

# **Università degli Studi di Genova Centro di Servizi Interfacoltà del Polo Universitario di Savona Savona, Italia**

---

**Progettazione Preliminare,  
Definitiva ed Esecutiva, per la  
Realizzazione di un’Infrastruttura  
Sperimentale-Dimostrativa di  
Poligenerazione Denominata  
“Smart Polygeneration Microgrid”**

**Progetto Esecutivo  
Relazione Tecnica  
Sistema Elettrico**



# Università degli Studi di Genova Centro di Servizi Interfacoltà del Polo Universitario di Savona Savona, Italia

**Progettazione Preliminare,  
Definitiva ed Esecutiva, per la  
Realizzazione di un'Infrastruttura  
Sperimentale-Dimostrativa di  
Poligenerazione Denominata  
"Smart Polygeneration Microgrid"**

**Progetto Esecutivo  
Relazione Tecnica  
Sistema Elettrico**

Preparato da	Firma	Data
Andrea Podestà		Maggio 2012
Alessandro Venturin		Maggio 2012
Controllato da	Firma	Data
Gianluca Cassulo		Maggio 2012
Approvato da	Firma	Data
Claudio Mordini		Maggio 2012
Sottoscritto da	Firma	Data
Roberto Carpaneto		Maggio 2012

Rev.	Descrizione	Preparato da	Controllato da	Approvato da	Sottoscritto da	Data
1	Seconda Emissione	ANP/ALV	GIC	CSM	RC	Maggio 2012
0	Prima Emissione	ANP/ALV	GIC	CSM	RC	Aprile 2012



## INDICE

	<u>Pagina</u>
<b>ELENCO DELLE TABELLE</b>	<b>III</b>
<b>ELENCO DELLE FIGURE</b>	<b>III</b>
<b>ELENCO DELLE TAVOLE (FUORI DAL TESTO)</b>	<b>IV</b>
<b>1 INTRODUZIONE</b>	<b>1</b>
<b>2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO</b>	<b>2</b>
2.1 LEGGI DI RIFERIMENTO	2
2.2 NORME E/O GUIDE DI RIFERIMENTO	2
2.3 ALTRI DOCUMENTI	3
<b>3 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI</b>	<b>4</b>
<b>4 AREE OGGETTO DI INTERVENTI E STATO DI FATTO</b>	<b>5</b>
4.1 AREE OGGETTO DI INTERVENTI: STATO DI FATTO E CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO	5
4.2 DISPERSORI DI TERRA	5
<b>5 REQUISITI DI PROGETTAZIONE</b>	<b>6</b>
5.1 DEFINIZIONE DELLE POSSIBILI TEMATICHE DI RICERCA	6
5.2 NORMATIVE APPLICABILI	6
5.3 RISPARMIO SU COSTI DI APPROVVIGIONAMENTO ENERGIA ELETTRICA	6
5.4 IMPIEGO DI SORGENTI DI ENERGIA GIÀ ACQUISITE DA UNIGE	7
5.5 MOBILITÀ ELETTRICA	7
5.6 INDIPENDENZA	7
5.7 FLESSIBILITÀ ED ESPANDIBILITÀ	7
<b>6 STATO DI PROGETTO</b>	<b>8</b>
6.1 ARCHITETTURA DI SISTEMA	8
6.2 QUADRI ELETTRICI	9
6.2.1 Quadro Elettrico Generale	9
6.2.2 Quadri di Distribuzione di Anello	10
6.2.3 Quadri Misure	10
6.3 IMPIANTI DI GENERAZIONE	11
6.3.1 Impianto Fotovoltaico: Generalità	11
6.3.2 Generatore Eolico e Stazione Meteorologica	16
6.3.3 Generatore Termodinamico a Concentrazione Solare	16
6.3.4 Turbina a Gas	17
6.4 CARICO	18
6.4.1 Ausiliari di Sala Controllo e di Sistema	18
6.4.2 Storage Elettrico	18
6.4.3 Stazioni di Ricarica Veicoli Elettrici	18
6.4.4 Ausiliari Sistema di Accumulo Termico e Trigenerazione	19
6.5 IMPIANTI SPECIALI	19
6.5.1 Impianti di Messa a Terra	19
6.5.2 Sala Controllo: Illuminazione, Rivelazione Incendi e Intrusione	19
6.5.3 Sistemi di Protezione dalle Scariche Atmosferiche	20

**INDICE**  
**(Continuazione)**

	<b><u>Pagina</u></b>
6.5.4 Sistema di Alimentazione di Continuità (UPS)	20
6.6 REQUISITI TRASVERSALI	20
6.6.1 Ventilazione al fine di evitare Formazione di Miscele Potenzialmente Esplosive	20
6.6.2 Sistema di Raffreddamento: Rilasci Termici	21
6.6.3 Inquinamento Acustico	21
<b>APPENDICE A: CALCOLI ESECUTIVI DEGLI IMPIANTI ELETTRICI</b>	
<b>APPENDICE B: CALCOLI ESECUTIVI IMPIANTO FOTOVOLTAICO</b>	

## ELENCO DELLE TABELLE

<b><u>Tabella No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Tabella 3.1: Abbreviazioni	4
Tabella 6.1: Caratteristiche Principali dell'Inverter	14

## ELENCO DELLE FIGURE

<b><u>Figura No.</u></b>	<b><u>Pagina</u></b>
Figura 6.1: Generatore Termodinamico a Concentrazione Solare "Trinum"	16
Figura 6.2: Esempio di Colonnina di Ricarica Veicoli Elettrici di Tipo Plug-In	19

## **ELENCO DELLE TAVOLE (FUORI DAL TESTO)**

### **Tavola No.**

- Tavola 1 – Impianti Elettrici: Schema Elettrico Unifilare Generale
- Tavola 2 – Impianti Elettrici: Schema Unifilare Generale, Distribuzione Circuiti di Alimentazione da UPS
- Tavola 3 – Impianti Elettrici: Schema Unifilare, Impianto di Terra
- Tavola 4 – Impianti Elettrici: Schema Elettrico Unifilare, Quadro Elettrico Generale (QEG)
- Tavola 5 – Impianti Elettrici: Schema Elettrico Unifilare, Quadro Elettrico di Anello (+Q01,+Q02, +Q03, +Q04)
- Tavola 6 – Impianti Elettrici: Schema Elettrico Multifilare, Tipico Quadro di Misura Fiscale Tipo 1 (Valido per +QGT e + QFV)
- Tavola 7 – Impianti Elettrici: Schema Elettrico Multifilare, Tipico Quadro di Misura Fiscale Tipo 2 (Valido per +QCSP)
- Tavola 8 – Impianti Elettrici: Schema Elettrico Unifilare, Servizi Ausiliari B.T.
- Tavola 9 – Impianti Elettrici: Impianto Fotovoltaico, Schema Elettrico Unifilare Generale
- Tavola 10 – Impianti Elettrici: Impianto Fotovoltaico, Quadro in Corrente Continua Parallelo Stringhe
- Tavola 11 – Impianti Elettrici: Impianto Solare a Concentrazione (CSP), Schema Elettrico Unifilare Impianto CSP
- Tavola 12 – Impianti Elettrici: Impianto di Cogenerazione, Schema Elettrico Unifilare
- Tavola 13 – Impianti Elettrici: Sistema di Accumulo Energia Elettrica, Schema Unifilare
- Tavola 14 – Impianti Elettrici: Planimetria Generale delle Opere e Vie Cavi Esistenti / Nuove
- Tavola 15 – Impianti Elettrici: Sistema Distribuzione Elettrica e Automazione, Vie Cavi, 1 di 2
- Tavola 16 – Impianti Elettrici: Sistema Distribuzione Elettrica e Automazione, Vie Cavi, 2 di 2
- Tavola 17 – Impianti Elettrici: Sala di Controllo e Sala Apparati Impianti Elettrici e Speciali, Piani di Installazione
- Tavola 18 – Impianti Elettrici: Impianto Fotovoltaico, Piani di Installazione e Vie Cavi
- Tavola 19 – Impianti Elettrici: Vano Tecnico, Piani di Installazione e Vie Cavi
- Tavola 20 – Impianti Elettrici: Cabina Elettrica Principale, Piani di Installazione e Vie Cavi
- Tavola 21 – Impianti Elettrici: Impianto Chiller ad Assorbimento, Schema Elettrico Unifilare
- Tavola 22 – Impianti Elettrici: Microturbina, Piani di Installazione e Vie Cavi
- Tavola 23 – Impianti Elettrici: Impianti CSP, Piani di Installazione e Vie Cavi
- Tavola 24 – Impianti Elettrici: Storage Elettrico, Piani di Installazione e Vie Cavi
- Tavola 25 – Impianti Elettrici: Ricarica Veicoli Elettrici, Piani di Installazione e Vie Cavi
- Tavola 26 – Impianti Elettrici: Impianti Elettrici e Speciali, Raccolta Particolari Costruttivi
- Tavola 27 – Impianti Elettrici: Schema Correnti di Cortocircuito Impianto Fotovoltaico



**PROGETTO ESECUTIVO  
RELAZIONE TECNICA SISTEMA ELETTRICO  
PROGETTAZIONE PRELIMINARE, DEFINITIVA ED ESECUTIVA, PER LA  
REALIZZAZIONE DI UN'INFRASTRUTTURA SPERIMENTALE-  
DIMOSTRATIVA DI POLIGENERAZIONE DENOMINATA "SMART  
POLYGENERATION MICROGRID"**

## **1 INTRODUZIONE**

La presente relazione tecnica definisce i requisiti per la progettazione, le soluzioni tecniche adottate e le eventuali possibilità di ulteriori future implementazioni di un'infrastruttura di rete di produzione/carico (nel seguito denominata SPM, Smart Polygeneration Microgrid) da realizzarsi presso il Campus Universitario di Savona, per conto dell'Università degli Studi di Genova.

I requisiti per la progettazione sono espressi in termini di:

- definizione delle possibili tematiche di ricerca che l'infrastruttura dovrà consentire;
- normative applicabili;
- flessibilità in termini di possibili ulteriori sviluppi dell'infrastruttura e/o delle tematiche di ricerca che su di essa potranno essere condotte.

## **2 DOCUMENTAZIONE DI RIFERIMENTO**

### **2.1 LEGGI DI RIFERIMENTO**

- LRif1. D.Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 “Attuazione dell’art. 1 della legge 3 aprile 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- LRif2. D.Lgs. 3 agosto 2009, n. 106 “Disposizioni integrative e correttive del D. Lgs. 9 aprile 2008 n. 81 in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro”;
- LRif3. Legge n. 186/1968: “Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazioni ed impianti elettrici ed elettronici”;
- LRif4. D.P.R. n. 151 del 01-08-2011: “Regolamento recante semplificazione della disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione degli incendi, a norma dell’articolo 49, comma 4-quater, del decreto-legge 31 maggio 2010, n. 78, convertito, con modificazioni, dalla legge 30 luglio 2010, n. 122”;
- LRif5. D.P.R. 380/1, capo V: “Norme per la sicurezza degli impianti”;
- LRif6. D.P.R. n° 462 del 22 ottobre 2001 “Regolamento di semplificazione del procedimento per la denuncia di installazioni e dispositivi di protezione contro le scariche atmosferiche, di dispositivi di messa a terra di impianti elettrici pericolosi”;
- LRif7. “Testo Unico delle disposizioni legislative concernenti le imposte sulla produzione e sui consumi e relative sanzioni penali e amministrative”, approvato con D.L. 26/10/1995 n. 504 ed integrato con le modifiche apportate dal D. Lgs. 02/02/2007 n. 26;
- LRif8. Delibera AEEG n. 88/07 “Disposizioni in materia di misura dell’energia elettrica prodotta da impianti di generazione”;
- LRif9. Delibera AEEG n. 84/2012/R/EEL “Interventi urgenti relativi agli impianti di produzione di energia elettrica, con particolare riferimento alla generazione distribuita, per garantire la sicurezza del sistema elettrico nazionale”;
- LRif10. Legge regionale n.22 del 29/05/2007 “Norme in materia di energia – Titolo III: disposizioni per il contenimento dell’inquinamento luminoso e il risparmio energetico”.

### **2.2 NORME E/O GUIDE DI RIFERIMENTO**

I documenti normativi e/o guide di riferimento, congiuntamente alle varianti e/o errata corrige eventualmente intervenute, sono da intendersi applicabili nella loro edizione in vigore al momento di emissione del presente documento.

L’applicazione di eventuali varianti e/o errata corrige che intervengano dopo l’emissione del presente documento ma prima della realizzazione delle opere potrà essere sottoposta all’attenzione del progettista da parte del soggetto responsabile della costruzione.

- NRif1.CEI 64-8: “Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua”;
- NRif2. CEI 82-25 “Guida alla realizzazione di sistemi di generazione di energia fotovoltaica collegati alle reti elettriche dei sistemi di Media e Bassa Tensione”;

- NRif3. CEI 11-25 (EN 60909-0): "Correnti di cortocircuito nei sistemi trifasi in corrente alternata, Parte 0: Calcolo delle correnti";
- NRif4. CEI 11-1 "Impianti elettrici utilizzatori con tensione nominale superiore a 1kV in corrente alternata";
- NRif5. CEI 11-17 "Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione pubblica di energia elettrica";
- NRif6. CEI 11-37 "Guida per l'esecuzione degli impianti di terra di impianti utilizzatori in cui siano presenti sistemi con tensione maggiore di 1kV";
- NRif7. CEI 64-14 "Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori";
- NRif8. CEI 20-91 "Cavi elettrici con isolamento e guaina elastomerici senza alogeni non propaganti la fiamma con tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata a 1500V in corrente continua per applicazioni in impianti fotovoltaici";
- NRif9. CEI EN 62305-1 "Protezione contro i fulmini. Parte 1: principi generali";
- NRif10. CEI EN 62305-2 "Protezione contro i fulmini. Parte 2: valutazione del rischio dovuto al fulmine";
- NRif11. CEI EN 62305-3 "Protezione contro i fulmini. Parte 3: danno materiale alle strutture e pericolo per le persone";
- NRif12. CEI EN 62305-4 "Protezione contro i fulmini. Parte 4: impianti elettrici ed elettronici nelle strutture";
- NRif13. CEI 0-16 "Regola tecnica di riferimento per la connessione di Utenti attivi e passivi alle reti AT ed MT delle imprese distributrici di energia elettrica";
- NRif14. "GUIDA PER LE CONNESSIONI ALLA RETE ELETTRICA DI ENEL DISTRIBUZIONE", ed. 12/2010;
- NRif15. IEC/EN 61851-1 "Electric vehicle conductive charging system - Part 1: General requirements".

## **2.3 ALTRI DOCUMENTI**

I contenuti del presente documento richiamano i contenuti di documentazione di riferimento consegnata dalla Committenza (identificati con la sigla "DC") nonché di altri documenti costituenti il progetto (identificati con la sigla "DP"):

- DCRif1. Planimetria generale Campus;
- DCRif2. Dis. Agenzia d'architettura 5+1 architetti associati N° En01.3 progetto architettonico "Palazzina nord. Pianta copertura";
- DCRif3. Dis. Università degli studi di genova Dipartimento gestione e sviluppo patrimonio edilizio N° 007 Palazzina delfino "Planimetria piano terra";
- DCRif4. Dis. Università degli studi di genova Dipartimento gestione e sviluppo patrimonio edilizio N° 007 Palazzina delfino "Planimetria piano primo";
- DPRif1. "Schema elettrico unifilare generale";
- DPRif2. "Layout delle opere".

### 3 DEFINIZIONI ED ABBREVIAZIONI

I contenuti del presente documento utilizzano le seguenti abbreviazioni e sigle delle quali viene riportata spiegazione nella seguente Tabella 3.1.

**Tabella 3.1: Abbreviazioni**

IEC	International Electrotechnical Commission
CEI	Comitato Elettrotecnico Italiano
AT	Alta Tensione
MT	Media Tensione
BT	Bassa Tensione
$U_{tp}$	Tensione di contatto ammissibile [V]
SSE	Sotto Stazione Elettrica
$I_f^{AT}$	Corrente di guasto monofase a terra lato Alta Tensione
$I_f^{MT}$	Corrente di guasto monofase a terra lato Media Tensione
$I_0$	Componente omopolare della corrente di guasto
$R_T$	Resistenza di messa a terra dispersore
$I_E$	Corrente di ritorno verso terra (Come da Def. CEI 11/1)
RTN	Rete di Trasmissione Nazionale
$U_{oc}$	Tensione a vuoto del modulo fotovoltaico, in condizioni standard di riferimento (T=25°C)
SPM	Smart Polygeneration Microgrid

## **4 AREE OGGETTO DI INTERVENTI E STATO DI FATTO**

### **4.1 AREE OGGETTO DI INTERVENTI: STATO DI FATTO E CONDIZIONI AMBIENTALI DI RIFERIMENTO**

L'area oggetto di intervento, definita in DPRif2, risulta allo stato attuale urbanizzata e costituita da superfici e palazzine ad uso universitario e servizi ad esse attinenti (mensa, spogliatoi, ecc.)

Sulla base delle informazioni desumibili dagli elaborati grafici di cui in DCRif1, a livello di infrastrutture esistenti sull'area interessata dalla STM sono presenti:

- una linea di distribuzione interna in MT (15kV);
- un sistema di distribuzione interna in BT (400V);
- sistemi di distribuzione acqua, gas;
- sistemi di raccolta acque bianche e nere.

Le condizioni ambientali di riferimento del sito sono qui di seguito riassunte:

- temperatura ambiente:  $-5^{\circ}\text{C} \div +40^{\circ}\text{C}$ ;
- fulminazione al suolo: 2,5 fulmini/anno  $\text{km}^2$ .

### **4.2 DISPERSORI DI TERRA**

Le aree oggetto di intervento sono già dotate di dispersori di terra a servizio del sistema di distribuzione in MT e BT, la cui idoneità è periodicamente verificata ai sensi di quanto previsto in LRif6.

## **5 REQUISITI DI PROGETTAZIONE**

### **5.1 DEFINIZIONE DELLE POSSIBILI TEMATICHE DI RICERCA**

Secondo quanto concordato con la committenza, la nuova infrastruttura dovrà consentire la produzione di energia nonché a livello di ricerca lo sviluppo e la sperimentazione di sistemi di gestione di microreti.

In particolare, il sistema dovrà consentire lo svolgimento delle seguenti attività:

- implementazione, a partire da dati di ingresso riguardanti previsioni meteorologiche provenienti da database anche remoti, di algoritmi di previsione della produzione di potenza attesa da parte di sorgenti di energia da fonte rinnovabile;
- esecuzione di simulazioni statiche (loadflow) che conducano al dispacciamento delle sorgenti di energia da fonte non rinnovabile (turbogas) e la pianificazione della ricarica e/o prelievo di/da sistemi di accumulo (storage);
- controllo dello scambio di potenza/energia al punto di interfaccia con il distributore pubblico, al fine di mantenerlo ad un valore prefissato agendo sui dispositivi di controllo delle sorgenti di energia interne alla microrete (turbogas, inverter);
- archiviazione su database centralizzato delle misure effettuate al punto di scambio con il distributore pubblico ed in corrispondenza di ciascuna generazione, al fine di accertare l'effettivo rispetto delle previsioni effettuate;
- approfondimenti circa le modalità di controllo e/o gestione delle singole generazioni al fine di consentire il passaggio dalla condizione iniziale di microrete in parallelo al distributore pubblico a microrete in isola e ritorno alla condizione di microrete in parallelo al distributore pubblico;

Le attività di cui ai punti precedenti determinano requisiti in carico al sistema elettrico, che saranno oggetto della presente, e requisiti in carico al sistema di supervisione e controllo, oggetto di documento dedicato.

### **5.2 NORMATIVE APPLICABILI**

Dovranno essere tenuti in considerazione i più recenti sviluppi in ambito normativo, al fine di consentire la realizzazione di un sistema che possa consentire attività di test su prodotti e/o sottosistemi innovativi che potranno manifestarsi nel prossimo futuro.

A titolo di esempio, dovranno essere prese in debita considerazione la norma CEI 0-21 (di prossima pubblicazione, inchiesta pubblica recentemente terminata) e la norma IEC61850.

### **5.3 RISPARMIO SU COSTI DI APPROVVIGIONAMENTO ENERGIA ELETTRICA**

La nuova microrete dovrà consentire un risparmio economico sui costi di approvvigionamento attualmente sostenuti per l'alimentazione delle utenze del campus universitario, mediante diminuzione dell'energia prelevata dal distributore pubblico.

#### **5.4 IMPIEGO DI SORGENTI DI ENERGIA GIÀ ACQUISITE DA UNIGE**

Il sottosistema di generazione dovrà comprendere l'impiego delle seguenti sorgenti di energia, già acquisite da parte di UNIGE mediante forniture dedicate:

- n. 208 moduli fotovoltaici in silicio policristallino di potenza unitaria pari a 240Wp;
- n. 2 unità di generazione termodinamico a concentrazione solare "Trinum", di potenza unitaria pari a 1kWe (e 2 kWt) ciascuno;
- n. 1 microturbina a gas, di potenza unitaria pari a 65kW.

#### **5.5 MOBILITÀ ELETTRICA**

La nuova infrastruttura ospiterà inoltre stazioni di ricarica per veicoli Elettrici di tipo plug-in, che potranno essere parcheggiati all'interno del Campus Universitario.

Le modalità di addebito dell'energia prelevata dall'utenza saranno definite in una fase successiva, non oggetto della presente progettazione.

#### **5.6 INDIPENDENZA**

La nuova infrastruttura dovrà essere indipendente dall'esistente sistema di distribuzione interno al Campus Universitario, con l'eccezione del punto di scambio con il distributore pubblico, al fine di consentire lo sviluppo delle attività di ricerca con il minimo impatto sulla rete del polo scolastico<sup>1</sup>.

#### **5.7 FLESSIBILITÀ ED ESPANDIBILITÀ**

La nuova infrastruttura dovrà essere tale da:

- consentire l'inserimento di ulteriori generatori;
- consentire l'inserimento di ulteriori carichi;
- consentire la supervisione, in termini di stati, allarmi e grandezze analogiche, degli ulteriori generatori e/o carichi;

A titolo esemplificativo, nel prossimo futuro potrà manifestarsi l'esigenza di aggiunta di connessione alla microrete di ulteriori impianti di cogenerazione, generatori eolici, generatori ad alghe marine, nuove superfici fotovoltaiche, impianti di gassificazione di biomasse.

Tra le aree dove si suppone l'installazione di nuovi impianti vi è, in particolare l'area Nord-Est del campus, dove sono già presenti alcuni impianti di generazione elettrica e termica impiegati oggi per fini di ricerca presso i due laboratori TPG (Thermochemical Power Group) ed SCL (Savona Combustion Lab). Qui verrà installato un quadro di anello della SPM in modo tale da poter permettere in futuro la connessione di questi impianti.

---

<sup>1</sup> La nuova infrastruttura sarà idonea ad un possibile futuro funzionamento in "isola", per la conduzione di attività di ricerca caratterizzate da rischio di interferenza elevato con l'esistente rete di distribuzione.

## **6 STATO DI PROGETTO**

### **6.1 ARCHITETTURA DI SISTEMA**

A fronte dei requisiti espressi per la progettazione di cui alla Sezione 5 viene proposta un'architettura di sistema elettrico caratterizzata da topologia ad anello con esercizio in radiale semplice, secondo quanto indicato in DPRif1.

La struttura ad anello è stata scelta in virtù delle possibilità di espansione che questa consente sui quadri periferici, senza che tali espansioni si traducano in un aumento delle dimensioni del quadro elettrico principale ubicato in cabina elettrica.

Ciascun quadro di distribuzione ad anello sarà infatti in grado di poter collegare n. 3 centri di generazione e n. 3 centri di carico, con i relativi sistemi ausiliari.

Il sistema di distribuzione è concepito per consentire il trasporto di una potenza complessivamente pari a ca. 300kVA, equamente suddivisa tra i due rami radiali dell'anello aperto<sup>2</sup>, e sfrutterà in parte il tracciato di cavidotti esistenti e disponibili, secondo il dettaglio fornito negli elaborati grafici.

Il quadro elettrico generale (QEG) della nuova infrastruttura sarà ubicato all'interno della cabina principale MT/BT, previa rimozione dell'esistente quadro elettrico di alimentazione "Magazzini e hangar", alimentato da trasformatore MT/BT 800kVA, e rimozione dell'adiacente quadro a parete entro il quale è ubicato l'interruttore di alimentazione "Nuove palazzine". Parte delle apparecchiature rimosse saranno riposizionate all'interno del nuovo quadro elettrico.

Al fine di consentire manovre elettriche sugli interruttori principali anche in assenza di alimentazione, nonché l'esercizio in condizioni di sicurezza di tutti i sistemi di supervisione per il tempo necessario al loro shutdown, all'interno della palazzina Delfino sarà posizionato un gruppo di continuità (UPS) caratterizzato da potenza nominale non inferiore a 20kVA ed autonomia non inferiore a 20min., a partire dal quale sarà realizzata una distribuzione di energia di continuità a tutti i quadri principali.

L'ubicazione dei quadri di distribuzione ad anello è stata definita sulla base dei seguenti criteri:

- vicinanza a possibili parcheggi di veicoli elettrici di tipo plug-in (Q02 in adiacenza all'attuale parcheggio e Q04 in vicinanza di una nuova piazzola da ricavare in prossimità dell'aiuola tra le palazzine "Marchi" e "Lagorio");
- minimizzazione della loro visibilità, considerate le loro dimensioni stimate (ca. 1300x500x2000h);
- posizione baricentrica rispetto agli insiemi di generazione/carico serviti, sia attuali che presunti nel futuro<sup>3</sup>.

La struttura dei quadri di distribuzione di anello +Q02 e +Q04 sarà tale da presentare nella parte superiore gli organi di manovra ed interruzione, e nella parte inferiore gli alloggiamenti per eventuali future installazioni di sistemi di alimentazione e contabilizzazione della ricarica per veicoli elettrici di tipo plug-in: allo stato attuale la predisposizione è concepita per n. 1 veicolo di tipo bicicletta o scooter elettrico e n. 1 veicolo di tipo auto elettrica.

<sup>2</sup> In esercizio radiale ciascun ramo di anello è dunque caratterizzato da una massima potenza trasmissibile pari a ca. 150kVA

<sup>3</sup> In particolare il quadro +Q04 è stato posizionato in adiacenza ad esistenti vie cavi che conducono all'interno delle palazzine Lagorio e Marchi, in maniera tale da poter agevolmente raggiungere eventuali ulteriori futuri sistemi di generazione ubicati all'interno di queste palazzine.



In adiacenza ai quadri di distribuzione di anello +Q02 e +Q04 saranno ubicate colonnine di ricarica di veicoli elettrici di tipo plug-in.

L'alimentazione della sala di controllo della microrete sarà derivata dal primo quadro di anello (+Q01), in maniera tale da poter disporre di almeno un assetto in cui questa possa essere alimentata dal quadro generale, con esercizio dei rimanenti tre quadri di distribuzione in isola.

La SPM non sarà, in questa prima fase, in grado di poter operare in isola, isolandosi cioè dalla rete elettrica pubblica continuando a generare energia, in quanto le risorse economiche a disposizione non permettono di disporre di un dispositivo (generatore o di accumulo) con potenza in usata regolabile di taglia sufficientemente grande per garantire la stabilità della SPM in isola.

La SPM verrà però predisposta per l'installazione di un generatore (per esempio, una microturbina o un motore a combustione interna opportunamente predisposti) capace di permettere questa forma di esercizio.

Al fine di consentire in futuro il rientro da condizioni di isola elettrica senza interruzione dell'alimentazione ai carichi, il sistema è stato predisposto per poter effettuare il parallelo della/e macchina/e rotanti anche sul quadro elettrico generale, con possibilità di scelta del punto di parallelo tra i due interruttori di partenza anello e con invio dei comandi +/- $\omega$  e +/-V tramite sistema di automazione alla macchina deputata all'esecuzione del parallelo.

Al fine di consentire lo svolgimento di future attività di ricerca inerenti le tematiche di selettività dei dispositivi di protezione in una rete in isola alimentata da fonti di energia rinnovabile, sarà inoltre posato, a titolo di predisposizione, un collegamento in rame (2x24AWG RS-485) che potrà essere usato come canale di comunicazione dedicato tra dispositivi di protezione dei quadri principali.

## **6.2 QUADRI ELETTRICI**

### **6.2.1 Quadro Elettrico Generale**

Il quadro elettrico generale (QEG), il cui schema unifilare è definito negli elaborati progettuali, sarà caratterizzato da struttura in carpenteria metallica e portella frontale di tipo trasparente, caratterizzato da grado di protezione non inferiore a IP65 a porta chiusa.

Il quadro sarà installato all'interno della cabina elettrica MT/BT principale, in sostituzione dei due esistenti quadri di alimentazione "Magazzini e Hangar" e "Nuove palazzine".

Entro il quadro saranno previsti gli interruttori "Magazzini e Hangar" e "Nuove palazzine", per l'alimentazione delle utenze esistenti i cui quadri sono stati rimossi, nonché i misuratori, centraline termometriche e relé differenziali già presenti sul quadro esistente e che verranno ricollocati.

Il quadro consentirà la misura fiscale dell'energia scambiata dalla microrete con il resto del Campus Universitario, nonché la misura non fiscale dell'energia scambiata con il distributore pubblico.

Tutti i dispositivi di misura (fiscali e non) saranno collegati ad un sistema di supervisione remota con interfaccia su protocollo IEC61850.

All'interno del quadro sarà prevista una protezione di interfaccia con azione sugli interruttori di partenza anello, al fine di disconnettere il sistema in caso di variazioni dei parametri di rete al di fuori delle tolleranze normalmente ammissibili.<sup>4</sup>

Al fine di consentire il rientro da condizioni di isola elettrica, sul quadro sarà previsto un dispositivo di parallelo con possibilità di selezione da remoto del punto di parallelo.

Gli organi di manovra/protezione di pertinenza della microrete, così come l'interruttore generale, saranno comandabili da postazione remota in apertura e chiusura<sup>5</sup>.

Le misure, stati/allarmi e comandi saranno resi disponibili ad un sistema di supervisione remota mediante impiego di misuratori e Remote Input Output (RIO) con interfaccia su protocollo IEC61850.

### **6.2.2 Quadri di Distribuzione di Anello**

I quadri di distribuzione di anello (+Q01,+Q02,+Q03,+Q04), il cui schema unifilare tipo è definito negli elaborati progettuali, saranno caratterizzati da struttura in acciaio inox AISI316 e portella frontale di tipo cieco, caratterizzato da grado di protezione non inferiore a IP55.

Il quadro consentirà la misura fiscale dell'energia assorbita dai servizi ausiliari dei generatori e dei carichi, soggetta a tassazione, nonché la misura non fiscale dell'energia scambiata dal quadro stesso con il resto della microrete.

Tutti i dispositivi di misura (fiscali e non) saranno collegati ad un sistema di supervisione remota con interfaccia su protocollo IEC61850.

All'interno di ciascun quadro saranno installate n. 1 protezioni di interfaccia, con azione di ricalzo sui rispettivi dispositivi di generatore ed apertura in logica "OR" con le altre protezioni di interfaccia dei rimanenti quadri di anello.<sup>6</sup>

Gli organi di manovra/interruzione di arrivo anello, così come quelli dei singoli generatori e carichi, saranno comandabili da postazione remota in apertura e chiusura.

Le misure, stati/allarmi e comandi saranno resi disponibili ad un sistema di supervisione remota mediante impiego di misuratori e Remote Input Output (RIO) con interfaccia su protocollo IEC61850.

### **6.2.3 Quadri Misure**

I quadri di misura fiscale, destinati alla misura dell'energia prodotta da ciascun generatore ed il cui schema unifilare tipo è definito negli elaborati progettuali, saranno caratterizzati da:

- struttura in carpenteria metallica a portella frontale di tipo trasparente con grado di protezione non inferiore a IP65 (per impianto fotovoltaico);
- struttura in vetroresina a portella frontale di tipo cieco, tipo armadio stradale, con grado di protezione non inferiore a IP55 (per impianto TG e CSP).

Tali quadri saranno installati quanto più vicino possibile al generatore di cui viene effettuata la misura.

<sup>4</sup> Tale protezione di interfaccia è essenzialmente prevista a scopo di permettere la conduzione di future linee di ricerca sulle transizioni tra esercizio in parallelo alla rete pubblica ed esercizio in isola, senza interruzione di alimentazione alle utenze della microrete. Le protezioni di interfaccia in ottemperanza alla normativa applicabile saranno installate all'interno dei quadri di distribuzione di anello.

<sup>5</sup> Nella fase iniziale la chiusura degli interruttori di partenza anello sarà governata da postazione remota: a seguito della messa in servizio del sistema di esercizio in isola senza interruzione di alimentazione alle utenze di microrete questa sarà invece governata dal dispositivo di parallelo automatico

<sup>6</sup> La logica "OR" prevista dalla vigente normativa impone che in presenza di più dispositivi di interfaccia, il primo che interviene determini anche l'intervento degli altri.

All'interno di tali quadri sarà essenzialmente alloggiato il misuratore fiscale, dotato di interfaccia di comunicazione su protocollo IEC61850 (od in alternativa equipaggiato con convertitore di protocollo) ed i relativi dispositivi di comunicazione per la sua tele lettura.

Dovranno essere messe in atto le seguenti misure antifrode:

- sigillatura delle calotte dei contatori, delle morsettiere dei TA e delle morsettiere di sezionamento dei circuiti amperometrici;
- impiego di cavi schermati con schermo a terra per i circuiti secondari dei TA.

## 6.3 IMPIANTI DI GENERAZIONE

### 6.3.1 Impianto Fotovoltaico: Generalità

Sulla copertura dell'edificio "Delfino" sarà realizzato un campo fotovoltaico di potenza pari a ca. 49.9kWp, mediante impiego dei moduli in silicio policristallino già acquistati dall'Università degli Studi di Genova.

I moduli saranno raggruppati in n. 13 stringhe da 16 elementi ciascuna, afferenti ad un unico quadro di stringa ubicato in posizione baricentrica, e posizionati su struttura portante in acciaio zincato a caldo, connessa alla copertura degli edifici mediante ancoraggio meccanico su cordolo in c.a. in modo da non danneggiare l'impermeabilizzazione della copertura e inclinata di 30° rispetto al piano orizzontale.

Il campo fotovoltaico seguirà la geometria della copertura e pertanto sarà caratterizzato da un angolo azimutale rispetto a Sud pari a -30°.<sup>7</sup>

Il quadro di stringa sarà equipaggiato con sensori di misura dei dati meteorologici significativi (irraggiamento sul piano dei moduli, temperatura ambiente, temperatura moduli) e dei dati elettrici di ciascuna stringa (tensione, corrente): tali dati saranno resi disponibili su protocollo di comunicazione modbus interfacciato con il sistema di supervisione remota.

La stazione di conversione CC/CA, costituita da inverter con dispositivo MPPT, sarà ubicata all'interno del nuovo vano tecnico che sarà realizzato a piano terra della palazzina "Delfino", ove sarà altresì installato l'armadio di misura fiscale.

L'inverter avrà un'interfaccia IEC61850 attraverso la quale sia possibile accedere a tutti gli stati/allarmi/misure lato cc e ca, controllare i parametri di funzionamento **ed in particolare modificare il setpoint di limitazione della potenza attiva e disporre di capacità di regolazione della potenza reattiva.**

#### 6.3.1.1 Posa di Sistema anticaduta per Successiva Manutenzione (linee vita ex L.R. 20/2009)

Dovrà essere fornito un sistema anticaduta conforme alla normativa UNI-EN-795-2002 per la successiva manutenzione di tutta la superficie della copertura in oggetto.

La definizione di tale sistema è nell'ambito delle discipline di progettazione civile.

#### 6.3.1.2 Moduli Fotovoltaici

Il generatore fotovoltaico sarà basato sull'impiego dei moduli fotovoltaici Ferrania Solis Serie AP60-240240Wp, acquistati da parte dell'Università degli Studi di Genova, le cui caratteristiche tecniche sono qui di seguito riassunte per comodità di lettura.

<sup>7</sup> Considerate le finalità dell'infrastruttura, si ritiene accettabile la minore producibilità dovuta alla non ottimale esposizione verso Sud

*Parametri elettrici per STC* (1.000 W/m<sup>2</sup>, 25 °C, AM 1.5 conforme alla Norma EN 60904-3):

• Tipo di modulo	AP 60-240
• Potenza massima [W]	240,0
• Efficienza del modulo [%]	14,48
• Tensione max. V <sub>mpp</sub> [V]	29,73
• Corrente max. I <sub>mpp</sub> [A]	8,08
• Tensione a circuito aperto V <sub>oc</sub> [V]	37,92
• Corrente di cortocircuito I <sub>sc</sub> [A]	8,63
• Tensione massima di sistema [VDC]	1000

*Parametri termici:*

• NOCT (Temperatura Nominale Operativa della Cella) [°C]	43 +/- 2
• Coefficiente temperatura $\alpha$ per I <sub>sc</sub> [%/°C]	+ 0,06
• Coefficiente temperatura $\beta$ per V <sub>oc</sub> [%/°C]	- 0,31
• Coefficiente temperatura $\gamma$ per P <sub>mpp</sub> [%/°C]	- 0,43

*Parametri meccanici:*

• Dimensioni (lung. [mm] / largh. [mm] / prof. [mm])	1.663 / 998 / 45
• Peso [kg]	22
• Scatola di conn.( codice IP / Classe)	IP65 / II
• Cavo pos. e cavo neg. (lungh.[mm]/sezione[mmq])	1000 / 4,0
• Lato anteriore (materiale / spessore [mm])	Vetro temperato, 4mm
• Tipo cella (quantità / tecnologia)	60 / policristallina / 156 x 156
• Incasso cella (materiale)	Etilene Vinile Acetato (EVA)
• Lato posteriore (materiale)	Laminato polimerico bianco
• Telaio (materiale)	Alluminio 6060 anodizzato

Saranno impiegati in totale N° 208 moduli per una potenza complessiva di 49,9 kWp costituenti un unico campo fotovoltaico.

### 6.3.1.3 Struttura Modulare del Campo Fotovoltaico

I moduli fotovoltaici saranno installati su profilati portanti in acciaio zincato a caldo, connessi alla copertura degli edifici e inclinati di 30°.

I moduli saranno orientati a -30° rispetto a Sud e seguiranno la geometria del tetto.

La definizione progettuale a livello costruttivo della struttura portante, in termini di materiali e tipologia di assemblaggio e relative verifiche ai carichi statici (neve e vento), è definita nell'ambito dei documenti del progetto civile strutturale.

Il collegamento elettrico tra i singoli moduli sarà del tipo "in serie", in maniera tale da formare una stringa di 16 moduli avente tensione a vuoto alla minima temperatura ambiente pari a 672,5V: tale collegamento avverrà mediante i cavi in dotazione ai singoli moduli, ed impiego di cavi "solari", conformi alla Norma CEI 20-91, e caratterizzati da tensione nominale  $U_0/U=0,6/1kV$ .

I cavi uscenti da ciascuna stringa saranno portati al quadro di parallelo stringhe in un canale adiacente alla struttura portante .

Nel quadro parallelo stringhe, realizzato in materiale isolante, sarà effettuato il collegamento in parallelo di n. 13 stringhe.

#### 6.3.1.4 Quadro di Parallelo Stringhe

Il quadro di parallelo stringhe sarà realizzati in materiale isolante, a grado di protezione non inferiore a IP66 e tensione nominale fino a 1000V c.c..

Il quadro sarà dotato di:

- pressacavi e dadi a passo metrico - IP 68
- ingresso stringhe con connettori isolati
- interruttore di manovra-sezionatore generale con bobina di minima tensione
- scaricatore di sovratensione con contatto di segnalazione di avvenuto intervento
- interruttore di manovra-fusibile bipolare su ogni arrivo di stringa, equipaggiato con fusibili gG 690 Vcc 12 A
- morsetti a vite per tensioni fino a 1000 V e sezioni cavi da 2,5 a 10mmq o superiori
- interfaccia di comunicazione in grado di trasmettere in RS-485 al sistema remoto almeno le seguenti informazione:
  - misure di corrente di stringa,
  - misure di tensione di quadro,
  - allarmi digitali (intervento scaricatore ecc),
  - misure di irraggiamento, temperatura dei moduli e temperatura ambiente;
- alimentatore per ausiliari

Lo scaricatore di sovratensione (SPD) dovrà essere equipaggiato con contatto di stato del dispositivo di protezione stesso connesso al sistema di supervisione remota.

Qualora venissero impiegati fusibili a protezione degli scaricatori di sovratensione, i relativi portafusibili saranno del tipo con segnalazione visiva e remota dello stato di intervento.

#### 6.3.1.5 Cablaggio di Collegamento Quadro Parallelo Stringhe-Postazione Inverter

Il quadro parallelo stringhe sarà collegato all'inverter, sistemato nel vano tecnico a piano terra, mediante cavi aventi sezione tale da limitare le perdite in cc a valori inferiori al 2% della potenza trasmessa.

A causa della esposizione ad alte temperature i cavi impiegati saranno "cavi solari" rispondenti alla Norma CEI 20-91 e caratterizzati da  $U_0/U=0.6/1kV$  ; essi saranno installati in canali isolati con coperchio sul tetto della palazzina oggetto dell'intervento e in tubo metallico/flessibile (ove necessario) lungo la sua parete lato Ovest penetrando quindi a piano terra, ove sarà realizzato un vano tecnico destinato ad alloggiare l'inverter ed altre apparecchiature.

Il passaggio orizzontale verso l'interno della palazzina dovrà avvenire in maniera tale da ripristinare le originali condizioni di integrità ed isolamento della parete stessa.

### 6.3.1.6 Stazione di Conversione DC/AC

La postazione di conversione sarà realizzata secondo quanto indicato sugli elaborati progettuali racchiudendo entro un adeguato vano tecnico i componenti dell'impianto qui di seguito sintetizzati.

**Tabella 6.1: Caratteristiche Principali dell'Inverter**

	Valore
<i>Dati lato DC</i>	
Potenza campo FV max	50 kWp
Potenza campo FV min	36 kWp
Tensione max CC ammessa	800V
<i>Dati lato AC</i>	
Tensione nominale	400V
Corrente nominale	48A
Corrente massima	60A
THDI %	<3% @ Pn
Fattore di potenza	>0,99
Rendimento europeo	94.9%

Il condizionamento dell'aria ambiente sarà effettuato mediante sistemi descritti nell'ambito della disciplina meccanica.

L'inverter per la conversione dell'energia da corrente continua a corrente alternata 50Hz sarà una apparecchiatura centralizzata, unica per l'intero impianto. Le sue principali caratteristiche elettriche sono riportate in Tabella 6.1.

L'inverter sarà provvisto di un dispositivo di rivelazione dello stato di isolamento dell'impianto lato cc, di un dispositivo di sezionamento lato cc e di un interruttore automatico lato ca; le condizioni di allarme inverter dovranno essere rilevabili mediante supervisione remota tramite scheda di comunicazione idonea a permettere la supervisione da remoto dell'apparecchiatura, mediante rete Ethernet con protocollo TCP/IP UDP, HTTP, FTP, oppure protocollo industriale RS-485, e segnalazione ottico/acustica locale.

L'inverter dovrà inoltre essere dotato di morsetti di ingresso ai quali poter collegare comandi di arresto di emergenza in sicurezza positiva (contatto chiuso = abilitazione al funzionamento).

### 6.3.1.7 Quadro in AC

L'uscita dell'inverter alimenterà il quadro in corrente alternata ubicato nella postazione inverter vicino ad esso.

Al fine di ottemperare a quanto richiesto dalle vigenti disposizioni, l'energia elettrica prodotta dal campo fotovoltaico sarà misurata all'interno di detto quadro e successivamente tramite un sezionatore l'uscita del quadro sarà portata al previsto quadro di anello.

I misuratori dovranno essere in grado di misurare l'energia prodotta su base oraria, idonei per l'interrogazione e l'acquisizione delle misure per via telematica, debitamente certificati e sigillati prima della messa in esercizio.

I circuiti voltmetrici saranno del tipo ad inserzione diretta ed i circuiti amperometrici ad inserzione indiretta.

Dovranno essere messe in atto le seguenti misure antifrode:

- sigillatura delle calotte dei contatori, delle morsettiere dei TA e delle morsettiere di sezionamento dei circuiti amperometrici;
- impiego di cavi schermati con schermo a terra per i circuiti secondari dei TA;
- posa entro tubo protettivo dedicato di ciascuna linea tra inverter e gruppo di misura.

La sezione in corrente alternata del sistema BT di produzione sarà esercita, con riferimento allo stato del neutro, come sistema TN-S.

#### 6.3.1.8 Collegamento al Quadro di Anello

Dal quadro in ca il cavo di collegamento al quadro di anello ubicato all'esterno della palazzina seguirà il percorso dei cavi provenienti dal quadro parallelo stringhe in canalina metallica riuscendo all'esterno della palazzina per scendere in pozzetto adiacente alla facciata proseguendo infine in cavidotto interrato sino al pozzetto in prossimità del quadro di anello Q01.

Lo schema e la descrizione delle funzioni di tale quadro saranno riportate su altri documenti di progetto.

#### 6.3.1.9 Impianto di Terra

I moduli fotovoltaici impiegati saranno del tipo in Classe II, come desumibile dalla relativa documentazione di prodotto.

Il sistema di fissaggio meccanico di ciascun modulo alla struttura dovrà essere tale da renderlo equipotenziale con la stessa: la scelta della modalità di effettuazione dell'ancoraggio, al fine del mantenimento delle condizioni di equipotenzialità, sarà a carico del progettista delle strutture meccaniche. Ove tale equipotenzialità non possa essere garantita i moduli dovranno essere collegati a terra tramite il morsetto dedicato su di essi presente.

In virtù delle tensioni massime di sistema cc (673V) e dei gradi di isolamento prescritti (0.6kV/1kV) i cavi solari prescelti sono anch'essi considerabili di Classe II.

Il collegamento a terra della struttura portante e dei quadri di parallelo stringhe avrà pertanto solamente lo scopo di realizzare una terra funzionale per individuare eventuali dispersioni a terra mediante il rivelatore previsto nell'inverter.

Detti collegamenti saranno realizzati collegando adeguatamente le strutture e il quadro parallelo stringhe mediante un conduttore isolato di colore giallo verde N07V-K di sezione 6mm<sup>2</sup> ad un conduttore isolato di colore gialloverde di tipo N07V-K di sezione 35mm<sup>2</sup> con morsetto a compressione senza interruzione del conduttore principale e ripristino dell'isolante.

Tale conduttore seguirà lo stesso percorso dei cavi di collegamento tra il quadro parallelo stringhe e la postazione inverter.

Il collettore di terra all'interno del quadro di parallelo stringhe, al quale è attestato lo scaricatore di sovratensione ubicato al suo interno, sarà collegato al conduttore di protezione di cui sopra. mediante connessione eseguita in conduttore isolato di colore gialloverde di tipo H07V-K di sezione in accordo a quanto previsto dal costruttore degli scaricatori e con morsetto a compressione senza interruzione del conduttore principale e ripristino dell'isolante.

Le connessioni tra materiali diversi dovranno essere eseguite con particolare attenzione:

- alla limitazione di fenomeni di corrosione per accoppiamento tra materiali diversi;
- al mantenimento delle proprietà originali (zincatura a caldo) delle strutture portanti in acciaio.

#### 6.3.1.10 Sensori Ambientali

Sulla copertura, in posizione adiacente al quadro di stringa saranno installati opportunamente un sensore di irraggiamento sul piano dei moduli ed uno della loro temperatura sul retro.

Le informazioni derivanti da detti sensori saranno interconnesse al sistema di supervisione come riportato sui documenti progettuali.

#### 6.3.1.11 Producibilità

La producibilità dell'impianto FV è stata valutata considerando anche le perdite per ombreggiamento e valutata in circa 63.000 kWh/annui. Una valutazione più dettagliata della produzione attesa è presentata nella Relazione Descrittiva.

### 6.3.2 **Generatore Eolico e Stazione Meteorologica**

In prossimità del quadro di distribuzione +Q04 saranno realizzate, a titolo di predisposizione, vie cavi per la eventuale futura realizzazione di un generatore eolico e posa in una stazione di rilievo dati meteorologici.

### 6.3.3 **Generatore Termodinamico a Concentrazione Solare**

In posizione adiacente alla esistente cabina elettrica principale saranno installati n. 2 generatori termodinamici a concentrazione solare, già acquistati da parte dell'Università degli Studi di Genova, di tipo "Trinum", una cui immagine è presentata in Figura 6.1.



**Figura 6.1: Generatore Termodinamico a Concentrazione Solare "Trinum"**



Considerata l'innovatività del sistema, si ritiene opportuno fornire qui di seguito un estratto della presentazione di prodotto e richiamarne sinteticamente le principali prestazioni:

- Superficie captante: 10 m<sup>2</sup>
- Diametro del concentratore: 3,75 m
- Distanza focale: 2,26 m
- Dimensioni massime: 4,50 x 4,50 x 4,50 m
- Potenza elettrica : 1 kW
- Potenza termica : 3 kW

La potenza elettrica prodotta da ciascun sistema sarà convogliata ad un quadro di controllo, installato a parete in vicinanza dell'area ove è attualmente ospitato il gruppo elettrogeno, e successivamente ad un unico quadro di parallelo e di misura, ove sarà contabilizzata l'energia prodotta da entrambi di dispositivi a concentrazione solare.

Considerata l'esiguità della potenza dei dispositivi, in relazione alla complessiva potenza della microrete, non saranno richieste particolari capacità di comunicazione con sistemi di supervisione remoti e di controllabilità dei parametri principali: saranno tuttavia monitorati, mediante I/O digitali collegati a schede di acquisizione, stati ed allarmi maggiormente significativi.

#### 6.3.4 Turbina a Gas

In posizione adiacente alla esistente centrale termica sarà installata una nuova turbina a gas con alimentazione a gas naturale, già acquistata da parte dell'Università degli Studi di Genova, funzionante in regime di cogenerazione ed in parallelo alla rete del distributore pubblico.<sup>8</sup>

La turbina a gas sarà caratterizzata essenzialmente dai seguenti dati tecnici:

- Potenza elettrica : 65kW
- Potenza termica: 112kW
- Efficienza totale : >80%
- Consumo in condizioni nominali : 23.4mc/h
- Emissioni acustiche a 10m: 65dBA

La potenza elettrica prodotta dal sistema sarà convogliata ad un quadro di controllo, installato a parete all'interno della struttura insonorizzata costruita intorno alla microturbina, e successivamente ad un quadro di misura fiscale.

Il quadro di controllo sarà dotato di interfaccia con sistema di supervisione remota su protocollo IEC61850, in grado di trasmettere al sistema stesso tutti i parametri analogici di funzionamento significativi della turbina, nonché stati ed allarmi digitali.

In particolare, il sistema di controllo dovrà essere in grado di ricevere dall'esterno un setpoint di potenza attiva durante l'esercizio in parallelo alla rete pubblica ed un setpoint di tensione e frequenza durante l'esercizio in isola.

---

<sup>8</sup> L'apparecchiatura acquistata non è idonea al funzionamento in isola, e dunque la linea di ricerca relativa ad esercizio della microrete in isola allo stato attuale non è perseguibile a meno di acquistare un'ulteriore microturbina.

## 6.4 CARICO

### 6.4.1 Ausiliari di Sala Controllo e di Sistema

I sistemi ausiliari di sala controllo ed in generale del sistema di distribuzione saranno derivati dal quadro di anello +Q01: tale soluzione consentirà, qualora reputato necessario per la conduzione di prove particolari durante le quali si voglia isolare il sistema di controllo da possibili disturbi derivanti da funzionamento in isola, l'esercizio in parallelo alla rete della porzione di rete QEG-Q01 e l'esercizio in isola della porzione di rete Q02-Q03-Q04.

All'interno di un nuovo vano tecnico adiacente la sala controllo sarà installato un quadro di distribuzione secondaria per l'alimentazione del sistema di automazione e dei sottosistemi ausiliari in essa presenti.

### 6.4.2 Storage Elettrico

Al fine di poter disporre di ulteriore carico rispetto a quello rappresentato dai sistemi ausiliari a servizio della microrete, nonché di poter disporre di una ulteriore capacità di regolazione della potenza immessa/prelevata dalla rete, sarà realizzato un sistema di accumulo elettrico basato su impiego di batterie al Sodio-Nickel ad alta tensione.

Il sistema di accumulo elettrico sarà realizzato in prossimità dell'ascensore, nella zona a Nord ove attualmente sono presenti spazi non utilizzati ed in stato fatiscente.

Il sistema sarà dimensionato per una capacità di immagazzinamento energetico pari a ca. 100kWh, che consentirà l'alimentazione dei carichi rimanenti e di parte del Campus Universitario (Hangar e nuovi alloggi), e sarà compatibile con gli spazi disponibile nell'area individuata per la sua collocazione.

Per ragioni di limitazione di spesa in questa fase il parco batterie fornito sarà tuttavia limitato a ca. 50kWh mentre gli apparati di conversione saranno già idonei alla gestione di un accumulo pari a ca. 100kWh.

Tutto il sistema (parco batterie ed apparati di conversione) sarà fornito in un container di dimensioni standard ISO 20', opportunamente ventilato, posizionato in adiacenza del locale "Magazzino": gli apparati di controllo saranno dotati di interfaccia con protocollo industriale (modbus RS-485), con la possibilità di regolare da remoto il setpoint di potenza attiva e reattiva in regime di carica ed in regime di recupero da batteria.<sup>9</sup>

La eventuale futura espansione della capacità di accumulo a 100kWh, con batterie di tecnologia So-Ni, dovrà poter avvenire soltanto con l'aggiunta di un ulteriore parco batterie e relativi caricabatterie all'interno del container fornito in questa fase.

### 6.4.3 Stazioni di Ricarica Veicoli Elettrici

In prossimità del parcheggio nella zona Nord ed in un'apposita piazzola tra le palazzine "Lagorio" e "Marchi" saranno posizionate due colonnine di ricarica di veicoli elettrici di tipo plug-in: n. 1 scooter elettrico e n. 1 autoveicolo elettrico.

Le colonnine, con riferimento a quanto previsto nell'ambito del documento IEC/EN 61851-1, saranno idonee all'impiego del modo di carica 3, con comunicazione con il veicolo mediante circuito PWM ed identificazione del cavo mediante resistor coding: tali parametri andranno tenuti in considerazione per la successiva acquisizione di veicoli elettrici da parte dell'Università degli Studi di Genova.

<sup>9</sup> Il container di dimensioni 20' consentirà un eventuale ulteriore futuro sviluppo del sistema di accumulo oltre i previsti 100kWh, anche con impiego di tecnologie di batterie differenti.

Insieme alle colonnine saranno fornite anche tessere magnetiche di abilitazione alla ricarica, che potranno essere distribuite al personale autorizzato alla conduzione dei veicoli.

Ciascuna colonnina sarà collegata mediante cavo ethernet al sistema di supervisione remota, al fine di poterne monitorare lo stato di funzionamento.



**Figura 6.2: Esempio di Colonnina di Ricarica Veicoli Elettrici di Tipo Plug-In**

#### **6.4.4 Ausiliari Sistema di Accumulo Termico e Trigenerazione**

In prossimità della esistente centrale termica sarà realizzato un sistema di accumulo termico ed un chiller ad assorbimento, che nel periodo estivo fornirà freddo alla climatizzazione della biblioteca permettendo così alla nuova microturbina di funzionare in regime di trigenerazione. I sistemi ausiliari di questo impianto saranno alimentati dagli esistenti quadri elettrici di alimentazione dell'impianto convenzionale di raffrescamento (impianto a pompa di calore elettrica) che serve oggi la biblioteca centrale stessa: ciò al fine di consentire più agevoli operazioni di manutenzione sul sistema termico, con alimentazione proveniente da unica fonte.

### **6.5 IMPIANTI SPECIALI**

#### **6.5.1 Impianti di Messa a Terra**

Gli impianti di messa a terra dei nuovi sistemi saranno interconnessi con l'esistente distribuzione del conduttore PE all'interno della struttura e con l'esistente dispersore di terra (dove questo sia facilmente raggiungibile).

Il sistema di distribuzione sarà di tipo TN-S, in coerenza con quanto attualmente esistente.

#### **6.5.2 Sala Controllo: Illuminazione, Rivelazione Incendi e Intrusione**

La sala controllo sarà equipaggiata con sistema di illuminazione a tubi fluorescenti e controllo automatico dell'illuminamento ambientale, al fine di mantenerne un valore costante tenendo conto dell'apporto di luce proveniente dall'esterno, e controllo della presenza persone.

All'interno della sala sarà altresì previsto un sistema di rivelazione incendi: il rilievo di condizioni di allarme determinerà l'attivazione del modem GSM per la sua comunicazione agli organi di vigilanza ed al personale reperibile, e di un allarme ottico/acustico ubicato al di sopra della porta di accesso alla palazzina.

Considerato l'elevato valore delle apparecchiature che saranno ospitate all'interno della sala controllo, è inoltre previsto un sistema di rivelazione intrusione con sensori volumetrici a doppia tecnologia: il rilievo di condizioni di allarme determinerà l'attivazione del modem GSM per la sua comunicazione agli organi di vigilanza ed al personale reperibile, e di un allarme acustico ubicato all'esterno dell'edificio.

L'intervento del sistema di rivelazione incendi e del sistema di rivelazione intrusione sarà altresì segnalato al sistema di supervisione remota mediante I/O digitali.

### **6.5.3 Sistemi di Protezione dalle Scariche Atmosferiche**

Al fine di mitigare gli impatti di sovratensioni di origine atmosferica sui sistemi di distribuzione elettrica e di controllo, saranno collocati all'interno dei quadri di distribuzione e degli armadi di controllo opportuni scaricatori di sovratensione tra loro coordinati.

Tutti gli scaricatori saranno equipaggiati con contatto di segnalazione remota di scatto, che verrà riportato al sistema di supervisione remota.

### **6.5.4 Sistema di Alimentazione di Continuità (UPS)**

Al fine di consentire l'effettuazione delle operazioni di shutdown del sistema di supervisione/controllo e di eventuali manovre sui dispositivi di potenza in campo durante condizioni di black-out di rete, è prevista l'installazione di un gruppo di continuità di tipo trifase-trifase, caratterizzato da potenza nominale pari a 20kVA ed autonomia 20minuti, conseguita mediante l'impiego di batterie ermetiche (VRLA) al piombo-acido.

Tale gruppo di continuità sarà installato all'interno del nuovo vano tecnico che sarà realizzato a piano terra della palazzina "Delfino" e sarà dotato di scheda di supervisione allarmi via protocollo di tipo modbus RS-485.

## **6.6 REQUISITI TRASVERSALI**

Le apparecchiature elettriche installate all'interno del nuovo vano tecnico presentano necessità in termini di ventilazione, al fine di evitare la formazione di miscele potenzialmente esplosive, e di raffreddamento.

Nel seguito vengono sintetizzati i requisiti trasversali che saranno presi in carico dalle altre discipline (meccanica e civile/strutturale) per la progettazione dei sistemi di competenza.

### **6.6.1 Ventilazione al fine di evitare Formazione di Miscele Potenzialmente Esplosive**

Al fine di evitare la formazione di miscele potenzialmente esplosive all'interno del vano tecnico, in considerazione della tipologia di batterie che saranno impiegate a servizio dell'UPS e della loro capacità, dovranno essere garantite n. 2 aperture di ventilazione aventi superficie utile ciascuna non inferiore a 60cm<sup>2</sup>.

Le due aperture dovranno essere posizionate in prossimità dell'UPS ed essere ubicate una in basso ed una in alto della parete su cui sono installate.

### **6.6.2 Sistema di Raffreddamento: Rilasci Termici**

Al fine di dimensionare il sistema di raffreddamento del vano tecnico, saranno considerati i seguenti rilasci termici da parte delle apparecchiature ivi installate:

- UPS ca. 2kW;
- inverter FV ca. 2kW;
- quadri elettrici restanti ca. 1kW.

### **6.6.3 Inquinamento Acustico**

All'interno del vano tecnico le apparecchiature in esso installate sono caratterizzate dai seguenti livelli di rumorosità:

- UPS: <55dBA;
- inverter FV <68dbA.

Saranno pertanto intrapresi gli opportuni accorgimenti al fine di mitigare l'impatto acustico sugli ambienti ad esso adiacenti.

ANP/ALV/GIC/CSM/RC:mcs