/anno] 7099697.64		

Produzione media giornaliera di idrogeno [kg/gg] 1736.7166
Produzione annua di idrogeno [t/anno] 633.90158
Produzione media giornaliera di ossigeno [kg/gg] 13893.733
Produzione annua di ossigeno [t/anno] 5071.2126

I dati in tabella sono stati ricavati come somma della produzione di idrogeno oraria con alimentazione da FV, quindi come ore di funzionamento da FV per idrogeno prodotto durante le ore di alimentazione da FV, e della produzione di idrogeno oraria con alimentazione da BESS, quindi come ore di funzionamento da storage per idrogeno prodotto durante le ore di alimentazione dallo stesso, moltiplicata per il numero di giorni costituenti il mese di riferimento. La quantità ottenuta rappresenta l'"Idrogeno prodotto complessivamente [kg/mese]", la somma di tale quantità, mese per mese, fornisce l'"Idrogeno prodotto complessivamente [kg/anno]". In tabella gli equivalenti convertiti in mc.

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

13. ALLEGATI

Allegato I	Producibilità impianto
Allegato II	Caratteristiche elettrolizzatore
Allegato III	Caratteristiche storage elettrico
Elaborato grafico	Layout generale impianto
Elaborato grafico	Schema funzionale idrogeno
Allegato IV	Caratteristiche tanks Idrogeno

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022		Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9		Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023			Scala: n.a.

Allegato I – Producibilità del sito

○ Producibilità del sito, riferita alla parte responsabile della produzione di idrogeno:

Mese di riferimento	Giorni che compongono il mese di riferimento	Ore di funzionamento FV [h]	Producibilità percentuale stimata dell'impianto FV [%]	Idrogeno prodotto durante le ore di alimentazione dal FV [kg/h]	Idrogeno prodotto durante le ore di alimentazione dal BESS [mc/h]	Ore di funzionamento del BESS [h]	Producibilità percentuale stimata del BESS [%]	Idrogeno prodotto durante le ore di alimentazione dal BESS [kg/h]	Idrogeno prodotto durante le ore di alimentazione dal BESS [mc/h]	Idrogeno prodotto complessivamente [kg/gg]	Idrogeno prodotto complessivamente [kg/mese]	Idrogeno prodotto complessivamente [mc/gg]	Idrogeno prodotto complessivamente [mc/mese]
gennaio	31	9	24%	45	504	15	23%	43.125	483	778.3875	24130.0125	8717.94	270256.14
febbraio	28	10	36%	67.5	756	14	29%	54.375	609	1062.825	29759.1	11903.64	333301.92
marzo	31	11	88%	165	1848	13	31%	58.125	651	1902.2625	58970.1375	21305.34	660465.54
aprile	30	12	98%	183.75	2058	12	33%	61.875	693	2181.15	65434.5	24428.88	732866.4
maggio	31	13	100%	187.5	2100	11	36%	67.5	756	2353.2	72949.2	26355.84	817031.04
giugno	30	14	100%	187.5	2100	10	40%	75	840	2497.5	74925	27972	839160
luglio	31	15	100%	187.5	2100	9	44%	82.5	924	2630.7	81551.7	29463.84	913379.04
agosto	31	14	100%	187.5	2100	10	40%	75	840	2497.5	77422.5	27972	867132
settembre	30	12	87%	163.125	1827	12	33%	61.875	693	1998	59940	22377.6	671328
ottobre	31	11	58%	108.75	1218	13	31%	58.125	651	1444.3875	44776.0125	16177.14	501491.34
novembre	30	10	24%	45	504	14	25%	46.875	525	818.625	24558.75	9168.6	275058
dicembre	31	9	17%	31.875	357	15	20%	37.5	420	628.5375	19484.6625	7039.62	218228.22
										Idrogeno prodotto complessivamente [kg/anno] 633901.575		Idrogeno prodotto complessivamente [mc/anno] 7099697.64	

DATI DI RIFERIMENTO		
Producibilità elettrolizzatore se eff = 74%	138.75	[kg/ora]
Producibilità elettrolizzatore se eff = 74%	1554	[mc/ora]
Consumo elettrico per mc di idrogeno prodotto	49	[kWh/mc]
Consumo di acqua se eff = 74%	2590	[kg/h]
Ore di funzionamento annuali	8760	[h]

Consumo di acqua annuale	22688400	[kg/anno]
Consumo di acqua annuale	22688400	[l/anno]
Consumo di acqua annuale	22688.4	[mc/anno]
Consumo di acqua mensile	1890.7	[mc/mese]
Consumo di acqua giornaliero	62.16	[mc/giorno]

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

- Producibilità del sito, riferita alla parte responsabile della produzione di energia elettrica tramite FV:

Mese di riferimento	ENERGIA ELETTRICA PRODOTTA DA FV		Consumo elettrico durante alimentazione da FV [MWh]	Consumo elettrico durante alimentazione da BESS [MWh]	Surplus di energia elettrica da indirizzare alla RTN [MWh]
	[MWh/mese]	[MWh/gg]			
gennaio	1752.00	56.52	24.696	23.667	8.15
febbraio	2355.00	84.11	37.044	29.841	17.22
marzo	4235.00	136.61	90.552	31.899	14.16
aprile	4895.00	163.17	100.842	33.957	28.37
maggio	6432.00	207.48	102.9	37.044	67.54
giugno	6444.00	214.80	102.9	41.16	70.74
luglio	6683.00	215.58	102.9	45.276	67.40
agosto	6045.00	195.00	102.9	41.16	50.94
settembre	4458.00	148.60	89.523	33.957	25.12
ottobre	3207.00	103.45	59.682	31.899	11.87
novembre	1833.00	61.10	24.696	25.725	10.68
dicembre	1396.00	45.03	17.493	20.58	6.96
Energia elettrica prodotta in un anno [MWh/anno]					
49735.00					

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

Allegato II - Caratteristiche elettrolizzatore




 Hydrogen is now.
H-TEC SYSTEMS

H-TEC Series-ME: ME 450/1400*

READY. SET. SUPPLY.

PEM Electrolyser – The connecting link for sector integration and the decentralised production of hydrogen.



* The figure shows the core elements of the electrolyser.

MADE IN GERMANY 

A GP IOULE COMPANY

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

INNOVATIVE PRODUCTS

for your supply of hydrogen.

- ➔ The ME 450/1400 PEM Electrolyser belongs to H-TEC's Series-ME and is currently the most powerful electrolyser for decentralized applications in the megawatt class product range. New designs of the stack and the system allow the H-TEC electrolysers to achieve a very good price-performance ratio, with minimal production costs for hydrogen. Apart from that, the design of H-TEC's Series-ME offers many advantages. Its compact construction makes its transport, connection and use possible almost anywhere. Thanks to heat extraction, electrolysers made by H-TEC achieve an overall efficiency of up to 95%.

Parameter	ME 450/1400	
H ₂ nominal production	450 kg d ⁻¹	210 Nm ³ h ⁻¹
H ₂ production range	25-210 Nm ³ h ⁻¹	
H ₂ purity	3.0, with adsorption drying: 5.0	
Nominal energy consumption	4.9 kWh Nm ⁻³	
Nominal load	1 MW	
Electrolyser power	0.2-1.4 MW	
Nominal system efficiency	74%	
Load change	Partial load to nominal load = 30 s	
Heat extraction	max. 65 °C outlet temperature and 55 °C return temperature	
Operating pressure H ₂	unpressurised - 30 bar	
Operating pressure O ₂	unpressurised	
Feed water quality	Drinking water, nominal 350 kg h ⁻¹	
Grid connection	Voltage: 3x 400 V/ 50 Hz + N + PE in accordance with IEC 60038. Connected load: 2 MVA	
Dimensions	40' container, approx. - ca. 12 m x 3 m x 3.5 m	
Weight	approx. 25 t	
Ambient temperature	-15 °C to +35 °C	

ABOUT US

- ➔ H-TEC SYSTEMS was founded in 1997 and has more than 20 years of experience in the research and development of hydrogen technology. At sites in Schleswig-Holstein and Bavaria in Germany, PEM stacks and electrolysers are produced in the megawatt class for use in industry where hydrogen is required or the quality of an electrical supply has to be refined.
- Since 2010, H-TEC SYSTEMS has been a member of the GP JOULE group, which integrates hydrogen-based energy storage equipment into intelligent operating and usage concepts for renewable energies. By using H-TEC electrolysers it is already today possible to couple the electrical power, heating and mobility sectors.

Find out more at H-TEC.COM

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 12/10/2023	impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Scala: n.a.

Allegato III – Caratteristiche storage Elettrico

CHINT
CHINT GLOBAL

PCS/POWER conversion System, for changing DC to AC, but in this system, the batteries is not made by Chint, Because Chint does not produce batteries, Batteries shall be ordered separately from BYD minimum 20MW each time.

YBM29-40.5/0.4-4200
Power Conversion System

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

YBM29-40.5/0.4-4200

1.1

Power Conversion System

Overview

Medium-Voltage Power Conversion System integrates Power Conversion system (PCS), medium-voltage transformer, medium-voltage ring main unit, medium-voltage cables, and low-voltage cables in a rust-proof and moisture-proof cabinet. The primary and secondary equipment of the power transformation system are highly integrated, safe and reliable, with the reasonable design and compact structure. The product has many advantages such as small footprint, simple installation, reliable operation, convenient maintenance, beautiful appearance, and color coordination with the surrounding environment.



Standards

- IEC 61378-1 Converter transformers - Part 1: Transformers for industrial applications
- IEC 60071 Insulation co-ordination
- IEC 60076-1 Power transformer Part 1: General
- IEC 60076-2 Power transformer Part 2: Temperature rise for liquid-immersed transformers
- IEC 60076-3 Power transformer Part 3: Insulation levels, dielectric tests and external clearances in air
- IEC 60076-4 Power transformer Part 4: Guide to the lightning impulse and switching impulse testing - Power transformers and reactors
- IEC 60076-5 Power transformer Part 5: Ability to withstand short circuit
- GB/T 17467 High-voltage/low-voltage prefabricated substation

Service Environment

- Altitude: ≤2000m
- Ambient air temperature: -25°C ~ 40°C
- Ambient humidity: 0-100%
- Earthquake intensity: ≤8 degrees
- Pollution level: III level
- Salt spray grade: C4
- Installation location: no danger of fire and explosion, no severe chemical corrosion and severe vibration

Note: Please contact the manufacturer if the above-mentioned environmental conditions are exceeded.

Main Technical Parameters

No.	Items	Unit	Parameter
1	Rated voltage	kV	33/0.4
2	Rated current	A	High voltage side 74, Low voltage side 6062
3	Rated capacity	kVA	4200
4	Rated frequency	Hz	50
5	Power frequency withstand voltage	kV	High voltage side 70, Low voltage side 2.2
6	Protection level		IP54
7	Neutral point of system		Ungrounded

Committente: Banzi Solare S.r.l. con sede ad Altamura, S.P. 238 Km 52.500, CAP 70022	Progettazione: Mate System srl Via Goffredo Mameli n.5, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.9	Tipo: Relazione specialistica impianto di produzione e distribuzione di idrogeno	Formato: A4
Data: 12/10/2023		Scala: n.a.

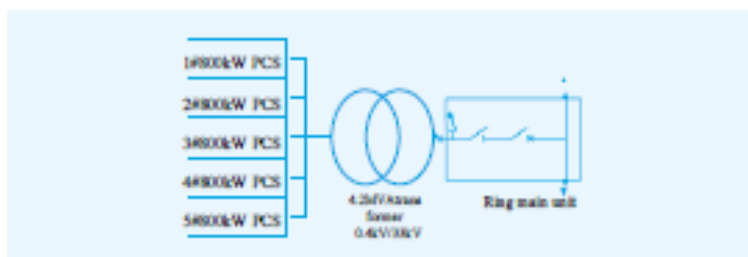
YBM29-40.5/0.4-4200

1.2

Power Conversion System

Main Functions of Power Conversion System

Medium-voltage PCS system functions to control the charging and discharging processes of battery, perform AC-DC conversion, and directly supply power to AC loads in case of no power grid. It mainly consists of the DC/AC bidirectional converter, control unit, etc. PCS controller receives the background control commands, and guides the converter to charge or discharge the battery according to the sign and size of power command, so as to regulate the active power and reactive power of grid. Meanwhile, PCS can obtain the information about the battery pack status with the communication with BMS through CAN interface, dry contact transmission, etc., and realize the protective charging and discharging of battery to ensure the safe operation of battery. If the grid is connected, the energy storage system performs constant power or constant current control according to the microgrid monitoring instructions to charge or discharge the battery, while smoothing the output of fluctuating power sources such as wind power and solar energy. In case of microgrid, the energy storage system provides the support in terms of voltage and frequency (V/F control) for the microgrid of main power supply, and the loads in the microgrid works based on this voltage and frequency. With the double closed-loop control and SPWM pulse modulation, PCS is able to accurately and quickly adjust the output voltage, frequency, active and reactive power.

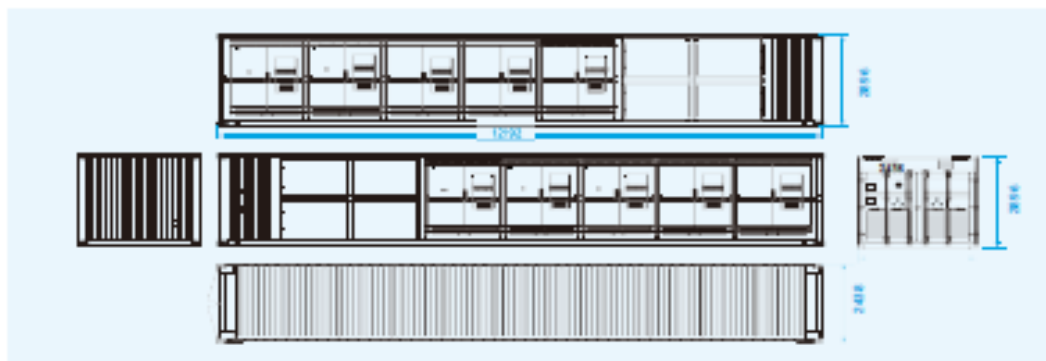


Main Features



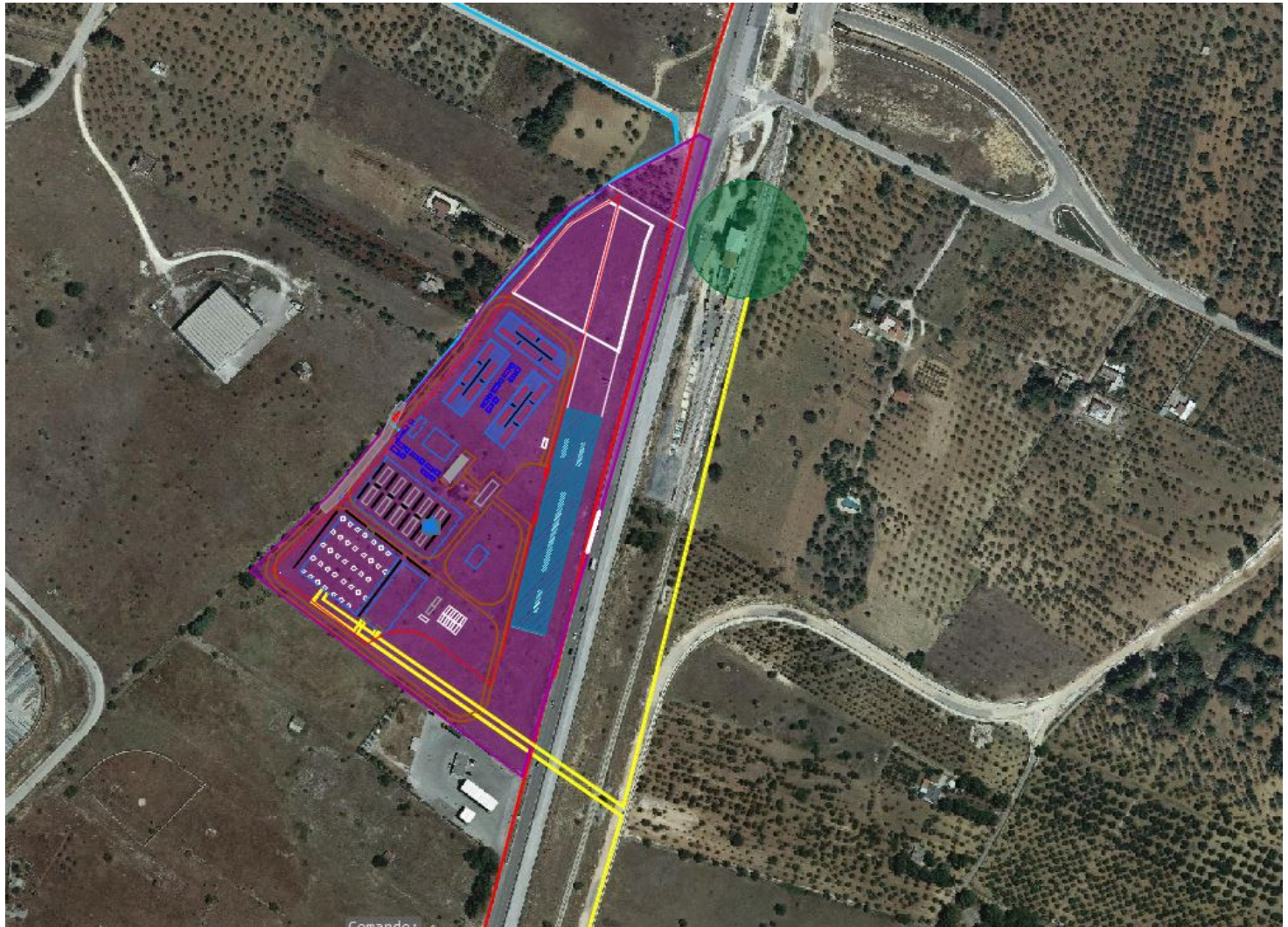
- The integrated design of charging and discharging realizes the two-way flow of energy between the AC and DC systems;
- Efficient vector control algorithm reaches the decoupling control of active and reactive power;
- The power factor can be adjusted arbitrarily, and complete reactive power may be generated within the capacity range to realize the reactive power compensation;
- On-grid and off-grid operations are supported and can be switched in a seamless and smooth manner;
- Multiple PCSs may operate in parallel with the total output power not less than 95% of the total power;
- High-reliability cabinet design can meet the needs of different operating areas.

Installation Dimensions of Product



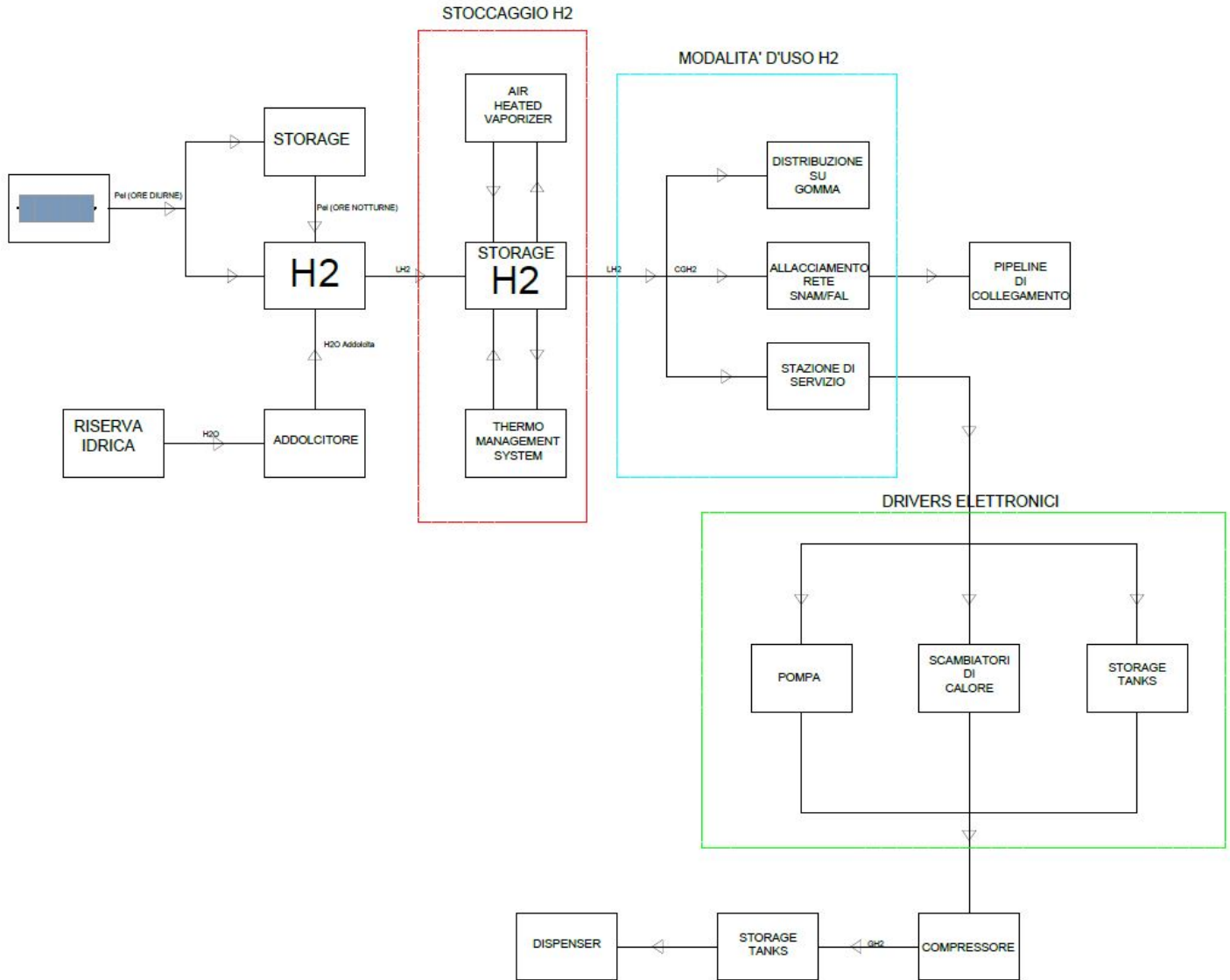
Committente: Società Luminora Specchione S.r.l. con sede a Roma, Via Tevere 41 CAP 00198	Progettazione: Mate System srl Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.1_03	Tipo: Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4
Data: 15/12/2021		Scala: n.a.

Elaborato Grafico I – Layout impianto produzione idrogeno



Committente: Società Luminora Specchione S.r.l. con sede a Roma, Via Tevere 41 CAP 00198	Progettazione: Mate System srl Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron
Cod. elab.: R_2.1_03	Tipo: Relazione specialistica
Data: 15/12/2021	impianto fotovoltaico e rete di terra
	Formato: A4
	Scala: n.a.

Elaborato Grafico II – Layout impianto produzione idrogeno



Committente: Società Luminora Specchione S.r.l. con sede a Roma, Via Tevere 41 CAP 00198	Progettazione: Mate System srl Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.1_03	Tipo: Relazione specialistica impianto fotovoltaico e rete di terra	Formato: A4
Data: 15/12/2021		Scala: n.a.

Allegato IV – Caratteristiche tanks Idrogeno

6

Technical data - tanks for air gases LIN, LOX, LAR.

Size		30	60	110	200	300	490	610	800	
Max. allowable working pressure	air gases: 18 bar, 36 bar								for LIN only	
Gross capacity	approx. litre	3,160	6,365	11,535	20,355	30,205	49,020	61,620	80,360	
Net capacity	approx. litre 18 bar	3,000	6,050	10,960	19,340	28,700	46,570	58,540	76,340	
	36 bar	2,840	5,730	10,380	18,320	27,180	44,120	55,460		
Pressure stage										
18 bar filling ratio 95 %, 1 bar	kg LIN	2,425	4,850	8,855	15,630	23,190	37,630	47,300	61,680	
	kg LOX	3,425	6,910	12,530	22,090	32,885	53,180	66,850		
	kg IAR	4,185	8,440	15,290	26,980	40,040	64,965	81,660		
36 bar filling ratio 90 %, 1 bar	kg LIN	2,300	4,630	8,390	14,800	21,970	35,650	44,810		
	kg LOX	3,250	6,540	11,850	20,920	31,050	50,390	63,340		
	kg IAR	3,970	7,990	14,480	25,560	37,920	61,550	77,370		
Boil-off rate	%/d LIN	0.67	0.58	0.44	0.31	0.30	0.21	0.20	0.19	
1 bar, 15°C A.L. referred to total capacity vacuum = 2×10^{-2} mbar	%/d LOX	0.42	0.37	0.29	0.20	0.19	0.13	0.12		
	%/d IAR	0.46	0.40	0.32	0.21	0.21	0.15	0.14		
Discharge capacity with standard pressure building coil at 0,7 x MAWP and 8 hours operating time pressure stage										
18 bar	m ³ /h (1 bar, 15°C) LIN	150		300	300	600	600	600	600	
	m ³ /h (1 bar, 15°C) LOX	190		380	380	750	750	750		
	m ³ /h (1 bar, 15°C) IAR	190		380	380	750	750	750		
	36 bar	m ³ /h (1 bar, 15°C) LIN	140		140	140	280	280		
		m ³ /h (1 bar, 15°C) LOX	180		180	180	360	360		
		m ³ /h (1 bar, 15°C) IAR	180		180	180	360	360		
Capacity of one safety valve at 1.1 x MAWP/ cold condition pressure stage										
18 bar	kg/h LIN					1,090			1,070	
	kg/h LOX					1,010				
	kg/h IAR					1,240				
36 bar	kg/h LIN					5,610				
	kg/h LOX					2,260				
	kg/h IAR					2,850				
Insulation	insulating powder (perlite), vacuum = 5×10^{-2} mbar (tank in operation), status of delivery: 5 mbar									
Main material	inner vessel: low temperature resistant austenitic steel outer vessel: carbon steel									
Main dimensions	overall diameter	1,600	1,600	2,000	2,400	2,400	3,000	3,000	3,000	
	overall height	4,150	7,150	7,350	8,350	11,550	11,550	14,150	18,050	
Weight empty, kg	18 bar type	2,510	4,910	5,940	9,840	13,920	19,300	23,370	29,650	
	36 bar type	2,600	5,220	7,180	12,310	17,090	24,570	30,260		

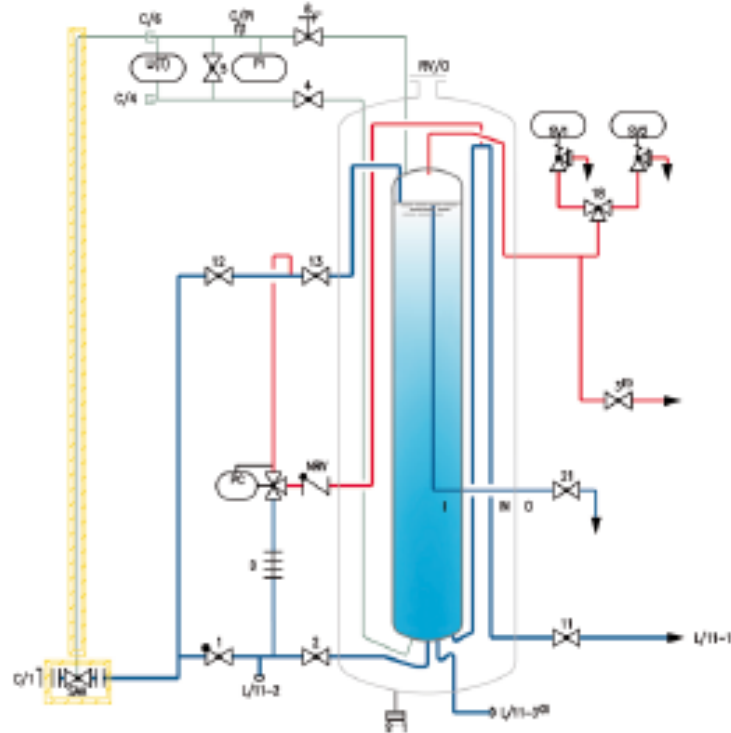
LIN = liquid nitrogen, LOX = liquid oxygen, IAR = liquid argon

Committente: Società Luminora Specchione S.r.l. con sede a Roma, Via Tevere 41 CAP 00198	Progettazione: Mate System srl Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.1_03	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 15/12/2021	impianto fotovoltaico e rete di terra	Scala: n.a.

7

Technical data - tanks for carbon dioxide.

Size		30	60	110	200	300	490	610
Max. allowable working pressure	CO ₂ : 22 bar							
Gross capacity	approx. litre	3,160	6,365	11,535	20,355	30,205	49,020	61,620
Net capacity	approx. litre	2,940	5,920	10,730	18,930	28,090	45,590	57,310
Filling ratio 93 %, 1 bar	kg CO ₂	3,120	6,280	11,370	20,065	29,780	48,330	60,740
Boil-off rate 1 bar, 15°C A.L. referred to total capacity vacuum = 2×10^{-2} mbar	%/d CO ₂	0.22	0.19	0.14	0.10	0.10	0.07	0.06
Discharge capacity with standard pressure building coil at 0.7 x MAWP and 8 hours operating time								
pressure stage 22 bar	kg/h (1 bar, 15°C) CO ₂		70	140	140	280		280
Capacity of one safety valve at 1.1 x MAWP/cold condition								
pressure stage 22 bar	kg/h CO ₂				975			
Insulation	insulating powder (perlite), vacuum = 5×10^{-2} mbar (tank in operation) status of delivery: 5 mbar							
Main material	inner vessel: low temp. resistant austenitic steel outer vessel: carbon steel							
Main dimensions	overall diameter	1,600	1,600	2,000	2,400	2,400	3,000	3,000
	overall height	4,150	7,150	7,350	8,350	11,550	11,550	14,150
Weight empty, kg	22 bar type	2,510	4,910	6,300	10,250	14,500	20,500	24,800



Flow diagram - tanks for nitrogen, oxygen, argon.

Instrumentation and equipment, standard

C/1	Fill coupling
C/4, C/6	Connection add. transmitter
C/PI	Test connection pressure indicator
D	Pressure building coil
I	Inner vessel
IN	Insulation
LI	Level indicator
L/11-1	Pipeline discharge
L/11-2	Pipeline discharge (plugged)
L/11-3	Pipeline discharge (plugged)
NRV	Non return valve
O	Outer vessel
PC	Pressure controller
PI	Pressure indicator
RV/O	Relief valve- outer vessel
SV1, SV2	Safety valve

(1) only T... V110 - T... V800
(2) only 118 V200 - 118V800

Valves, standard

1	Filling
2	Pressure building valve
3	Vent valve
4	Bottom gauge (+)
5	Gauge bypass
6	Top gauge (-)
9-1	Evacuation connection
11	Discharge
12	Top filling
13	Gas shut-off
18	Change over
21	Trycock

Options

SAA	Safety shut-off valve, control line for SAA
L(T)	Level indicator SamsunMedia 6 incl. instrument panel and standard programming, extra programming of SamsunMedia 6 acc. to customer requirements
L(T)	Level indicator WIKA with transmitter output 4 - 20 mA

Committente: Società Luminora Specchione S.r.l. con sede a Roma, Via Tevere 41 CAP 00198	Progettazione: Mate System srl Via Papa Pio XII n.8, Cassano delle Murge (BA) Ing. Francesco Ambron	
Cod. elab.: R_2.1_03	Tipo: Relazione specialistica	Formato: A4
Data: 15/12/2021	impianto fotovoltaico e rete di terra	Scala: n.a.

