





Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

**COMUNE DI GRATTERI  
CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO**

**EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI DI PROPRIETA' COMUNALE ED  
UTENZE ENERGETICHE PUBBLICHE AD USO PUBBLICO: MUNICIPIO**

**PROGETTO ESECUTIVO**

**RELAZIONE TECNICA  
(art.35 del D.P.R. n.207/2010)**

**Indice**

1 - Premessa .....	2
2 - Descrizione sommaria dell'edificio .....	4
3 - Riferimenti per la progettazione .....	5
4 - Criteri di scelta tipologia infisso con stratigrafia tipo conforme a legislazione vigente .....	6
5 - Generalità sugli impianti di illuminazione interna ed esterna da realizzare .....	10
5.1 - Impianti elettrici ordinari .....	10
5.1.1 Analisi dei carichi .....	10
5.1.1.1 Carichi da alimentare in modo normale .....	10
5.1.1.2 Potenza totale da alimentare .....	15
5.1.2 Dimensionamento .....	15
5.1.3 – Provvedimenti di sicurezza.....	16
5.1.4 – Impianto di terra .....	16
5.1.5 – Revisione e controllo impianti elettrici esistenti .....	17
5.1.6 - Impianti elettrici speciali.....	18
5.1.6.1 Sistema controllo illuminazione .....	18
5.1.6.2 Impianto di supervisione, regolazione e contabilizzazione (BACS) .....	21
6 - Produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e criteri di progettazione impianto fotovoltaico con schema di principio e valutazione della producibilità.....	29
6.1 Dati di irraggiamento medio giornaliero, annuo e producibilità.....	30
6.2 Ombreggiamento del campo fotovoltaico .....	32
6.3 Analisi dei carichi.....	33
6.4 Posizionamento dei componenti dell'impianto .....	33
6.5 Dimensionamento e caratteristiche elettriche dei vari elementi di impianto .....	34
6.6 Provvedimenti di sicurezza .....	38
7 - Impianto di climatizzazione.....	43
7.1 - Premesse .....	43
7.2 - Criteri di progettazione .....	44
7.3 - Calcolo termici.....	44
7.4 - Impianto fan coils .....	45
7.5 - Acqua calda sanitaria (ACS) .....	48
7.6 – Pompa di calore .....	48
8 – Opere di mascheramento impianti .....	53



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

## **COMUNE DI GRATTERI CITTA' METROPOLITANA DI PALERMO**

### **EFFICIENTAMENTO ENERGETICO DEGLI EDIFICI DI PROPRIETA' COMUNALE ED UTENZE ENERGETICHE PUBBLICHE AD USO PUBBLICO: MUNICIPIO**

#### **PROGETTO ESECUTIVO**

#### **RELAZIONE TECNICA (art.35 del D.P.R. n.207/2010)**

##### **1 - Premessa**

Il presente progetto delle opere finalizzate all'efficientamento energetico del Municipio del Comune di Gratteri, è stato redatto sulla base della "Progettazione definitiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio" a seguito del finanziamento regionale ottenuto dal Comune di Gratteri, con D.D.G. n. 966/2019 per l'importo di complessivi € 390.000,00, grazie alla partecipazione, nell'ottobre 2018, all' "Avviso pubblico con procedura valutativa a sportello per la concessione di agevolazioni in favore di Enti locali, anche nelle forme associative regolarmente costituite, per la realizzazione di opere pubbliche a mezzo di operazioni a regia regionale, per promuovere l'eco-efficienza e la riduzione di consumi di energia primaria negli edifici e strutture pubbliche" e della relativa modulistica, concernente le modalità e le procedure per la concessione e l'erogazione delle agevolazioni previste dall'**Azione 4.1.1 del PO FESR Sicilia 2014/2020**"

Nel settembre 2018 è stata redatta una diagnosi energetica dell'edificio dall'EGE ing. Ferdinando Aronica all'uopo incaricato dalla Stazione Appaltante che ha indicato come interventi di riqualificazione energetica, in grado di ottenere un punteggio superiore al punteggio minimo previsto dal bando 4.1.1:

- la sostituzione infissi esistenti con nuovi infissi in infissi in Legno massello (trattati con solo impregnante neutro) e vetrocamera bassoemissivo,
- la sostituzione degli esistenti apparecchi di illuminazione interna con sorgenti tradizionali con sorgenti a LED e controllo del flusso luminoso;
- l'installazione di un impianto fotovoltaico con moduli fotovoltaico colorati (colore terracotta) per garantire la mimetizzazione con la copertura;
- la sostituzione dell'esistente caldaia a gas metano con un impianto di climatizzazione a pompa di calore;



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

- la sostituzione degli esistenti scaldacqua elettrici con l'installazione di una pompa di calore elettrica ad alta efficienza per la produzione di acqua calda sanitaria (ACS),
- l'installazione di sistema di regolazione degli impianti termici e di illuminazione.

La presente progettazione è stata sviluppata sulla base delle indicazioni emerse dalla diagnosi energetica relativamente sia al fabbisogno energetico dell'edificio che alla tipologia di interventi. Nel complesso in esame sono stati previsti nel dettaglio i seguenti interventi:

- A. Sostituzione infissi esistenti con nuovi infissi in Legno massello (trattati con solo impregnante neutro) e vetrocamera bassoemissivo con trasmittanza termica non superiore a  $1,8 \text{ W/(m}^2\text{K)}$  nel rispetto di quanto stabilito dalla normativa vigente, con smontaggio e relativo smaltimento a discarica degli infissi esistenti compresi tutti gli oneri relativi;
- B. la realizzazione degli impianti elettrici di illuminazione interna con tecnologia LED e controllo del flusso luminoso emesso in dipendenza dell'illuminazione naturale e della presenza in sostituzione delle sorgenti di illuminazione attualmente installate con relative uscite luce compreso lo smontaggio e relativo smaltimento a discarica degli apparecchi esistenti compresi tutti gli oneri relativi;
- C. un impianto fotovoltaico di circa 7 kW sulla copertura esposta a SUD-OVEST con moduli fotovoltaico colorati (colore terracotta) per garantire la mimetizzazione con la copertura; asservito ad un inverter monofase installato nel sottotetto;
- D. la realizzazione degli impianti di climatizzazione realizzato con pompa di calore ad alta efficienza per installazione all'interno (Potenza frigorifera kW 38,31 - Potenza termica kW 43,84) e terminali idronici (ventilconvettori) in sostituzione all'esistente impianto con caldaia a gas metano e radiatori con smontaggio e relativo smaltimento a discarica degli apparecchi esistenti compresi tutti gli oneri relativi;
- E. Un impianto produzione ACS con bollitore da 273 litri e pompa di calore integrata in sostituzione degli scaldabagni elettrici esistenti con smontaggio e relativo smaltimento a discarica degli apparecchi esistenti compresi tutti gli oneri relativi;
- F. Sistema di supervisione, controllo e contabilizzazione del calore dell'impianto di climatizzazione (BACS) e di illuminazione completo di sistema rete dati con relativo rifacimento delle linee elettriche di alimentazione e dei quadri elettrici in dipendenza delle mutate esigenze derivanti dai sistemi di controllo da implementare.

Tutte le opere sono state progettate nel pieno rispetto delle norme tecniche (UNI, CEI) e delle



disposizioni legislative vigenti nonché quanto stabilito dal Decreto ministeriale 11 gennaio 2017 con riferimento ai criteri:

- 2.3.2 Prestazione Energetica;
- 2.3.6 Piano di manutenzione dell'opera ;
- 2.4.1.1 Disassemblabilità;
- 2.4.1.3 Sostanze pericolose;
- 2.4.2 Criteri specifici per i componenti edilizi;
- 2.5.1 Demolizioni e rimozioni dei materiali;
- 2.5.2 Materiali usati nel cantiere;
- 2.5.3 Prestazioni ambientali;
- 2.5.4 Personale di cantiere.

## **2 - Descrizione sommaria dell'edificio**

Il Municipio di Gratteri ha sede presso l'ex monastero annesso alla chiesa di S. Maria di Gesù. E' costituito da un corpo di fabbrica a due elevazioni fuori terra in parte con struttura in muratura. Il tamponamento è realizzato con pietra informe di spessore 70 cm.

Il fabbricato, benché ex monastero, nell'attuale configurazione ha perso ogni connotato e valenza storica in quanto ha subito tra gli anni 70 e 80 profonde ristrutturazioni, anche mediante demolizioni e ricostruzioni con l'inserimento di parti in c.a..

Gli infissi con telaio in legno e vetro singolo risalenti ai primi anni 70, i solai sono in laterocemento e la copertura è realizzata a falde con struttura portante in legno e rivestimento con coppi del tipo Siciliano. E' inoltre presente un sottotetto non abitabile.

Gli impianti termici sono costituiti da una Caldaia marca Biasi, Modello 70 con bruciatore a metano marca Riello, Modello Gulliver BS370. Portata termica nominale di 91 kW. Rendimento di combustione 93,2% (Dati ricavati dall'ultimo controllo di efficienza energetica disponibile del 11/10/2012).

I Terminali di erogazione dell'energia termica sono costituiti da radiatori in alluminio di interasse 70 cm sprovvisti di valvole termostatiche.

Gli impianti di illuminazione sono costituiti da apparecchi di varie tipologie con sorgenti luminosi a incandescenza, fluorescenti compatte e fluorescenti lineari. Si rimanda per i dettagli alla Diagnosi Energetica dell'edificio effettuata dall'EGE ing. Ferdinando Aronica all'uopo incaricato dalla



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

Stazione Appaltante.

### **3 - Riferimenti per la progettazione**

Per la progettazione si è fatto riferimento oltre che alle normative tecniche e di legge riguardanti gli impianti elettrici negli edifici destinati a uffici, anche alle indicazioni fornite dall'Amministrazione Comunale.

In particolare per gli aspetti generali degli impianti elettrici si terrà conto di:

- *Legge n. 186 dell'1.3.1968 e delle seguenti Norme attualmente in vigore: CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore ad 1kV in c.a.; CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.;*
- *CEI 11-1 - Impianti elettrici con tensione superiore ad 1kV in c.a.; CEI 64-8 - Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in c.a. e a 1500 V in c.c.;*
- *CEI EN 62305 – Protezione delle strutture contro i fulmini;*
- *Guida CEI 64-50 - Edilizia residenziale. Guida per l'integrazione nell'edificio degli impianti elettrici utilizzatori ausiliari e telefonici. Norma UNI EN 12464 – 1 – Luce e illuminazione – illuminazione dei posti di lavoro – parte I posti di lavoro in interni;*
- *Raccomandazioni CIE per illuminazione di aree all'aperto;*
- *Norma UNI 10530 – Principi di ergonomia della visione. Sistemi di lavoro e illuminazione;*
- *Norma UNI 10349 e UNI 8477-1 per i dati sull'irraggiamento, utili nel dimensionamento del campo fotovoltaico, e per i dati di producibilità dell'impianto;*
- *Norma CEI 11-20 per il collegamento alla rete pubblica;*
- *Guida CEI 82-4 per la protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici per la produzione di energia.*

Per tutti i componenti di impianto, che dovranno essere a marchio italiano di qualità (IMQ) o con certificazione equivalente, si farà riferimento alle corrispondenti Norme, ove esistenti.

Per gli aspetti generali degli impianti termici si terrà conto di:

- **DECRETO LEGISLATIVO 19 agosto 2005, n. 192:** "Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- **DECRETO LEGISLATIVO 29 dicembre 2006, n. 311:** "Disposizioni correttive ed integrative al Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, recante attuazione della direttiva 2002/91/CE, relativa al rendimento energetico nell'edilizia";
- **DECRETO DEL PRESIDENTE DELLA REPUBBLICA 2 aprile 2009, n. 59:** "Regolamento di



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

attuazione dell'articolo 4, comma 1, lettera a) e b), del Decreto Legislativo 19 agosto 2005, n. 192, concernente attuazione della direttiva 2002/91/CE sul rendimento energetico in edilizia";

- LEGGE 3 agosto 2013, n. 90 Conversione, con modificazioni, del decreto-legge 4 giugno 2013, n. 63 - Disposizioni urgenti per il recepimento della Direttiva 2010/31/UE del Parlamento europeo e del Consiglio del 19 maggio 2010, sulla prestazione energetica nell'edilizia per la definizione delle procedure d'infrazione avviate dalla Commissione europea, nonché altre disposizioni in materia di coesione sociale;
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Adeguamento linee guida nazionali per la certificazione energetica degli edifici.
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Schemi e modalità di riferimento per la compilazione della relazione tecnica di progetto ai fini dell'applicazione delle prescrizioni e dei requisiti minimi di prestazione energetica negli edifici.
- Decreto interministeriale 26 giugno 2015 - Applicazione delle metodologie di calcolo delle prestazioni energetiche e definizione delle prescrizioni e dei requisiti minimi degli edifici.
- Decreto ministeriale 11 gennaio 2017 - Adozione dei criteri ambientali minimi per gli arredi per l'edilizia.

Le altre normative coinvolte sono:

- UNI 8477 Edilizia parte 1, parametri climatici;
- UNI 7357 e successivi fogli di aggiornamento;
- UNI 7979 edilizia, coefficienti di permeabilità all'aria;
- ISO 7345, isolamento termico;
- CENT TC89 N129;
- UNI 10339: requisiti tecnici;
- UNI 10381-1: condotte;
- UNI ENV 12097: manutenzione della rete delle condotte.
- UNI TS 11300 1-2-3-4 Determinazione del fabbisogno di energia termica dell'edificio per la climatizzazione estiva ed invernale, per la produzione di acqua calda sanitaria e per l'utilizzo di energia

#### **4 - Criteri di scelta tipologia infisso con stratigrafia tipo conforme a legislazione vigente**

Come già illustrato in premessa, la sostituzione degli infissi esistenti viene effettuata per migliorare





Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

il bilancio le caratteristiche prestazionali dell'involucro edilizio dell'edificio oggetto dell'intervento e per adeguare gli stessi ai criteri di antifuorileak.

Dal punto di vista termico, gli attuali infissi in legno a vetro singolo presentano la stratigrafia e i dati termici riportati in **Fig.1**.

COMPONENTE FINESTRATO

Codice

Descrizione

Note

Origine dei dati

FINLEG1.1

Finestra legno v.s. 1.2x1,60

Inserimento

Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)

Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento

Trasmittanza termica

Trasmittanza solo vetro

Uw

Ug

W/(m²·K)

W/(m²·K)

Finestra singola

4,954

5,747

Dimensioni del serramento:

Larghezza

Altezza

m

m

1,20

1,60

Dati apporti solari:

Emissività

Trasmittanza solare

ε

g gl,n

0,837

0,85

TELAIO

Serramento interno:

Area vetro

Area telaio

Area pannelli

Perimetro vetro

Trasmittanza termica telaio

Ag

Af

Ap

Lg

Uf

m²

m²

m²

m

W/(m²·K)

1,420

0,500

0,000

7,840

2,700

VETRO

Serramento:

Descrizione

Spessore [mm]

Conducibilità termica [W/(m·K)]

Resistenza termica [m²·K/W]

Trasmittanza distanziatore [W/(m·K)]

Resistenza superficiale interna

Vetro 1

Resistenza superficiale esterna

4,0

1,000

0,13

0,04

RISULTATI

Resistenza

Trasmittanza termica

Resistenza termica aggiuntiva

Trasmittanza totale

m²·K/W

W/(m²·K)

m²·K/W

W/(m²·K)

0,202

4,954

0,000

4,954

</

**Fig.1 – Stratigrafia infisso in legno e vetro singolo esistente**

Trattandosi di un intervento di riqualificazione energetica riguardante l'involucro edilizio gli infissi devono rispettare i valori minimi di trasmittanza termica contenuti nelle tabelle 1-4 di cui all'appendice B del DM 26 Giugno 2015 e s.m.i, relativamente all'anno 2021, in accordo a quanto stabilito dal decreto 11 gennaio 2017 pubblicato in G.U. 23 del 28/01/2017.

Il Comune di Gratteri appartiene alla zona climatica D e pertanto il valore limite della trasmittanza è pari a 1,8 W/(m<sup>2</sup>K), vedi tabella 4 dell'appendice B del DM 26 Giugno 2015.





Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

I nuovi infissi previsti in sostituzione degli esistenti, saranno in Legno massello (trattati con solo impregnante neutro) e vetrocamera bassoemissivo.

Tabella 4 - Trasmittanza termica U massima delle chiusure tecniche trasparenti e opache e dei cassonetti, comprensivi degli infissi, verso l'esterno e verso ambienti non climatizzati soggette a riqualificazione

Zona climatica	U (W/m <sup>2</sup> K)	
	2015 <sup>(1)</sup>	2021 <sup>(2)</sup>
A e B	3,20	3,00
C	2,40	2,00
D	2,10	1,80
E	1,90	1,40
F	1,70	1,00

Saranno costituiti da telaio maestro fisso murato a cemento con sei robuste grappe di ferro su muratura di qualsiasi tipo e di qualsiasi spessore o con contro telaio in abete, e telaio mobile, ancorato al telaio fisso con cerniere del tipo pesante in numero di due per ciascuna anta mobile di finestra ed in numero di tre per ciascuna anta mobile di porta-finestra. Il serramento dovrà garantire le seguenti prestazioni: classe di permeabilità all'aria 4 (UNI EN 12207); classe di tenuta all'acqua 9A (UNI EN 12208); classe di resistenza al vento 5 (UNI EN 12210); trasmittanza termica complessiva U, calcolata secondo il procedimento previsto dalla norma UNI EN 10077-1 non superiore ai valori limite imposti per zona climatica secondo quanto indicato nei D.Lgs. 192/05 e s.m.i; marcatura CE secondo UNI EN 14351-1 (trasmittanza termica complessiva non superiore a 1,8 W/(m<sup>2</sup>/K)). Inoltre dovrà garantire un isolamento acustico secondo quanto indicato dal D.P.C.M. pubblicato in G.U. del 22/12/97. Sono compresi e compensati nel prezzo: lo scacciacqua applicato ad incastro a coda di rondine e munito di gocciolatoio, la battentatura (a profilo curvo e a squadra) doppia per i lati verticali e semplice per i lati orizzontali, la battentatura o la guida a canaletto nei riquadri interni per il fissaggio del vetro, i listelli copri filo opportunamente sagomati, cremonesi per chiusura con nasello a richiamo e maniglia in ottone pesante con bacchette incorporate nel legno per le parti a vasistas, asta di manovra con maniglia e compassi in ottone ed eventuale guarnizione in gomma resistente all'invecchiamento ed ai raggi UV per la tenuta termoacustica, nonché la verniciatura con impregnante trasparente, previa mano di antitarmico ed ogni altro onere ed accessorio per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte, incluso vetro camera stratificato di sicurezza 6/7 - 16 - 8/9.

L'infisso sarà completo di persiane in legno ad una o più partite con marcatura CE secondo UNI EN 13659 formate da telaio fisso della sezione di 10x5,5 cm murato a cemento con almeno sei robuste grappe di ferro su muratura di qualsiasi tipo e di qualsiasi spessore e da parte apribile costituita da



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

telaio maestro della sezione di 8x5,5 cm per i montanti e la traversa superiore e 12x5,5 cm per la traversa inferiore, con stecche mobili dello spessore di 1,5 cm distanti 5 cm compresa la ferramenta di sospensione, di chiusura e per la graduazione della apertura delle stecche mobili, le squadre di ferro piatto agli angoli del telaio maestro, compresa la verniciatura con solo impregnante neutro previa mano di antitarmico. Il colore sarà scelto dalla D.L.. Dal punto di vista termico, i nuovi infissi previsti presentano la stratigrafia e i dati termici riportati in **Fig.2**.

COMPONENTE FINESTRATO

Codice

Descrizione

Note

Origine dei dati

FIN1.2\*1.6 PVC-LEG

Finestra PVC/LEG v.c. 1.2x1.6

Inserimento

Procedura analitica (UNI EN ISO 10077-1:2007)

Caratteristiche del serramento:

Tipo di serramento

Trasmittanza termica

Trasmittanza solo vetro

Uw

Ug

W/(m²·K)

W/(m²·K)

Finestra singola

1,440

0,523

Dimensioni del serramento:

Larghezza

Altezza

m

m

1,20

1,60

Dati apporti solari:

Emissività

Trasmittanza solare

ε

g gl,n

0,837

0,85

TELAIO

Serramento interno:

Area vetro

Area telaio

Area pannelli

Perimetro vetro

Trasmittanza termica telaio

Ag

Af

Ap

Lg

Uf

m²

m²

m²

m

W/(m²·K)

1,340

0,580

0,000

7,680

2,500

VETRO

Serramento:

Descrizione

Spessore [mm]

Conducibilità termica [W/(m·K)]

Resistenza termica [m²·K/W]

Trasmittanza distanziatore [W/(m·K)]

Resistenza superficiale interna

Vetro 1

Intercapedine 1 (Aria)

Vetro 2

Resistenza superficiale esterna

6,0

16,0

8,0

0,009

0,009

0,04

0,080

RISULTATI

Resistenza

Trasmittanza termica

Resistenza termica aggiuntiva

Trasmittanza totale

m²·K/W

W/(m²·K)

m²·K/W

W/(m²·K)

0,694

1,440

0,000

1,440

**Fig.2– Stratigrafia infisso in Legno massello e vetro camera bassoemissivo di nuova installazione**

Gli infissi avranno una trasmittanza termica totale al massimo inferiore a 1,8 W/(m²K), nettamente inferiore al valore minimo di trasmittanza termica contenuto nella tabella 4 di cui all'appendice B



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

del DM 26 Giugno 2015 e s.m.i, relativamente all'anno 2021, in modo da garantire un notevole miglioramento della prestazione energetica dell'edificio nonché il comfort per tutti i fruitori dell'edificio.

## **5 - Generalità sugli impianti di illuminazione interna ed esterna da realizzare**

Si prevede la totale sostituzione degli esistenti apparecchi illuminanti dotati di lampade tradizionali a bassa efficienza con apparecchi illuminanti interni con tecnologia LED ad alta efficienza.

Inoltre, per quanto riguarda gli ambienti principali, si è previsto un sistema di controllo dell'illuminazione mediante l'introduzione all'interno degli apparecchi a LED di dimmer DALI (regolatori di flusso) in dipendenza dell'illuminazione naturale e della presenza, asserviti ad un sistema di controllo KNX a sua volta supervisionato dal sistema di supervisione descritto in seguito.

### **5.1 - Impianti elettrici ordinari**

#### **5.1.1 Analisi dei carichi**

##### **5.1.1.1 Carichi da alimentare in modo normale**

###### *5.1.1.1.1 Carichi luce*

La tipologia del complesso e la destinazione dei locali sono illustrati nella Relazione Generale e negli elaborati grafici.

In dipendenza della destinazione dei locali, sono stati sviluppati i calcoli illuminotecnici per ogni ambiente tipo in linea con quanto suggerito dalle vigenti Norme UNI-EN 12464-1 - "Illuminazione d'interni con luce artificiale".

Si evidenzia il fatto che, trattandosi di intervento di efficientamento energetico si è prevista la sostituzione degli apparecchi esistenti lasciando invariato il numero di apparecchi per ambiente. In ogni caso, i calcoli illuminotecnici di cui sopra sono stati sviluppati per i locali con il numero di apparecchi più basso, che permettono comunque di rispettare quanto prescritto dalle Norme.

Si sono pertanto adottati i seguenti livelli di **illuminamento per gli interni**:

- a) corridoi, scale e WC 100/150 lux
- b) uffici 300 lux
- c) locali tecnici 100/150 lux

Come tipologia di sorgenti luminose si è fatto riferimento a:



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

- LED ad alta efficienza luminosa con una temperatura di colore corrispondente a luce bianco-calda (temperatura di colore pari a 3000/4000 K); un indice di resa cromatica Ra uguale 80\85;

Eseguiti su queste basi i calcoli illuminotecnici (riportati nell'**elaborato 2.1**), sono state determinate le potenze delle lampade necessarie e le caratteristiche degli apparecchi illuminanti che garantiscono il voluto grado di limitazione dell'abbagliamento.

In armonia con quanto sopra esposto, sono state fatte le seguenti scelte per gli apparecchi illuminanti:

Di seguito si riportano le descrizioni degli apparecchi illuminanti previsti per gli immobili oggetto dell'intervento:

- Plafoniera LED, in versione quadrata con cornice in alluminio pressofuso verniciato a polveri bianco e schermo con microprismi ad alta efficienza con UGR minore di 19; installato ad incasso in controsoffitti a pannelli standard o plafone o a sospensione grazie agli accessori forniti separatamente. Potenza assorbita 33 W@ Flusso luminoso apparecchio (lm) 3300; Tolleranza cromatica SDCM = 5, Durata di vita L80 B50 (Tq25°) = 50.000h; Classe fotobiologica RG0; Peso (kg) 2.4; Garanzia 5 anni; Tensione di alimentazione 220-240 V Temperatura di esercizio - 20° +45° Frequenza nominale (Hz) 50 / 60; Alimentatore Incluso elettronico standard non dimmerabile, Dispositivo di protezione Resistenza alle sovratensioni 1kV; Schermo PMMA Con struttura a microprismi ad alta efficienza; Vano di alimentazione Indipendente dal gruppo ottico; Efficienza luminosa (lm/W)\* 100; Dimensione 600x600x9 mm, per l'illuminazione degli spazi comuni;
- Plafoniera LED, in versione quadrata con cornice in alluminio pressofuso verniciato a polveri bianco e schermo con microprismi ad alta efficienza con UGR minore di 19; installato ad incasso in controsoffitti a pannelli standard o plafone o a sospensione grazie agli accessori forniti separatamente. Potenza assorbita 33 W@ Flusso luminoso apparecchio (lm) 3300; Tolleranza cromatica SDCM = 5, Durata di vita L80 B50 (Tq25°) = 50.000h; Classe fotobiologica RG0; Peso (kg) 2.4; Garanzia 5 anni; Tensione di alimentazione 220-240 V Temperatura di esercizio - 20° +45° Frequenza nominale (Hz) 50 / 60; Alimentatore Incluso Dimmerabile DALI,



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

Dispositivo di protezione Resistenza alle sovratensioni 1kV; Schermo PMMA Con struttura a microprismi ad alta efficienza; Vano di alimentazione Indipendente dal gruppo ottico; Efficienza luminosa (lm/W)\* 100; Dimensione 600x600x9 mm, per l'illuminazione degli uffici;

- Plafoniera da 27 W con MID Power LED (double or single die) dotata di dissipatore / riflettore in acciaio preverniciato bianco. Corpo in PC grigio RAL7035. Schermo / diffusore in PC stabilizzato agli U.V. Sigillante depositato a CNC. Sistema di fissaggio a parete, plafone o sospensione tramite molle in acciaio armonico con zona di attacco regolabile. Connettore rapido integrato nell'apparecchio per cavi diametro max 12.5mm. Driver LED elettronico rifasato. Classe di isolamento II; Tipologia sorgente luminosa LED -non sostituibile; Grado di protezione IP66; Resistenza agli urti IK08 (corpo) Lampada LED; Lunghezza 1600 mm; Tensione 220/240V - 50/60Hz Tipologia Stand alone; Apparecchio a ridotta temperatura superficiale Conforme; Schermo trasparente; Tipo alimentatore Driver Led in corrente continua; Potenza di sistema 27 W; Glow Wire Test 850°C; Temperatura di colore 4.000K (CRI 80) Lumen Output (Lm) 3.400; LED Life time L90B50 (Tq+25°C) = 50.000h - L80B10 (Tq+25°C) = 100.000h ; Classe di efficienza LED integrati A÷A++; Garanzia Estendibile 5 anni Tipo alimentatore Elettronico; Temperatura di utilizzo Da -25°C a +35°C, per l'illuminazione dei locali tecnici, dei depositi e degli archivi;
- Apparecchio illuminante con sorgente LED 12 W e flusso luminoso 1.150 lm con corpo in polycarbonato bianco per montaggio a plafone, a parete o soffitto con coppa opale in polycarbonato diffondente, temperatura di colore 4.000 K (bianco neutro) e indice di resa cromatica maggiore di 80. Dotata di Sensore con rilevamento del movimento fino a 8m e raggio fino a 120° E' stato progettato per resistere alle variazioni di temperatura da -20 °C a + 45 °C, alla penetrazione di acqua e polvere fino al grado IP54 e agli urti fino al grado IK08. Efficienza luminosa (lm/W)\* 96 Colore Bianco Temperatura di colore 4000 K Sorgente LED - Non sostituibile Indice di resa cromatica CRI 80 Potenza assorbita 12 W Tolleranza cromatica SDCM = 5 Durata di vita L80 B50 (Tq25°) = 50.000h Classe fotobiologica RG0 Peso (kg) 0,9; dimensioni D 250 mm con profondità pari a 53 mm; Classe isolamento II - Grado di protezione IP20 - IP54 - Resistenza agli urti IK08 - Resistenza al filo incandescente 750 °C - Garanzia 5 anni, per l'illuminazione dei servizi igienici.;



- Apparecchio per illuminazione di emergenza autoalimentato con sorgente luminosa a LED costituito da corpo in polycarbonato e ottica simmetrica e schermo in polycarbonato trasparente, resistente agli urti in classe minima IK07 e con grado di protezione IP65. Apparecchio dotato di tutti gli accessori per il montaggio ad incasso in controsoffitto, a parete, a soffitto o a sospensione. Versione tradizionale, con autodiagnosi o centralizzata, per funzionamento in "Sola Emergenza (SE)". L'apparecchio garantirà la ricarica completa in 12 ore. (Potenza indicativa per il confronto con apparecchi a tubo fluorescente) flusso Luminoso equivalente FL.11W - aut. 1h – tradizionale

Tutti i carichi luce sono stati incrementati del 10% per tenere conto delle perdite negli accessori elettrici e nelle linee di alimentazione.

Contestualmente alla sostituzione degli apparecchi illuminanti si procederà altresì al rifacimento delle uscite luce realizzate con linea in tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale o dal punto luce esistente, in tubi di materiale termoplastico autoestinguente del tipo pieghevole del diametro esterno pari a mm 20 e conduttori in rame con rivestimento termoplastico tipo FS17 di sezione proporzionata al carico, compreso il conduttore di protezione. Comprese le eventuali tracce nelle murature o nel solaio, eseguite a mano o con mezzo meccanico, il loro successivo ricoprimento con malta cementizia, e l'avvicinamento del materiale di risulta al luogo di deposito. Si prevede altresì il rifacimento dei punti di comando (comando interrotto o pulsante per dimmer) realizzata con linea in tubazione sottotraccia a partire dalla cassetta di derivazione del locale, in tubi di materiale termoplastico autoestinguente del tipo pieghevole del diametro esterno pari a mm 20 e conduttore di fase in rame con rivestimento termoplastico tipo FS17 di sezione proporzionata al carico. Comprese le tracce nelle murature, eseguite a mano o con mezzo meccanico, il loro successivo ricoprimento con malta cementizia, e l'avvicinamento del materiale di risulta al luogo di deposito.

Per il controllo automatico dell'emissione degli apparecchi illuminanti si prevede di applicare il sistema di controllo digitale a indirizzamento DALI (Digital Addressable Lighting Interface) che sarà gestito dal Sistema generale di supervisione BMS di cui si è detto sopra. DALI, è uno standard non brevettato, per alimentatori elettronici dimmerabili, che sulla base di segnali provenienti da sensori di illuminazione, permette di ottimizzare l'utilizzazione del flusso luminoso con una perfetta



integrazione con l'illuminazione naturale, oltre a controllare le tapparelle. Nel caso specifico verranno controllati gli alimentatori delle sorgenti LED con la possibilità di controllare anche le tapparelle e le tende. Con un gateway DALI /KNX e una linea di controllo bifilare è possibile controllare la commutazione e il dimming di un elevato numero (fino a 64) di alimentatori elettronici singolarmente o in modalità broadcast. E' possibile attraverso le interfacce grafiche 3D del software tenere sotto controllo tutti i dettagli dell'impianto di illuminazione con un semplice clic del mouse. In generale si può operare con diverse strategie, che, combinate insieme, riescono a garantire una riduzione dei consumi fino al 75%. Temporizzazione intelligente, rilevamento della presenza, compensazione della luce diurna, regolazione in base all'attività, controllo manuale personalizzato e limitazione del carico massimo. Ad esempio, associando le funzioni di “temporizzazione intelligente” al “rilevamento della presenza”, si possono evitare gli sprechi negli edifici non gestiti, dove spesso la luce rimane accesa per tutto il giorno, a prescindere dalla presenza delle persone. Altra interessante possibilità è la “regolazione in base all'attività”, attraverso la quale può configurarsi il flusso massimo di luce emesso dai corpi illuminanti per ottenere un'illuminazione corretta in base alla destinazione d'uso della stanza: questa funzione, da sola, può già ridurre i consumi del 15-20%. Altro esempio significativo di risparmio energetico è l'utilizzo delle strategie di “compensazione della luce diurna” e “controllo manuale personalizzato”, grazie alle quali si è in grado di adattare il livello di illuminazione artificiale alla quantità di luce naturale o alle esigenze degli utilizzatori. Il software, sfruttando la funzionalità di feedback dello standard DALI, fornisce informazioni in tempo reale sullo stato dei corpi illuminanti, segnalando così anche eventuali guasti, e offrendo una panoramica in tempo reale sui tempi di funzionamento dei LED e degli alimentatori. La descrizione dettagliata del sistema viene riportata al successivo **paragrafo 5.1.6.1.**

#### *5.1.1.1.2 Carichi FM*

I carichi FM attualmente installati sono rappresentati fondamentalmente dall'ascensore (che verrà mantenuto) e dai carichi derivati dalle prese a spina che sono principalmente costituiti da postazioni PC.

I carichi aggiuntivi previsti sono di seguito indicati:

- pompa di calore aria/acqua impianto di climatizzazione, alimentazione trifase, con potenza pari a 14,98 kW con fu pari a 1;





Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

- ventilconvettori con potenza pari a 50 W con fu pari a 1;
- Pompe di calore ACS con potenza pari a 600 W con fu pari a 1.

#### 5.1.1.2 Potenza totale da alimentare

Tenuto conto dei carichi sopra elencati e tenendo conto che le potenze degli impianti di illuminazione sono state nettamente ridotte, le attuali potenze delle forniture elettriche disponibili per l'immobile sono adeguate alle nuove esigenze.

#### 5.1.2 Dimensionamento

Per tutti i quadri in cascata, a partire dal quadro arrivo, effettuata la scelta degli interruttori, in dipendenza del carico derivato, sono state verificate:

- le **capacità di rottura degli interruttori** per interrompere le correnti di guasto che possono presentarsi nei diversi punti del sistema;
- la **protezione dal sovraccarico** di tutti i cavi in partenza di quadri;
- la **selettività** di comportamento degli interruttori per ridurre al minimo la sezione di impianto non alimentata in corrispondenza di un guasto.

Tutte le linee saranno realizzate per le dorsali e le derivazioni all'interno entro tubazioni e/o canali metallici chiusi (IP40) e/o passerelle a filo con conduttori elettrici in rame con isolante in PVC in qualità S17, conformi ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), tipo FS17 450/750V - Cca - s3, d1, a3, norma di riferimento CEI EN 50525 per le linee distribuite in tubazione e/o canali chiusi, per le linee di distribuite tramite passerelle a filo si sono previsti conduttori elettrici in rame con isolante in HEPR in qualità G16 e guaina termoplastica di colore grigio qualità R16, conforme ai requisiti previsti dalla Normativa Europea Prodotti da Costruzione (CPR UE 305/11), tipo FG16(o)R16 0,6/1kV - Cca - s3, d1, a3, norma di riferimento CEI EN 20-23.

Per dette linee sarà rispettato il codice dei colori (neutro: blu; protezione: giallo verde; fasi: marrone, grigio e nero).

Tutte le linee sono state verificate in modo da contenere le massime c.d.t. entro i limiti raccomandati dalle Norme (4%) e in modo tale che le loro portate fossero compatibili con quelle termicamente ammissibili in dipendenza delle condizioni di installazione e d'uso.

Tenuto conto che tutte le linee sono state verificate con riferimento alla protezione dai



sovraccarichi, ai sensi di quanto ammesso dalle Norme CEI 64.8, non è stato necessario verificare le massime lunghezze protette ai fini dell' $I^2t$  che in esse transita.

Dimensionate le linee sono state scelte le sezioni delle canalizzazioni verificando un fattore di riempimento delle stesse inferiore al 60% per le tubazioni, al 50% per i canali.

In particolare sono stati effettuati:

- per i **cavi** la **verifica della massima caduta di tensione** (c.d.t.); la **verifica termica**; il **calcolo delle correnti di cortocircuito monofase e trifase**;
- per gli **interruttori** la **verifica della protezione dal sovraccarico** e dal **cortocircuito**;
- la **verifica della protezione dalle tensioni di contatto indiretto**;
- la **verifica della selettività di comportamento fra interruttori in cascata**;
- l' $I^2t$  solo nei punti di installazione degli interruttori.

### 5.1.3 – Provvedimenti di sicurezza

La protezione contro i **contatti diretti** è realizzata:

- con l'adozione di conduttori isolati;
- con la segregazione delle parti attive entro involucri con grado di protezione non inferiore a IP40 e non apribili se non ha mezzo di chiave o attrezzo con tutti i vincoli imposti dalle Norme;

La protezione contro i **contatti indiretti** per gli impianti all'interno è stata realizzata a mezzo di interruzione automatica del circuito con interruttori differenziali ( $I_d = 30 \text{ mA}$ ), posti sulle singole diramazioni alimentanti i carichi. Tutte le masse e masse estranee saranno connesse all'impianto di terra, a mezzo di un conduttore di protezione PE. Nei servizi (WC) tubazioni metalliche di adduzione e/o di scarico (ove presenti) dovranno essere connesse fra loro e il PE con conduttori e giunzioni con resistenza non superiore a  $0,15 \Omega$ .

All'impianto di terra verranno connesse anche le sbarre di terra del quadro generale e di quelli di settore.

### 5.1.4 – Impianto di terra

Il tipo di impianto di alimentazione è di **tipo TT**. L'impianto di terra di protezione delle masse e masse estranee collegate a terra a mezzo del conduttore di protezione PE (meno gli apparecchi illuminanti in classe II che **non andranno connessi a terra**) deve essere unico. La resistenza di terra deve soddisfare la relazione:



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

$$R_A I_{dn} \leq 50$$

dove:  $R_A$  = somma delle resistenze dei conduttori di protezione e del dispersore in ohm;

$I_{dn}$  = la più elevata fra le correnti d'intervento degli interruttori differenziali installati.

**L'edificio oggetto dell'intervento è già dotato di impianto di terra a cui dovranno essere collegati i nuovi impianti realizzati. Da quanto si è potuto rilevare durante i sopralluoghi, l'impianto di terra esistente è adeguato. Resta inteso però che sarà onere dell'Impresa esecutrice dei lavori la misura delle resistenze di terra prima della conclusione dei lavori.**

### **5.1.5 – Revisione e controllo impianti elettrici esistenti**

Nell'ambito della realizzazione dell'impianto fotovoltaico di cui al successivo **paragrafo 6**, si sono previste opere di misura, controllo e revisione dell'impianto elettrico del Municipio, compreso tutte le misure controlli e collaudi delle apparecchiature e dell'impianto elettrico esistente, compreso l'emissione di certificazione ai sensi del DM 37/08, compresa la sostituzione delle apparecchiature atte ad assicurare l'efficienza dell'impianto e la sicurezza dello stesso su indicazione della D.L. ed in accordo a quanto riportato nell'elaborato "2.1 - Calcoli esecutivi", in dipendenza delle mutate esigenze derivanti sia dalla realizzazione dell'impianto fotovoltaico che dai sistemi di controllo da implementare, compresa l'integrazione delle derivazioni forza motrice, realizzate con linea in tubazione sottotraccia o a vista a partire dalla cassetta di derivazione, in tubi di materiale termoplastico autoestinguente del tipo pieghevole del diametro esterno pari a mm 20 o con tubo rigido del diametro esterno pari a mm 20 o minicanale in PVC; conduttori in rame (CPR) con rivestimento termoplastico tipo FS17 di sezione proporzionata al carico, compreso il conduttore di protezione. Comprese le eventuali tracce nelle murature o nel solaio, eseguite a mano o con mezzo meccanico, il loro successivo ricoprimento con malta cementizia, e l'avvicinamento del materiale di risulta al luogo di deposito, compreso altresì gli accessori per le giunzioni a cassetta, la minuteria ed ogni altro onere, compreso il controllo, la revisione e le opere di manutenzione ordinaria e straordinaria dell'impianto di terra, compreso la sostituzione di tutti i morsetti dell'impianto di terra in condizioni deteriorate, o ossidate o comunque in cattive condizioni di funzionamento, compreso l'eventuale integrazione con nuove puntazze e nuova treccia disperdente nel caso in cui l'impianto non dovesse presentarsi idoneo al collaudo, compreso la restituzione grafica di tutti gli impianti, riportando in disegno tutte le linee, i terminali, i circuiti di rete e di quelle di quadro relativi sia agli impianti esistenti che per le opere integrate, i calcoli elettrici di verifica, la ritargatura delle



apparecchiature revisionate da effettuare ai sensi del DM 37/08, e quant'altro ancora occorrente, per dare l'opera finita a perfetta regola d'arte e quant'altro necessario a rendere idonei gli impianti elettrici dei locali oggetto dell'intervento.

### **5.1.6 - Impianti elettrici speciali**

Gli impianti elettrici speciali presenti nei complessi in esame sono.

- sistema controllo illuminazione;
- impianto di supervisione, regolazione e contabilizzazione (BACS).

#### **5.1.6.1 Sistema controllo illuminazione**

Per la regolazione dei livelli d'illuminamento negli ambienti in funzione della luce naturale e della presenza di persone si è previsto un Sistema di controllo impianto di illuminazione DALI/KNX costituito da:

- N°2 alimentatore da 640 mA per sistema di Building Automation KNX di Gewiss o similare auto protetto alimentazione 230V - 50/60Hz. Fornisce l'alimentazione necessaria ai dispositivi di una linea bus KNX, generando una bassissima tensione di sicurezza (SELV) di 30 Vcc. L'alimentatore integra una bobina di disaccoppiamento interna allo scopo di isolare il traffico dati dall'alimentazione. Il collegamento al bus è realizzato attraverso apposito morsetto nero/rosso. L'alimentatore è protetto contro il corto circuito e prevede una limitazione della corrente massima di uscita. Il LED verde (Operation) segnala quando l'alimentatore è pronto per il funzionamento. Un assorbimento troppo elevato di corrente ( $I > I_{max}$ ) è segnalato attraverso il LED rosso di sovracorrente (Overload). Il pulsante di RESET permette il reset di tutti i dispositivi connessi sul bus. Potenza massima assorbita 50 VA; Potenza dissipata 8 W; Corrente di corto circuito  $< 1,5$  A; Tempo di back up (a corrente nominale) 200 ms circa; Temperatura di funzionamento  $-5 \div +45$  °C; Connessione al bus Morsetto ad innesto, 2 pin Ø 1 mm; Connessioni elettriche Morsetti estraibili a vite; Sezione max. cavi 2,5 mm<sup>2</sup>; Grado di protezione IP20; Dimensione 4 moduli DIN; Riferimenti normativi Direttiva bassa tensione 2006/95/CE; Direttiva compatibilità elettromagnetica 2004/108/CE EN 50090 Certificazioni KNX/EIB
- N°1 Accoppiatore linea/campo da guida din - ip20 - 2 moduli din - compreso accessori per il montaggio e ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita e perfettamente funzionante. L'accoppiatore di linea campo KNX - da guida DIN permette di collegare una linea principale



KNX-TP con una linea secondaria KNX-TP, fornendo isolamento galvanico tra le due linee collegate. La funzione del dispositivo è quella di filtrare il traffico tra le due linee (accoppiatore) o quella di inoltrare i pacchetti dalla linea principale alla secondaria (ripetitore). L'accoppiatore può essere usato per collegare una linea ad una linea principale o una linea principale ad una linea dorsale. Le funzioni che il dispositivo può svolgere sono illustrate sono : Accoppiatore di linea (LC) Indirizzo fisico X.Y.0. Collegamento di una linea principale (HL) con una linea di campo. L'accoppiatore appartiene logicamente alla linea di campo. Accoppiatore di area (BC) Indirizzo fisico X.0.0. Collegamento di una linea principale (HL) con una linea dorsale (BL). L'accoppiatore appartiene logicamente alla linea principale. Ripetitore (RP) Indirizzo fisico X.Y.Z. Trasmissione e ripetizione di telegrammi su una linea senza filtro. Divisione di una linea in max. 4 segmenti di linea indipendenti con max. 3 ripetitori collegati in parallelo per linea. Ciascun segmento di linea richiede un alimentatore KNX (PS) dedicato. Comunicazione: Bus KNX; Alimentazione: Tramite bus KNX, 29 V dc SELV dalla linea principale; Assorbimento corrente BUS pari a circa 27 mA dalla linea principale circa 3 mA dalla linea secondaria

- N°1 Gateway KNX/DALI 64/16 tipo Gewiss o similare in grado di controllare via bus KNX fino a 64 plafoniere (suddivise in 16 gruppi) gestite con protocollo DALI, la connessione al bus KNX è realizzata tramite morsetto bus ad innesto senza viti. Permette la comunicazione tra i ballast che implementano il protocollo DALI, specifico per il controllo dell'illuminazione, con il sistema Home and Building Automation KNX; le installazioni DALI possono beneficiare della vasta gamma di interfacce utente KNX, come sensori per il comando e dispositivi per la visualizzazione e la supervisione dell'impianto. Il Gateway KNX/DALI svolge sia la funzione di dispositivo DALI-Master sia la funzione di alimentatore per i ballast connessi. La messa in funzione del gateway DALI (assegnazione dei ballast ai vari gruppi) viene eseguita mediante i tasti di programmazione ed il display direttamente sul dispositivo; l'impostazione dei diversi parametri e la programmazione degli scenari può essere eseguita mediante i tasti ed il display o, in alternativa, utilizzando il software ETS5. Gli scenari che sono già stati programmati possono essere successivamente modificati in qualsiasi momento dal dispositivo. Sicurezza elettrica;

Il dispositivo è dotato di: 1.Presa RJ-45 per connessione Ethernet 2. Connettore bus KNX 3. Alimentazione 4. Connettore DALI 5. LED di programmazione indirizzo fisico 6. Tasto di programmazione indirizzo fisico 7. Pulsante Move 8. Pulsante Prg/Set 9. Pulsante ESC 10. LED di segnalazione guasto (ERR) 11. LED di segnalazione linea Ethernet (LNK) 12. Display 2x12



caratteri per messa in funzione DALI; Grado di inquinamento: 2; Protezione (EN 60529): IP20 ; Grado di protezione: (IEC 1140) ; Categoria di sovratensione: III; Bus: SELV DC 24 V Requisiti EMC; Conforme alle norme EN 50081-1, EN 50082-2 e EN 50090-2-2; Requisiti ambientali; Temperatura di funzionamento: 0 ... +45°C; Certificazioni KNX/EIB Normativa CE Conforme alla Direttiva EMC (2004/108/CE) e alla Direttiva "Bassa Tensione" (2006/95/CE) Dimensioni B x H x P: 106 x 86 x 55 mm; Installazione su guida DIN, larghezza 36 mm. (6 moduli DIN)

- N°13 interfaccia a scomparsa a 2 canali per reti KNX ove ognuno degli ingressi viene configurato con sw ETS5 per realizzare una delle funzioni elencate qui di seguito: Commutazione ciclica ON/OFF; Gestione fronti; Comando ON con temporizzazione; Gestione di tende e tapparelle: - con pulsante singolo o doppio (pressione breve  $\leq 0,5s$ ; pressione lunga  $> 0,5s$ ); Gestione dimmer: - con pulsante singolo o doppio (pressione breve  $\leq 0,5s$ ; pressione lunga  $> 0,5s$ ); Gestione allarme vento; Gestione allarme pioggia; Invio comandi prioritari; Gestione scenari: - attivare uno scenario (pressione breve  $\leq 3s$ ) o memorizzarne i nuovi valori (pressione lunga  $> 3s$ ); Comandi per termoregolazione; i canali di ingresso possono essere utilizzati per acquisire valori di temperatura quando sono connessi a sensori NTC (es: GW10800, GW1x900) - compreso accessori per il montaggio e ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita e perfettamente funzionante.

- N°13 Rilevatore di presenza per interno per reti KNX, con controllo costante luminosità - 10-2000 lux, portata 6 m, h= 2,5 mt; Compreso accessori per il montaggio e ogni altro onere e magistero per dare l'opera finita e perfettamente funzionante. Il sensore di presenza KNX - a soffitto permette di inviare un comando di attivazione a dispositivi attuatori tramite il bus KNX in funzione dei movimenti rivelati ed eventualmente della luminosità misurata. In caso di rilevamento di movimento dipendente dalla luminosità, il dispositivo controlla costantemente il livello di luminosità nella stanza e quando la luce naturale è sufficiente, il dispositivo spegne l'attuatore per l'illuminazione artificiale, anche se la stanza è occupata. Il dispositivo è dotato di (Figura A): 1. Tasto di programmazione 2. LED di programmazione 3. LED di segnalazione rilevamento presenza/ricezione comando IR; Comunicazione Bus KNX; Alimentazione: Tramite bus KNX, 29 V dc SELV; Assorbimento corrente dal bus 10 mA; Cavo bus KNX TP1; Elementi di comando 1 tasto miniatura di programmazione; Elementi di visualizzazione 1 LED rosso di programmazione + 1 LED rosso di segnalazione; Raggio d'azione: rilevamento presenza a forma circolare 360°, max.10 m (avvicinamento tangenziale); Altezza di montaggio 2 - 3 m, tipica 2.5 m Interno, Ambiente di utilizzo: luoghi asciutti; Temperatura di funzionamento:  $-25 \div +55$  °C Umidità



relativa Max 93% (non condensante); Connessione al bus: Morsetto ad innesto, 2 pin Ø 1 mm; Grado di protezione IP20 IP54 con accessorio GWA9541; Dimensione (H x Ø) 50 mm x 98 mm; Riferimenti normativi: Direttiva bassa tensione 2006/95/CE Direttiva compatibilità elettromagnetica 2004/108/CE, EN 50491; Certificazioni KNX

- cavo bus per reti KONNEX - guaina lszh - 2 conduttori 1 x 2 x 0,8 - diametro 5,2mm - compreso accessori per il montaggio
- cavo bus per reti DALI - tipo F16OR16 2x1,5 mmq topologia libera
- N°1 Router per reti KONNEX / ip - ip20 -da guida din - 2 moduli din - compreso accessori per il montaggio

#### 5.1.6.2 Impianto di supervisione, regolazione e contabilizzazione (BACS)

Per la regolazione e il controllo degli impianti tecnologici presenti nell'edificio oggetto dell'intervento di riqualificazione energetica, si è prevista l'installazione di un **Sistema di Supervisione di ultima generazione** tipo **BMS (Building Management System)** capace di gestire gli impianti *elettrici ordinari, d'illuminazione, di climatizzazione, speciali (security e safety)*. Tale sistema consente la gestione **integrata e sicura** di tutti gli impianti sia presenti sia di futura installazione prevedendo in questa fase la predisposizione (*impianti elettrici, impianti di illuminazione, impianti di climatizzazione impianti di rivelazione incendi e diffusione sonora, impianti antintrusione e videosorveglianza, ....*). La soluzione presenta i seguenti vantaggi:

- ottimizzazione dei costi di gestione in accordo a quanto previsto dalle recenti norme sull'efficienza energetica con particolare riguardo alla norma *EN 15232 "Energy Performance of Buildings - Impact of Building automation Controls and Buildings Management"* pubblicata nel 2011 ottenendo risparmi energetici dell'ordine del **30-40%** e una **classe di efficienza A "High Energy Performance"**;
- possibilità di dialogo e d'interazione fra i vari sistemi;
- capacità di supervisionare, in modo user friendly (quindi senza la necessità di conoscenze tecniche approfondite) i diversi sistemi sia in modo manuale che automatico;
- drastica riduzione del cablaggio e notevole flessibilità;
- modularità dei sistemi che rende realizzabili in modo facile ampliamenti e modifiche;
- ottimizzazione della manutenzione con la possibilità di effettuare la manutenzione preventiva di tutti gli impianti.





Quanto sopra trova giustificazione nel fatto che la penetrazione delle nuove tecnologie che si è registrata in questi ultimi anni nella concezione e gestione degli edifici del terziario ha portato a una sempre maggiore integrazione degli impianti: *tecnologici, elettrici ordinari, di illuminazione, elettrici speciali per garantire la sicurezza delle persone (safety) e delle cose (security), prima concepiti in modo indipendente l'uno dall'altro*. Tutto ciò ha fatto nascere la nuova filosofia della ***building automation o anche dell'edificio intelligente con lo scopo di migliorarne la gestione (con monitoraggio e registrazione dello stato e tempestiva segnalazione delle situazioni di allarme o di anomalia) e di ottimizzare l'utilizzazione dell'energia, il comfort degli utenti e la manutenzione degli impianti.***

In sintesi ***i principali obbiettivi*** che un BMS di ultima generazione dovrebbe garantire, non solo in termini generali ma soprattutto in termini funzionali, sono i seguenti:

- *totale interoperabilità dei sottosistemi, che pur mantenendo una completa autonomia funzionale, assicurano una completa omogeneità nell'uso della rete di comunicazione e nell'uso di protocolli specifici per il livello funzionale richiesto, nonché una libera e completa espandibilità con garanzia delle funzioni richieste e un **totale indipendenza del cliente dal costruttore: “vendor independence”**;*
- *massima decentralizzazione funzionale in grado di massimizzare il grado di sorveglianza sia locale che remota;*
- *massimo uso delle tecnologie di comunicazione dell'Information Technology, quali, ad esempio: la rete Ethernet e il protocollo di trasporto TCP/IP;*
- *architettura Client/Server con piattaforma Windows Terminal Server Edition;*
- *minimizzazione della banda di comunicazione utilizzata dal sistema in grado di renderlo ininfluenza sulle performance della rete di edificio;*
- *massimo uso delle tecnologie di visualizzazione e gestione quali **Internet/Intranet**;*
- *massimo grado di apertura del sistema in tutte le direzioni:*
  - verso sistemi di terzi;
  - per integrazione di sistemi di terzi;
  - per accesso dinamico ai dati da applicazioni Office Automation;
- *uso dei più evoluti standard di programmazione oggi disponibili che assicurano l'investimento e la totale accessibilità al sistema tramite prodotti standard di mercato.*

Il BMS che si prevede di realizzare soddisfa gli aspetti tecnici precedentemente esposti e gli



obiettivi sopraelencati attraverso le soluzioni architetture innovative appresso indicate:

- *uso di reti ad alta velocità **dedicate*** (10 Gigabit Ethernet per i collegamenti in fibra e 1 Gigabit Ethernet in rame con protocollo TCP/IP). Tutti gli elementi proposti nell'architettura, come successivamente descritto, sono nodi fisici Ethernet con un proprio indirizzo IP configurabile dinamicamente da una qualsiasi postazione IP, in grado di comunicare direttamente su rete Ethernet con protocollo TCP/IP senza interposizione di gateway e/o di terminal server;
- *flessibilità nella configurazione del sistema durante la fase di gestione e di manutenzione*; la configurazione è effettuata da personale che non deve avere specifiche conoscenze sistemistiche e sui software (*user friendly*), ciò in quanto il sistema propone *tools* in grado di realizzare queste funzionalità in modo automatico;
- *interazione fra i sottosistemi assicurata anche in caso di caduta del sistema*, (il protocollo BACnet su LON e su IP utilizzato assicura funzioni di networking che rendono totalmente indipendenti le funzionalità dei sottosistemi e le loro interazioni dal livello di supervisione);
- *possibilità di comunicazione con i sottosistemi direttamente senza fare uso di Communication Server*; infatti, si è evitato l'uso di un Communication Server che pone elevate problematiche di affidabilità e di performance, in quanto tutta la comunicazione delle diverse Workstation installate dipende unicamente dal PC che svolge le funzioni di comunicazione verso le periferiche. Quindi l'architettura proposta, pur mantenendo un Server con funzioni caratteristiche di File/Application Server, è *Client/Server* ma con una totale indipendenza di comunicazione con i sottosistemi delle diverse Workstation Client che sono utilizzate dagli utenti del sistema. Come risultato si ha che la caduta di una qualsiasi Workstation, File/Application Server compreso non comporta alcuna influenza sulle rimanenti Workstation e sulle funzionalità del sistema stesso. La piattaforma hardware proposta è quella richiesta da specifica di Server ridondato;
- *assicurazione che tutte le funzioni del sistema siano mantenute anche in caso di caduta del sistema di supervisione*; ciò comporterebbe la totale indisponibilità di tutte le funzioni a suo carico. Nella soluzione proposta viene assicurata la totale autonomia funzionale dei sottosistemi e delle loro interazioni dal livello di supervisione a mezzo del protocollo BACnet su TCP/IP e su LON che assicura una reale e totale interoperabilità di tutti i sottosistemi controllati.
- *manca di effetti collaterali di propagazione dei guasti per malfunzionamenti su qualsiasi elemento di qualsiasi sottosistema*; l'interoperabilità di cui si è detto, assicura anche una totale indipendenza dei diversi sottosistemi evitando propagazioni di errore all'interno dei sottosistemi



e sulla rete di sistema. Tutto questo è assicurato tramite servizi che effettuano un monitoring continuo delle periferiche che sono a loro volta informate dello stato delle altre, potendo così modificare in tempo reale, se necessario, il loro comportamento e quindi le loro funzioni.

### **Architettura del sistema proposto**

Il sistema di supervisione sarà strutturato quindi secondo un'architettura a *intelligenza altamente distribuita*. Ciascun impianto sarà dotato di *Unità di Controllo intelligenti* che li renderanno integrabili tra loro e il centro di supervisione. La struttura sarà tale da supportare, come già detto, successive implementazioni sia hardware che software senza modifiche a quanto già installato. Inoltre, come già detto, l'interazione fra sottosistemi sarà assicurata anche in caso di caduta del Centro di Supervisione. L'architettura dei vari impianti sarà costituita, pur con le relative differenze specifiche, dai seguenti livelli distinti con funzionalità gerarchica, come indicato in figura.

- **Livello 0** - Dispositivi di Campo: sensori digitali e analogici, rivelatori, regolatori, attuatori, lettori, telecamere, altoparlanti, interruttori, etc., sia di tipo standard sia dotati di una pur minima intelligenza locale;

- **Livello 1** - Rete di Campo: collegamenti tra i Dispositivi di campo e i Sistemi Periferici di Controllo;

- **Livello 2** - Sistemi Periferici di Controllo: basati su unità periferiche intelligenti specializzate e distinte per impianto le quali effettueranno la gestione autonoma e completa dei singoli impianti controllati tramite il livello 1 di comunicazione verso l'acquisizione delle informazioni e l'attuazione dei comandi di Livello 0;

- **Livello 3** - Rete di Centro: collegamenti tra i Sistemi Periferici di Controllo e il Sistema Centrale di Controllo; le connessioni saranno di tipo LAN e dovranno coinvolgere tutti i sistemi senza soluzione di continuità. Nell'ambito di ciascun Sottosistema di Controllo la rete LAN verrà utilizzata per comunicazioni di tipo *Peer-to-Peer* fra le varie unità periferiche intelligenti in modo da non richiedere l'intervento del Sistema Centrale;

- **Livello 4** - Sistema Centrale di Controllo: Tale livello sarà di tipo Client-Server e garantisce il livello massimo di supervisione del sistema con la raccolta complessiva degli eventi e degli allarmi, la loro analisi assistita e la loro archiviazione. Sarà adatto anche alla configurazione completa del sistema, con supporti grafici avanzati. Gli operatori utilizzeranno, normalmente, le Postazioni di Controllo per interagire con il sistema di controllo. Solo in caso di indisponibilità del Server



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

l'operatore ricorrerà alle postazioni operative di ciascun sottosistema.

L'architettura generale del BMS proposto è illustrata nella **Fig.3**.

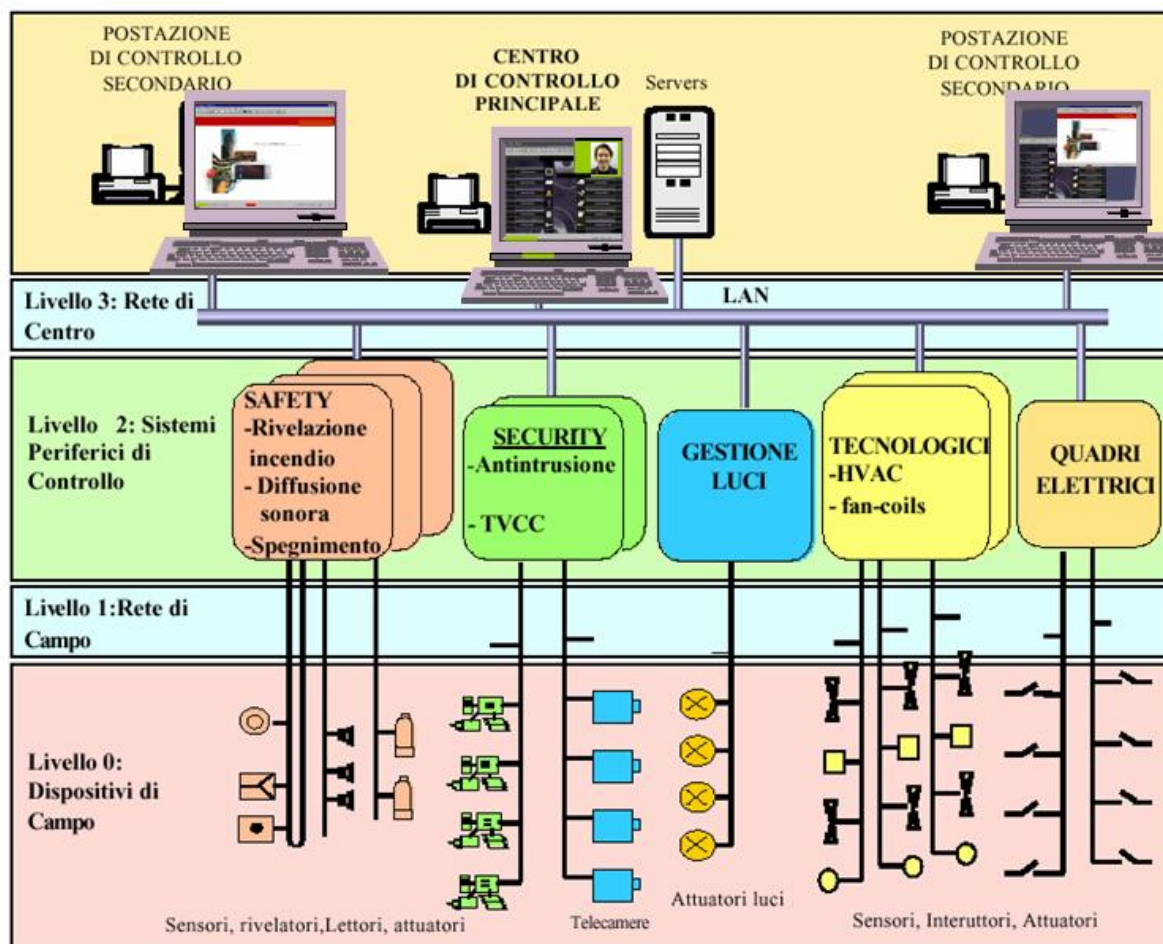


Fig. 3 – Architettura generale del sistema di supervisione

### Specifiche del sistema BMS proposto della Schneider Electric o similare

Nello specifico il BMS è quello della **Schneider Electric o similare** (il cui schema a blocchi è riportato in **Fig.4**), di cui si riporta in seguito uno schema a blocchi. Esso effettuerà *da un'unica postazione PC (o, ove necessario, da più postazioni)*, il controllo e la gestione: **dei quadri elettrici principali e secondari (predisposizione); dell'impianto di termico, del sistema di rivelazione incendi e diffusione sonora (predisposizione); dei sistemi antintrusione e videosorveglianza; dei sistemi di illuminazione, centrali tecnologiche (idrico, termico, generatore fotovoltaico.** Nell'elaborato IE.6 si riporta altresì lo Schema del sistema di supervisione per il controllo, la regolazione e la gestione degli impianti termici e tecnologici (BACS).



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

L'architettura globale del sistema (periferia/centro), secondo quanto illustrato prima, dovrà costituire un elemento di facilitazione e di semplificazione della gestione operativa e successivamente della manutenzione. L'architettura, come si è già visto, prevede più livelli operativi e, partendo dal campo ed attraverso i concentratori periferici, consentirà l'accesso, il controllo e la supervisione dal sistema centrale, in totale trasparenza funzionale rispetto ai vari sistemi controllati. Ciascun sistema sarà pertanto funzionalmente indipendente dal resto della realizzazione perché:

- Ogni singolo sottosistema “vivrà” di propria funzionalità
- Il sistema centrale raccoglierà le informazioni provenienti dai diversi sistemi e le presenterà in un'unica interfaccia.

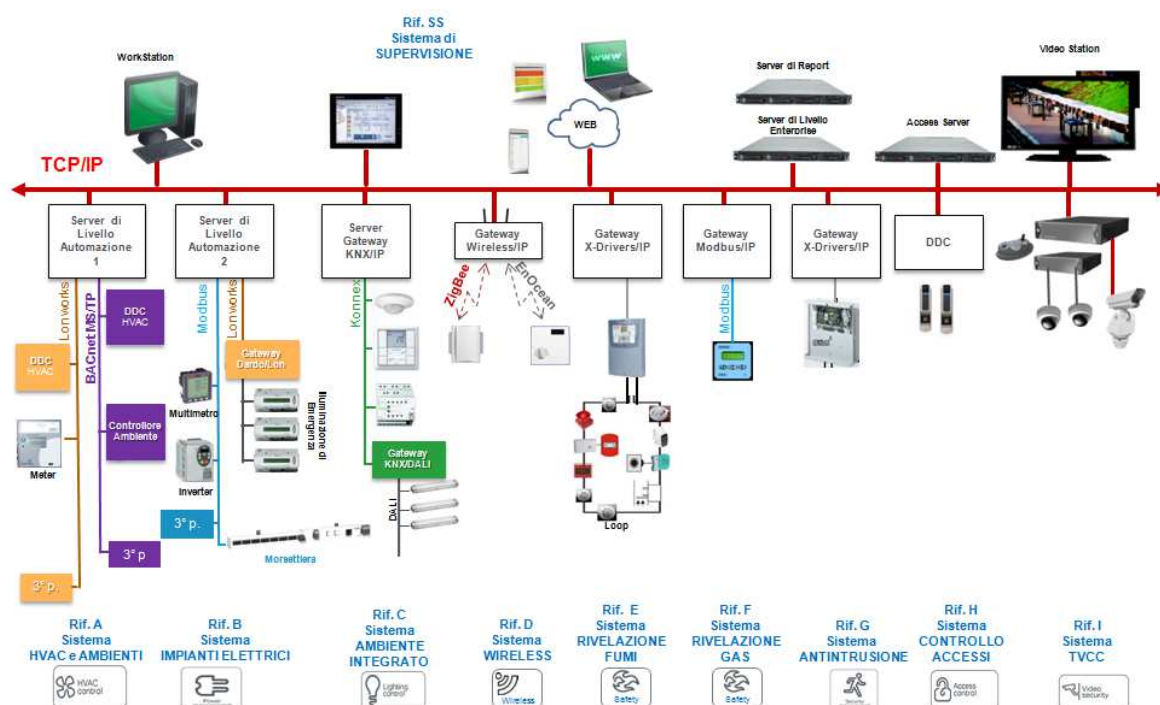


Fig. 4 – Schema a blocchi del sistema BMS proposto

- Il sistema di monitoraggio acquisirà i dati direttamente dalle apparecchiature “intelligenti” installate in campo come misuratori, interruttori intelligenti, protezioni elettriche.
- Il sistema, inoltre, utilizzerà esclusivamente protocolli standard e aperti per garantire l'interoperabilità anche con sistemi di terze parti.
- Il sistema, grazie all'utilizzo di protocolli standard e aperti consentirà di integrare riscaldamento e raffrescamento, controllo degli accessi e della sicurezza, ventilazione, controllo dei fumi e degli incendi e impianti di illuminazione, la distribuzione elettrica, e tutti gli impianti che faranno parte del sistema di Building Automation. Questo approccio ridurrà il costo complessivo del sistema e i





costi di formazione e manutenzione; aumenterà il risparmio di energia consentendo una gestione più proficua dell'edificio. Si disporrà del completo controllo dell'intero edificio o di ogni stanza dell'edificio da una singola interfaccia utente.

- I sistemi aperti forniranno anche la possibilità di creare soluzioni nuove e innovative utilizzando tecnologie standard non proprietarie. La soluzione proposta dovrà quindi essere virtualmente compatibile con tutti i sistemi presenti nel mercato e si integrerà completamente in una sola rete. Ciò consentirà un numero maggiore di opzioni ed eviterà l'obbligo di utilizzo esclusivo della tecnologia di un solo fornitore.

- Il sistema prevedrà l'utilizzo di centrali e controllori dei vari sistemi collegati con interfaccia nativa alla stessa rete locale, con possibilità di interscambio di informazioni con una logica *peer-to-peer*. Tale approccio, completato dalle scelte verso gli standard aperti, consentirà ai diversi moduli del sistema (sottosistemi) di interoperare sia fra di loro sia con sistemi di terze parti garantendo un'integrazione totale fra tutte le componenti.

- Utilizzando comuni personal computer e/o un browser Internet si dovrà poter eseguire qualsiasi operazione in modo "multitasking" e "multiutente" con tutti i controllori periferici indipendentemente dal livello della rete in cui essi sono dislocati.

Il software impiegato, di base e applicativo, dovrà rispondere a tutti i requisiti descritti nel prosieguo e rispondere all'architettura di sistema descritta in precedenza con particolare riferimento alle prestazioni.

- Il software impiegato, di base e applicativo, dovrà rispondere a tutti i requisiti descritti nel prosieguo e rispondere all'architettura di sistema descritta in precedenza con particolare riferimento alle prestazioni.

A servizio del sistema BMS di cui sopra è stata prevista una rete dati così costituita:

- n°1 Armadio a muro a sezione unica 20 unità con pannelli laterali asportabili; Robusta struttura saldata in acciaio laminato a freddo; Porta in vetro temprato da 5 mm, facilmente removibile e reversibile, angolo di apertura di 180°, chiusura con chiave; Pannello posteriore cieco asportabile dotato di apertura per passaggio cavi con pannellino (dimensioni 375 x 60 mm); Pannelli laterali ciechi provvisti di serratura a chiave asportabili; Predisposizione per ingresso cavi sulla base e sul tetto tramite profili pre-tranciati (230 x 45 mm); Predisposizione per l'installazione di 2 ventole da 120 mm;



- Due coppie di montanti 19" da 1.5 mm, regolabili in profondità (massima profondità utile 350 mm, 60 mm spazio disponibile tra montante e porta con montante completamente avanzato); Feritoie per passaggio aria nella parte superiore e inferiore dei pannelli frontale e laterali; Sistema rapido di fissaggio al muro; Portata statica: 60 kg; Fornito in dotazione kit di montaggio composto da 20 dadi in gabbia, 20 viti Torx e chiave Torx; Include kit di messa a terra; Colore RAL 7035 (grigio); Dimensioni: 994x600x450 mm (AxLxP).
- n°1 Switch PoE tipo Huawei S5731-S48P4X (48 10/100/1000BASE-T Switch Layer 2/3 Ge/10ge - S5700 Se 02353AJH) o similare con le seguenti caratteristiche: gestione Managed (CLI), Supporto Routing (Layer 3), 48 porte PoE, 4094 Vlan supportate, Stackable, 1.440W PoE Budget, Quality Of Service (QoS), Larghezza 442 mm, 1 unità rack, Profondità 420 mm, Altezza 43,6 mm, Peso 8,9 kg, Power Supply AC, alimentatore separato, Alimentazione ridondata, potenza assorbita 1.750 W, 48 porte LAN, Tipo e velocità porte LAN RJ-45 10/100/1000, 4 porte Uplink, Tipo e velocità porte Uplink SFP+ 10GbE;
- n°1 CloudEngine tipo Huawei N1-S57S-M-Lic o similare;
- n°1 Alimentatore tipo Huawei PAC1000S56-CB o similare (1000W AC&240V DC Power Module);
- n°1 SFP tipo Huawei SFP-1000BaseT o similare Electrical Transceiver,SFP,GE,Electrical Interface Module(100m,RJ45) standard 1000BASE-T, connettori tipo RJ45, Protezione contro le sovratensioni Modalità comune:  $\pm 1$  kV, Cavo applicabile e massima distanza di trasmissione Cavo Ethernet: 0,1 km;
- n°1 Switch tipo Huawei S5731-S48P4X (48 10/100/1000BASE-T Switch Layer 2/3 Ge/10ge - S5700 Se 02353AJH) o similare con le seguenti caratteristiche: gestione Managed (CLI), Supporto Routing (Layer 3), 48 porte PoE, 4094 Vlan supportate, Stackable, 1.440W PoE Budget, Quality Of Service (QoS), Larghezza 442 mm, 1 unità rack, Profondità 420 mm, Altezza 43,6 mm, Peso 8,9 kg, Power Supply AC, alimentatore separato, Alimentazione ridondata, potenza assorbita 1.750 W,





Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

48 porte LAN, Tipo e velocità porte LAN RJ-45 10/100/1000, 4 porte Uplink, Tipo e velocità porte Uplink SFP+ 10GbE;

- n°1 CloudEngine tipo Huawei N1-S57S-M-Lic o similare;
- n°1 Alimentatore tipo Huawei PAC600S12-CB o similare (600W AC Power Module(Back to Front, Power panel side exhaust));
- n°1 SFP tipo Huawei SFP-1000BaseT o similare Electrical Transceiver,SFP,GE,Electrical Interface Module(100m,RJ45) standard 1000BASE-T, connettori tipo RJ45, Protezione contro le sovratensioni Modalità comune:  $\pm 1$  kV, Cavo applicabile e massima distanza di trasmissione Cavo Ethernet: 0,1 km;
- n°4 Patch panel cat.5 - 24 porte RJ45 (1 Unità);
- n°96 Patch cord RJ45/RJ45 - L=1,5 metri;
- n°4 Passacavi 1 Unità;
- n°1 Barra c/ 6 Prese e Magnetotermico;
- cavo dati in categoria 6 con conduttori a 24AWG (0,51mm) solidi in rame, isolamento in poliolefina, 4 coppie a conduttori twistati con separatore interno, conforme alla normativa ISO/IEC 11811 e 2.0, EN 50173-1 e EIA/TIA 568 B2.10. Conforme al regolamento per i prodotti da costruzione (CPR) con classe minima Eca. cavo UtP Cat. 6 LSZH;
- derivazioni per punto dati RJ45 in categoria 6.

## **6 - Produzione di energia elettrica da fonte rinnovabile e criteri di progettazione impianto fotovoltaico con schema di principio e valutazione della producibilità**

Si è previsto:

- Impianto fotovoltaico potenza elettrica pari a circa 7 kW installato sulla falda SUD-OVEST della



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

copertura con moduli fotovoltaico colorati asservito ad un inverter monofase installato nel sottotetto. Tale soluzione è stata scelta al fine di mitigare l'impatto visivo dell'intervento con l'ambiente. Si prevedrà inoltre un sistema di linee vita per garantire la manutenzione.

La filosofia generale di progettazione dell'impianto di autoproduzione dell'energia elettrica prevede:

- a) **analisi della geografia dei luoghi**, con particolare riferimento alla parte di copertura del plesso che deve ospitare l'impianto fotovoltaico e alla sua esposizione, ai dati di irraggiamento medio giornaliero e annuo e a eventuali fenomeni di ombreggiamento per la presenza di elementi di notevole altezza in prossimità del fabbricato;
- b) **analisi dei carichi** con riferimento al consumo medio annuo degli ultimi tre anni dell'utenza elettrica presso cui si prevede di installare l'impianto fotovoltaico;
- c) calcolo della **massima energia media annua producibile dall'impianto in esame**, che deve essere inferiore al fabbisogno medio annuo;
- d) **posizionamento dei componenti dell'impianto**;
- e) **dimensionamento dell'impianto** e scelta delle **caratteristiche dei suoi elementi**;
- f) **provvedimenti di sicurezza**;
- g) **protezione contro le scariche atmosferiche**;
- h) **strutture di supporto**.

### **6.1 Dati di irraggiamento medio giornaliero, annuo e producibilità.**

Nella **Tab. 1** si riportano i dati di irraggiamento medio per il comune di Gratteri, che consentiranno di calcolare, una volta fissata la potenza dell'impianto fotovoltaico, la produzione media annua di energia elettrica.



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio



PVGIS-5 stima del rendimento energetico FV:

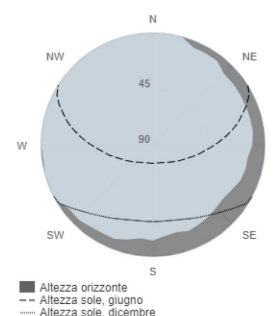
Valori inseriti:

Lat./Long.: 37.967, 13.974  
Orizzonte: Calcolato  
Database solare: PVGIS-SARAH  
Tecnologia FV: Silicio cristallino  
FV installato: 6.72 kWp  
Perdite di sistema: 14 %

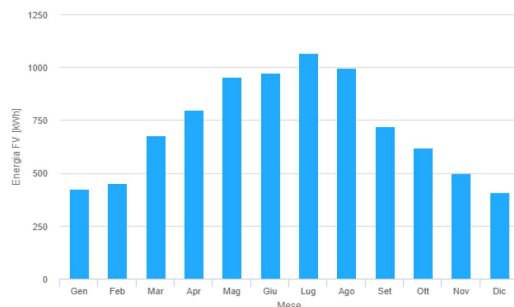
Output del calcolo

Angolo inclinazione: 35 °  
Angolo orientamento: 45 °  
Produzione annuale FV: 8589.46 kWh  
Irraggiamento annuale: 1688.78 kWh/m<sup>2</sup>  
Variazione interannuale: 495.06 kWh  
Variazione di produzione a causa di:  
Angolo d'incidenza: -2.91 %  
Effetti spettrali: 0.87 %  
Temperatura e irradianza bassa: -10.14 %  
Perdite totali: -24.31 %

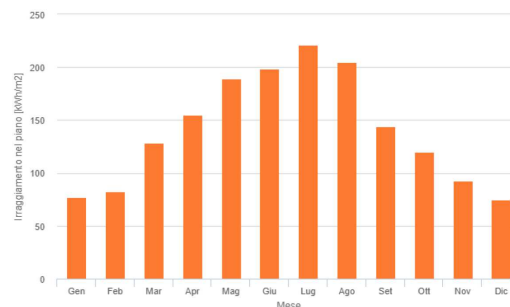
Grafico dell'orizzonte:



Energia prodotta dal sistema FV fisso fisso:



Irraggiamento mensile sul piano fisso:



Energia FV ed irraggiamento mensile

Mese	E_m	H(i)_m	SD_m
Gennaio	424.4	77.3	68.0
Febbraio	450.4	82.7	95.9
Marzo	678.6	128.3	82.5
Aprile	798.9	154.9	63.6
Maggio	952.8	189.1	92.5
Giugno	972.8	198.6	39.9
Luglio	1066.5	221.1	41.3
Agosto	996.2	205.1	76.8
Settembre	721.3	143.9	63.7
Ottobre	619.5	120.2	62.1
Novembre	499.4	93.0	57.5
Dicembre	408.7	74.7	78.5

E\_m: Media mensile del rendimento energetico dal sistema scelto [kWh].

H(i)\_m: Media mensile di irraggiamento al metro quadro sui moduli del sistema scelto [kWh/m²].

SD\_m: Variazione standard del rendimento mensile di anno in anno [kWh].

La Commissione europea gestisce questo sito per offrire al pubblico un più ampio accesso alle informazioni sulle sue iniziative e le politiche dell'Unione europea in generale. L'obiettivo è quello di fornire informazioni esatte e aggiornate. Qualsiasi errore portato alla nostra attenzione sarà prontamente corretto.

La Commissione declina, tuttavia, qualsiasi responsabilità per quanto riguarda le informazioni ottenute consultando questo sito. Tali informazioni:

i) sono esclusivamente di carattere generale e non intendono fare riferimento a circostanze specifiche relative ad alcun individuo o entità;

ii) non sono necessariamente esaurienti, complete, corrette o aggiornate;

iii) sono talvolta legate a siti esterni sui quali i servizi della Commissione non hanno alcun controllo e per i quali la Commissione non si assume alcuna responsabilità;

iv) non costituiscono un parere di tipo professionale o legale (per una consulenza specifica, è sempre necessario rivolgersi ad un professionista qualificato).

Joint  
Research  
Centre

PVGIS ©Unione Europea, 2001-2020.

Reproduction is authorised, provided the source is acknowledged, save where otherwise stated.

Dati mensili di irraggiamento 2020/05/25



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

Calcolo irraggiamento su piano inclinato ed orientato (UNI 10349 - 8477)					
Località:					
Gratteri		Latitudine		38,12	Nord
		IRRAGGIAMENTO			
		MJ/mq/giorno	kWh/mq/giorno	kWh/mq/giorno	
		Piano Orizzontale	Piano Orizzontale	Azimut=	45
				Tilt=	30
GENNAIO	0,2	7,80	2,17	2,95	
FEBBRAIO	0,2	12,10	3,36	4,28	
MARZO	0,2	15,80	4,39	5,00	
APRILE	0,2	19,20	5,33	5,50	
MAGGIO	0,2	22,70	6,31	6,08	
GIUGNO	0,2	24,90	6,92	6,46	
LUGLIO	0,2	24,30	6,75	6,40	
AGOSTO	0,2	21,70	6,03	6,06	
SETTEMBRE	0,2	17,20	4,78	5,23	
OTTOBRE	0,2	13,20	3,67	4,49	
NOVEMBRE	0,2	9,00	2,50	3,37	
DICEMBRE	0,2	7,00	1,94	2,73	
Irrag. Medio giorno		16,24	4,51	4,88	
Irrag. Medio anno		5928,21	1646,72	1780,5	

Rev. 3.1

potenza mod	280
superficie modulo	1,63
n moduli	24
kWh prodotti per anno	8973,5
metri quadri generatore	39,12
potenza di picco gen. kWp	6,72

Tab. 1 – Irraggiamento medio giornaliero del Comune di Gratteri

## 6.2 Ombreggiamento del campo fotovoltaico

A seguito dei sopralluoghi effettuati presso l'edificio che ospiterà l'impianto fotovoltaico, si è accertata l'assenza di fenomeni di ombreggiamento dovuto a strutture circostanti, non essendo presenti in zona fabbricati di altezza rilevante. In considerazione della pressoché totale assenza di ombreggiamento, non si utilizzeranno coefficienti di riduzione ai dati di irraggiamento medio.



### 6.3 Analisi dei carichi

Dal punto di vista tecnico lo studio dei carichi non è strettamente necessario, in quanto l'impianto fotovoltaico da realizzare è del tipo "grid-connected", cioè connesso in rete, pertanto, qualora l'impianto risulti inadeguato per il fabbisogno energetico, la rete elettrica supplirà alla mancanza.

La necessità di operare un'analisi dei carichi nasce dall'esigenza di progettare un impianto fotovoltaico che produca annualmente una quantità di energia non superiore al fabbisogno medio annuo dell'utenza presso cui lo stesso sarà installato.

### 6.4 Posizionamento dei componenti dell'impianto

Prima di procedere con l'individuazione dello schema topologico dell'impianto, si accenna per grandi linee al principio di funzionamento di un impianto fotovoltaico, sottolineando lo schema di principio e alcune utili definizioni, senza comunque entrare nel dettaglio del fenomeno fisico che consente la conversione dell'energia solare in elettrica. Per questa breve descrizione si considera il **modulo** o **pannello fotovoltaico** come unità base di conversione dell'energia solare in energia elettrica. Esso è costituito da "**celle**" tra loro connesse in serie che, colpite dalle radiazioni solari, danno luogo ad una separazione di carica. Ogni modulo è caratterizzato principalmente dalla potenza che può fornire in determinate condizioni standard di irraggiamento e temperatura, dal rendimento e dalla curva caratteristica tensione/corrente. La connessione di più moduli fotovoltaici in serie dà luogo ad una **stringa**, che avrà una potenza tipica pari alla somma delle potenze dei moduli che la costituiscono. L'insieme di stringhe costituisce il **campo fotovoltaico** o **generatore fotovoltaico**. Un impianto di autoproduzione può essere costituito da più campi fotovoltaici tra loro elettricamente indipendenti. Il parallelo tra le stringhe del campo fotovoltaico è realizzato dal **quadro di campo**, il quale è connesso all'**inverter**, dispositivo a cui è demandata la conversione corrente continua-corrente alternata. Infine il **dispositivo di interfaccia**, già incluso in alcuni inverter attualmente in commercio, consente la connessione dell'impianto fotovoltaico alla rete elettrica dell'autoproduttore. L'energia prodotta verrà misurata da un **contatore a disarica**, posto prima della connessione con la rete utente. Esaurita la doverosa introduzione, si esaminano le possibili soluzioni per il posizionamento dei moduli, dei quadri di campo e dell'inverter. Come detto in precedenza, il tetto del Municipio è a falda e l'installazione dei coppi fotovoltaici avverrà con un'inclinazione pari a circa 30°. La parte del tetto utilizzabile presenta un orientamento a EST. Il quadro di campo per la connessione in parallelo delle varie stringhe avrà una posizione baricentrica,



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

al fine di ridurre al massimo la lunghezza dei cavi di connessione stringhe-quadro di campo e quindi le perdite. Per quanto riguarda l'inverter, si ritiene necessario che loro installazione avvenga in luogo al riparo dalle possibili aggressioni degli agenti atmosferici. Pertanto verrà collocato nel sottotetto come indicato nell'**elaborato IE.3**.

## **6.5 Dimensionamento e caratteristiche elettriche dei vari elementi di impianto**

### **- Generatore fotovoltaico:**

Potenza di picco: 6,72 kW

Numero di moduli fotovoltaiche colorati: 24

Superficie del piano copertura destinata ad ospitare il campo: circa 100 m<sup>2</sup>

### **- Moduli fotovoltaiche colorati:**

- *Tipo di celle: mono/mono cells 156,75x156,75 mm*
- *N°celle modulo rettangolare: 60*
- *Front: Vetro float extra, colorato 3,2 mm*
- *Back: Backsheet*
- *Incapsulante: EVA*
- *Cornice: Alluminio verniciato a polveri nel colore del vetro*
- *Junction box: BoxTS4-D IP67*
- *Diodi: 3 Diodi di Bypass*
- *Connettori MC4 originali*
- *Cavi: lunghezza 1000 mm sezione 4 mmq*
- *Certificazioni: Certificato IEC61215 Ed.2.0 -EN 61730-1 -EN61730-2*
- *Garanzia per difetti di fabbricazione: 12 anni*
- *Garanzia decadimento: Decadimento lineare  $\leq 80\%$  in 25 anni*
- *Peso modulo 60 celle: 18.5 kg*
- *Carico neve: 5400 Pa*
- *Carico Max. testato: 6000 Pa*
- *Carico vento: 130 Km/h*
- *Resistenza alla grandine: Classe G4; Ø 40 mm; 29.2 gr; 99Km/h*
- *Dimensioni: 1640 x 992 x 35 mm*



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

- **Potenza nominale: 280 Wp**
- **Tolleranza: +/- 3% Wp**
- **Tensione di maxpotenza (Vmp): 34,30 V**
- **Corrente di max potenza (Imp): 8,16 A**
- **Tensione a vuoto (Voc): 40,81V**
- **Corrente di corto circuito (Isc) 8,71 A**
- **Tensione di sistema: 1000 V**
- **Capacità massima del fusibile: 15 A**
- **NOCT: 45°C**
- **Coefficiente temperatura potenza (Pmax): -0,42 %/°C**
- **Coefficiente temperatura tensione (Voc): -0,29 %/°C**
- **Coefficiente temperatura corrente (Isc): -0,049 %/°C**
- **Temperatura di funzionamento: -40°C/+85°C**

### SAM 60/6 SUNCOL



TERRACOTTA SIMIL RAL 8015

ANTRACITE SIMIL RAL 7021

ANTRACITE SIMIL RAL 7021

MARRONE SIMIL RAL 8016

BROWN SIMIL RAL 8016

VERDE SIMIL RAL 6007

GREEN SIMIL RAL 6007

Modulo colorato Glass/Foil, speciale per integrazione in tutte le situazioni ove si richiede minimo impatto ambientale dell'impianto fotovoltaico (Centri Storici, Zone soggette a parere delle Belle Arti, Aree di Pregio in genere, ecc). Processo di colorazione SUNCOL by **SUNAGEE**. Colored Glass / Foil module, special for integration in all situations where minimum environmental impact of the photovoltaic system is required (Historical Centers, Areas subject to the opinion of the Fine Arts, Areas of Pregio in general, etc.). Coloring process SUNCOL by **SUNAGEE**.

Caratteristiche tecniche / Technical features			Certificazioni / Certificate		
Tipo di celle	Type of cells	celle mono/mono cells 156,75x156,75 mm	Certificato IEC61215 Ed.2.0 –EN 61730-1 – EN61730-2		
N° celle modulo rettangolare	No. cells of rectangular module	60	Garanzie / Warranty		
Front	Front	Vetro float extra, colorato / Extra float glass, colored 3,2 mm	Difetti di fabbrica	Factory defects	12 anni / years
Back	Back	Backsheet	Rendimento	Performance	Decadimento lineare ≤ 80% in 25 anni / Linear decay ≤ 80% in 25 years
Incapsulante	Encapsulant	EVA	Caratteristiche fisiche / Physical characteristics		
Cornice	Frame	Alluminio verniciato a polveri nel colore del vetro / Powder coated aluminum in glass color	Peso modulo 60 celle (kg)	Module weight 60 cells (kg)	18.5
Junction box	Junction Box	TS4-D IP67 – su richiesta con ottimizzatori TIGO TS4-S/O oppure Solaredge P400I / TS4-D IP67 availables on demand the embeded optimizers Tigo TS4- S/O or Solaredge P400I	Carico neve (Pa)	Snow load (Pa)	5400
Diodi	Diodes	3 Diodi di Bypass / 3 Bypass diodes	Carico Max. testato (Pa)	Load max. tested (Pa)	6000
Connettori	Connectors	MC4 originali / original	Carico vento (Km/h)	Wind load (Km/h)	130
Cavi	Cables	1000 mm L - 4.0mm2 sezione/section	Resistenza alla grandine	Anti-hail module	Classe G4; Ø 40 mm; 29.2 gr; 99K/m/h
Si precisa che i dati tecnici, le informazioni e le raffigurazioni riportate nel presente documento mantengono un valore puramente indicativo. Sunage si riserva in qualsiasi momento e senza preavviso di modificare i dati, i disegni e le informazioni riportate nel presente documento. Please note that the technical data, information and images contained herein shall be for reference only. Sunage reserves at any time and without notice to modify the data, drawings and the information contained herein.			Dimensioni	Dimensions	1640 x 992 x 35 mm

Per una corretta e sicura installazione consultare il manuale "sicurezza e installazione" Sunage

\*\*Le specifiche elettriche sono misurate in condizioni Standard STC (1000 W/mq, 1.5 Air Mass Spectrum, temperature delle celle 25°C); il modulo di riferimento utilizzato per tarare il nostro Sun Simulator è stato calibrato dall'Università SUPSI di Lugano e la taratura è controllata giornalmente. La precisione delle misure dichiarate è funzione della tolleranza di calibrazione del modulo di riferimento e della tolleranza del nostro Sun Simulator.

In order to correctly and safely install the modules please refer to Sunage Installation Manual.

\*\* The electrical specifications are measured under STC conditions (1000 W/mq, 1.5 Air Mass Spectrum, cells temperature 25°C); the reference module used to set our Sun Simulator has been calibrated by SUPSI University. The accuracy of the given figures is a function of the calibration tolerance of the reference module and of the guaranteed performances of our Sun Simulator.

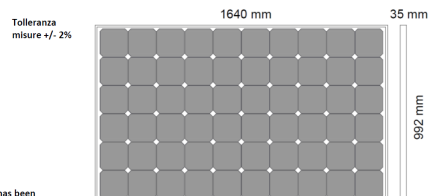


Fig.5 – Scheda tecnica modulo fotovoltaico colorato

### - Inverter:

L'inverter che sarà installato avrà le seguenti caratteristiche: Range di tensione FV, MPPT (Umpp): 320 – 800V. Ripple di tensione CC (Upp): < 10%. Dispositivo di separazione CC: sezionatore o dispositivo elettronico Electronic Solar Switch. Varistori controllati termicamente. Monitoraggio





della dispersione di terra. Protezione contro l'inversione di polarità: diodo di cortocircuito. tensione nominale CA ( $U_{ca}$ , nom): 230V/ 400V - 160V/280V. Frequenza nominale CA ( $f_{ca}$ , nom): 50Hz. Resistenza ai cortocircuiti, regolazione corrente. Collegamento alla rete: morsetto CA. Grado di rendimento: 95% - 99%. Grado di protezione: IP65. Display integrato. Garanzia sul prodotto 5 anni. Conforme alla CEI 0 - 21 ed alle prescrizioni del gestore di rete. Potenze con tolleranze di  $\pm 1000$  Wp. 7000 Wp

### **- Struttura dell'impianto**

L'impianto sarà costituito da 24 moduli coppi fotovoltaici colorati da 280 Wp installati a mezzo di sistema di fissaggio per moduli fotovoltaici su superfici inclinate, completo di puntello triangolare regolabile a 30°, 35°, 40°, profilo trasversale, angolare di giunzione, morsetto medio, morsetto terminale, calotta terminale, viti e bulloneria, collegati in serie per formare 4 stringhe di 6 elementi ciascuna.

I quadri di campo presenterà un diodo di blocco per ogni stringa, al fine di evitare che i moduli possano essere interessati dalla circolazione di una corrente inversa proveniente dalle altre stringhe. All'interno del quadro di campo sono anche presenti per ciascuna stringa interruttori bipolari per il sezionamento di ciascuna stringa e scaricatori di classe I a varistori, connessi tra fase e terra e tra neutro e terra tramite conduttore di colore giallo-verde di sezione 16 mm<sup>2</sup>.

La carpenteria del quadro di campo deve essere costituita da materiale non deperibile e stabile all'azione dei raggi UV, ad esempio poliestere rinforzato con fibre di vetro o metallo rivestito in poliestere. Il dimensionamento deve essere compatibile con la potenza dissipata dai diodi in essi contenuti nelle condizioni climatiche più gravose.

Il grado di protezione deve essere tale da impedire o ridurre al minimo il rischio di condensa di umidità nelle ore notturne, con conseguente possibile danneggiamento dei componenti elettronici.

Tutte le connessioni verranno realizzate con connettori multicontact ad innesto rapido, per limitare i tempi di installazione e in modo da ridurre i costi della manodopera.

I cavi per le connessioni dovranno essere del tipo FG21M21 PV 20. I cavi di connessione tra stringhe e quadro di campo si sceglieranno di sezione 2,5 mm<sup>2</sup>, i cavi di connessione tra quadro di campo ed inverter di sezione 4 mm<sup>2</sup>.

Dimensionate le linee si scelgono le sezioni delle canalizzazioni, verificando un fattore di riempimento delle stesse inferiore al 60%, secondo quanto previsto dalla normativa vigente.



Per tutte le connessioni si prevedono canalizzazioni con canale rigido in PVC a vista, con diametro 25 mm, serie pesante, posate a pavimento e con guaina spiralata con diametro 40 mm per i tratti con superamento di dislivelli (muretti).

La scelta dei percorsi delle canalizzazioni è indicata nelle planimetrie allegate ed è stata studiata in modo da ridurre al minimo l'impatto visivo.

Prima dell'interfaccia inverter-rete, si collocherà un contatore di energia per valutare la produzione di energia dell'impianto fotovoltaico.

L'interfacciamento dell'impianto fotovoltaico con la rete utente deve essere effettuato secondo lo schema che si riporta nell'**elaborato IE.5**.

Nell'impianto progettato non è previsto il funzionamento stand-alone, pertanto non vi sarà una parte di rete utente che funzionerà in isola e non sarà presente alcun sistema di accumulo.

Per questo motivo ci sarà una coincidenza tra dispositivo di generatore e dispositivo di interfaccia.

In alternativa si possono utilizzare dispositivi di protezione costituiti da relè di tensione e frequenza.

L'uscita del quadro di interfaccia farà capo ad un interruttore generale di campo fotovoltaico posto all'interno del quadro generale di fabbricato.

Questo sarà connesso a un sistema di sbarre a cui farà capo la linea in arrivo dal contatore dell'Ente Distributore dell'energia, a monte dell'interruttore generale di quadro.

L'utilizzo di questa configurazione consente, qualora necessario, la disalimentazione completa delle utenze sia dalla rete di distribuzione che dall'impianto di autoproduzione.

Per proteggere l'impianto da sovratensioni provenienti dalla rete dell'ente distributore a seguito di fulminazione indiretta, si prevedono di installare scaricatori nella linea elettrica in arrivo al quadro generale di fabbricato. Gli scaricatori installati devono essere in grado di interrompere correnti susseguenti la fulminazione.

Inoltre, l'impianto fotovoltaico sarà installato in modo da evitare la propagazione di un incendio dal generatore fotovoltaico al fabbricato nel quale è incorporato in accordo a quanto previsto nella Nota DCPREV prot n. 1324 del 7 febbraio 2012 Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione Anno 2012 e nella Nota prot. n. 6334 del 4 maggio 2012 Chiarimenti alla nota prot. DCPREV 1324 del 7 febbraio 2012 "Guida per l'installazione degli impianti fotovoltaici - Edizione 2012".

Ciò avverrà tramite l'utilizzo di ottimizzatori solari installati come riportati nella successiva **Fig. 6**.

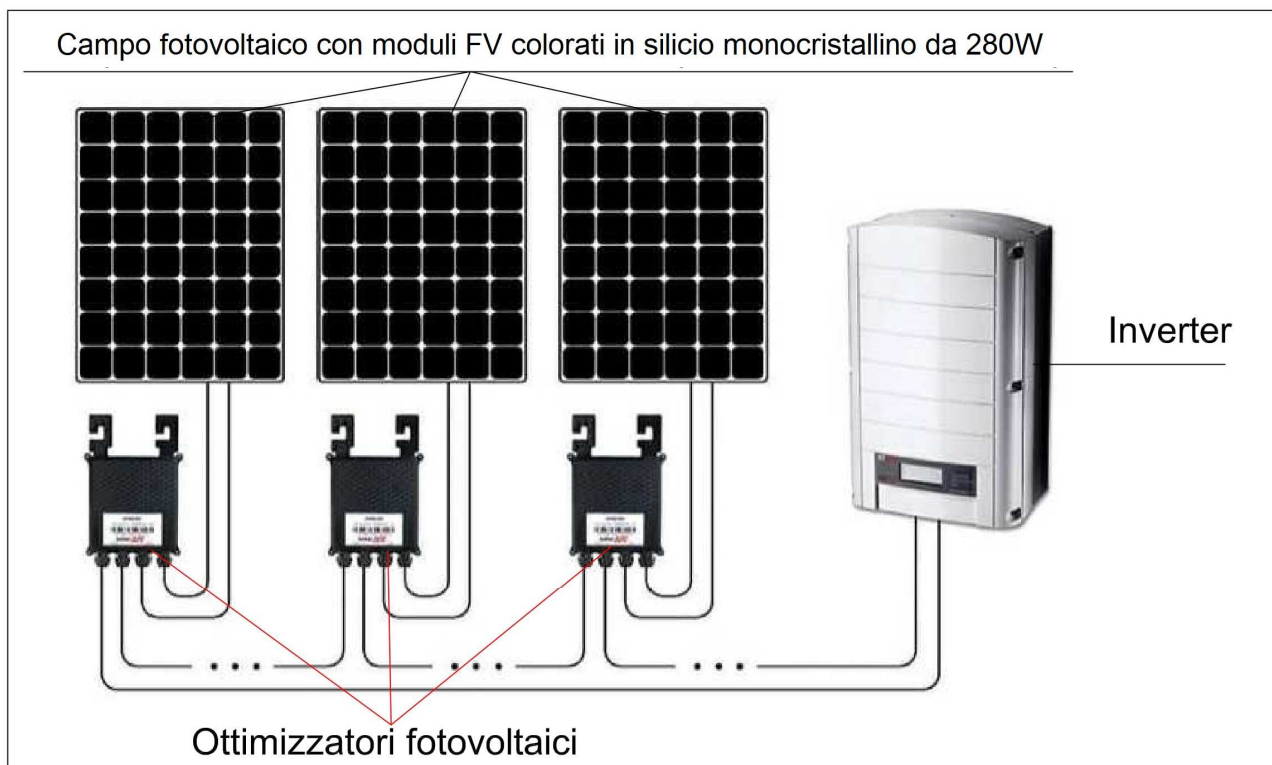


Fig. 6 – Particolare collegamento ottimizzatori solari

## 6.6 Provvedimenti di sicurezza

La protezione contro i **contatti diretti** è realizzata:

- con l'adozione di conduttori isolati;
- con la segregazione delle parti attive entro involucri con grado di protezione non inferiore a IP3X e non apribili se non ha mezzo di chiave o attrezzo con tutti i vincoli imposti dalle Norme;

Le modalità di protezione contro i **contatti indiretti** sono legate alla configurazione scelta per il sistema elettrico. Di seguito si descrivono le varie configurazioni possibili e le relative protezioni contro i contatti indiretti.

La Norma CEI 11-20 "Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria", prevede, per impianti monofasi, la separazione galvanica tra la parte in c.c. dell'impianto e la rete pubblica in c.a. o in alternativa da una protezione di tipo elettromeccanico sensibile alla corrente continua.

Per l'impianto in esame si privilegia la separazione galvanica, in quanto spesso già integrata negli inverter attualmente in commercio ed in particolare nel convertitore le cui caratteristiche sono state



sopra esposte.

La presenza del trasformatore di isolamento rende la sezione in continua dell'impianto fotovoltaico elettricamente indipendente dalla rete elettrica, pertanto in conformità alla norma CEI 64-8, essa può essere esercita in maniera indipendente.

In questo caso la protezione contro i contatti indiretti, in accordo alla norma CEI 64-8, può essere realizzata:

- a) mediante protezione attiva per interruzione automatica dell'alimentazione;
- b) mediante protezione passiva con componenti elettrici di classe II o con isolamento equivalente (isolamento doppio o rinforzato);
- c) mediante protezione passiva per bassissima tensione di sicurezza (protezione SELV/PELV).

Quest'ultima filosofia di protezione è ovviamente da escludere, in considerazione delle scelte progettuali effettuate in precedenza.

Nel caso a) la caratteristica peculiare dei generatori fotovoltaici di non essere capaci di generare correnti di guasto elevate (corrente di corto circuito di poco superiore alla nominale), rende più complessa la rilevazione e la diagnosi di eventuali guasti in presenza di sistemi di tipo TT o TN, per essi infatti il criterio di protezione si basa sul concetto di rendere più elevate possibili le correnti di guasto al fine di determinare l'intervento tempestivo dei dispositivi di protezione.

Qualora si volesse adottare il criterio di protezione per interruzione automatica dell'alimentazione, la possibile alternativa è quella di ricorrere ad un sistema IT per il quale la Norma CEI 64-8 prescrive il controllo continuo dell'isolamento del sistema in corrente continua tramite un apposito dispositivo in grado di segnalare con un allarme acustico e/o visivo, senza interruzione del servizio, il verificarsi di un primo guasto a terra in modo da consentire una rapida ricerca ed eliminazione del guasto.

Ciò consente di evitare effetti termici dannosi per i moduli, conseguenti all'evoluzione temporale del guasto dalla condizione di alta resistenza a bassa resistenza con successiva formazione di archi voltaici fissi, e, nel contempo, permette di garantire la continuità del servizio.

Ad ogni modo comunque deve essere soddisfatta la condizione secondo la quale la corrente di primo guasto a terra circolando nel dispersore di terra a cui sono collegate le masse della parte del sistema in corrente continua, non dia luogo a tensioni superiori alla tensione massima ammissibile (50V).



Nella condizione di un secondo guasto, nel sistema IT dell'impianto fotovoltaico, ci si trova in una configurazione assimilabile ad un sistema TT o TN.

In tal caso, vista la difficoltà di adottare un sistema di protezione attiva a causa dei bassi valori delle correnti di guasto, in accordo a quanto prescritto dalla norma, deve essere realizzato un collegamento equipotenziale supplementare, comprendente tutti gli elementi conduttori simultaneamente accessibili ivi compreso le masse estranee, al fine di consentire l'intervento dei dispositivi di protezione nei tempi prescritti ( $<5s$ ).

Qualora l'entità delle correnti di guasto non sia sufficiente a garantire l'intervento delle protezioni nei tempi richiesti, è necessario, in alternativa, adottare una protezione di tipo differenziale per ciascuna stringa, con possibili conseguenze di carattere funzionale (intervento intempestivo dei dispositivi per sovratensioni transitorie e/o esterne) ed economiche (tanti interruttori quante sono le stringhe).

Tuttavia l'interruzione automatica del circuito non è assicurata in ogni possibile condizione di guasto e si ritiene, quindi, opportuno adottare uno schema di protezione equivalente, in grado di assicurare lo stesso livello di sicurezza, interrompendo cautelativamente l'alimentazione (il circuito) con l'asservimento dell'intervento della protezione al verificarsi del primo guasto a terra rilevato dal misuratore continuo dell'isolamento.

In tal caso è ragionevole, a discapito della continuità del servizio ed a favore di una maggiore sicurezza, interrompere il circuito al primo guasto a terra con contemporanea segnalazione (allarme acustico o ottico) per consentire l'eliminazione del guasto ed il normale ripristino del servizio.

Questa soluzione, assieme all'adozione di un trasformatore d'isolamento (conforme alle prescrizioni della norma CEI 96-2) tra le sezioni in continua ed in alternata, consente di pervenire ad un grado di sicurezza accettabile ed equivalente agli altri schemi di protezione convenzionali adottati.

Adottando, però, questa filosofia di protezione per l'impianto in esame, risulta evidente la difficoltà ad individuare addetti per il monitoraggio dell'impianto e per la segnalazione di eventuali guasti ed interventi dei dispositivi di protezione attiva, non essendo ipotizzabile che all'interno della struttura esista personale addestrato ad attività di questo genere.

Una possibile soluzione è l'utilizzo di personale esterno con l'incarico di effettuare controlli frequenti presso l'impianto, ma ciò è economicamente inaccettabile.

Per quanto detto non si ritiene idonea la protezione attiva per interruzione automatica



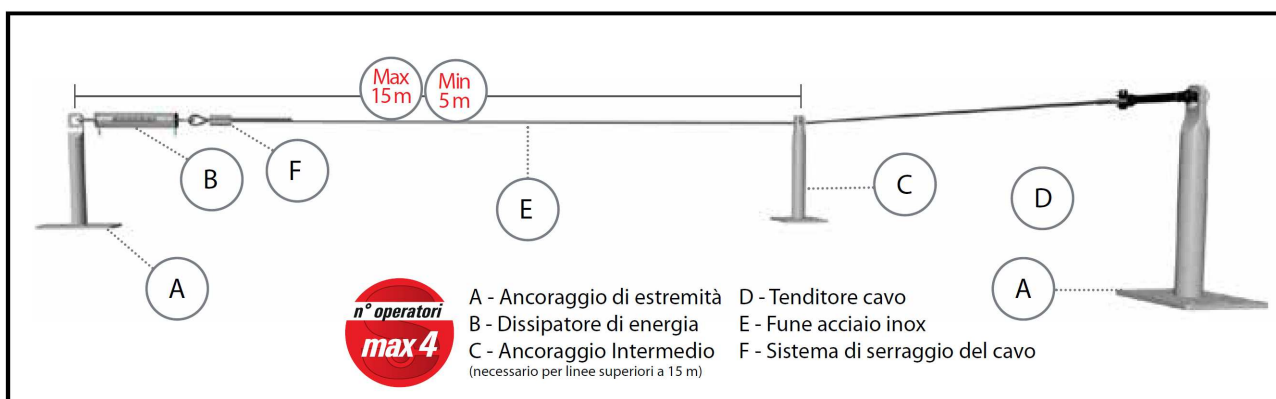
dell'alimentazione.

La protezione contro i contatti indiretti, in alternativa a quella attiva, viene effettuata senza interruzione automatica del circuito (protezione passiva) mediante l'installazione di apparecchiature e componenti in classe II, ovvero con isolamento doppio o rinforzato e con massa non collegabile a terra. Il principio base di sicurezza per questi sistemi è quello di rendere poco probabile il verificarsi di una condizione di guasto. Per migliorare le condizioni di sicurezza si prevede, inoltre, di rendere equipotenziali tutte le strutture metalliche presenti nel campo fotovoltaico.

Dato l'intervento da realizzarsi in copertura, si è previsto l'installazione di dispositivi anticaduta (linee vita) per la messa in sicurezza di una copertura mediante ancoraggi strutturali, che consentano l'accesso, il transito e l'esecuzione dei lavori di manutenzione in copertura, in condizioni di sicurezza per gli operatori. In Fig. 7 si riporta una panoramica degli elementi costituenti il sistema anticaduta.

L'intervento prevede l'installazione di linee di ancoraggio di tipo C e di ancoraggi strutturali di tipo A, progettati nel rispetto della norma UNI 11578:2015. I dispositivi dovranno essere certificati da ente terzo autorizzato dal Ministero delle Infrastrutture.

Tutti i componenti previsti per lo specifico intervento, dovranno essere dimensionati e verificati, e dovrà essere fornita al committente specifica relazione di calcolo redatta dal tecnico abilitato.



**Fig. 7 – Elementi costituenti il sistema anticaduta previsto**

Gli ancoraggi terminali ed intermedi della linea flessibile tipo C (Fig. 8) dovranno essere in acciaio zincato con zincatura tale da aver superato il test in nebbia salina neutra secondo UNI EN ISO 9227





che prevede 2 cicli di 24+1 ore. Tali ancoraggi dovranno essere di tipo rigido e indeformabile. Ogni ancoraggio sarà costituito da un unico elemento solido (piastrapalo-testa).



**Fig. 8 – Ancoraggio flessibile tipo C**

Ogni linea orizzontale flessibile di tipo C, costituita da 1 o più campate con luce fino a 15 metri, sarà utilizzabile sino a 4 operatori contemporaneamente agganciati, dovrà essere dotata di dissipatore di energia e di tenditore, entrambi in acciaio inox, posizionati alle estremità opposte della linea, tra i quali va tesa la fune. Tale fune dovrà essere in acciaio inox AISI 316 Ø8mm da 7x19 fili (133 fili), fornita dal produttore già intestata su un capo. L'intestatura dell'altro capo avverrà mediante kit serracavo composto da redance + sistema di bloccaggio S-Block, in lega d'alluminio anodizzato, da posizionare e serrare secondo le prescrizioni del produttore.

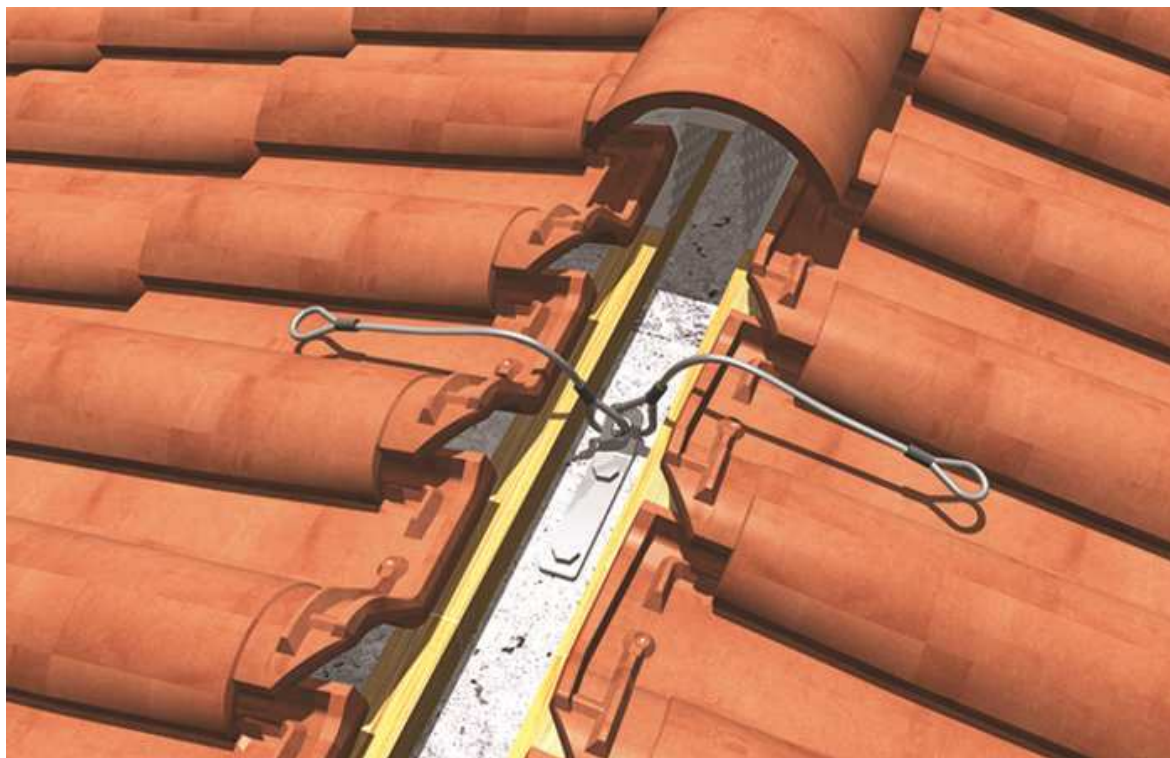
Gli elementi di ancoraggio di tipo A (Fig. 9) dovranno essere certificati per l'utilizzo di 2 operatori in contemporanea.





Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio



**Fig. 9 – Ancoraggio tipo A**

L'intervento prevede la fornitura e posa di targhette/cartelli per la regolamentazione dell'accesso alla copertura. A completare l'intervento di fornitura e posa, dovrà essere fornito al committente, oltre alla sopraccitata specifica relazione di calcolo, un manuale di installazione uso e manutenzione, regolarmente compilato, timbrato e firmato dall'installatore con indicati data, tipologia e lotto di produzione degli elementi installati. Su tale manuale verranno anche registrati i successivi interventi di manutenzione in copertura.

Si evidenzia il fatto che il dimensionamento puntuale del sistema anticaduta verrà eseguito a seguito di indagine strutturale approfondita sulla struttura di ancoraggio.

## **7 - Impianto di climatizzazione**

### **7.1 - Premesse**

Le attività che si svolgono all'interno dell'edificio in esame e la necessità di garantire agli addetti buone condizioni di comfort hanno reso necessaria la progettazione di un impianto centralizzato di condizionamento. Nella scelta del tipo di impianto si sono attentamente individuati i requisiti delle aree servite e i vincoli normativi vigenti.



I sistemi di condizionamento, a differenza della maggior parte delle dotazioni impiantistiche di un edificio, sono largamente influenzati dalle caratteristiche morfologiche e dall'ubicazione dello stesso. Inoltre, nella scelta del tipo di impianto si devono tenere in considerazione gli oneri gestionali per consentire di raggiungere un'ottimizzazione tecnica-economica e il finanziamento disponibile per realizzare le opere.

Si è scelto di utilizzare un impianto idronico con pompa di calore aria/acqua a ventilconvettori (fan-coils) in sostituzione dell'esistente centrale termica e terminali a radiatori e dei sistemi split esistenti nel municipio in quanto in tal modo si riesce a garantire un livello di comfort termico nettamente superiore alla sola climatizzazione invernale e si utilizzano al meglio le fonti rinnovabili previste riducendo i consumi energetici.

Le diverse esposizioni e caratteristiche architettoniche (aperture su locali interni climatizzati o no, superfici vetrate, ecc.) dei locali determinano nella struttura la nascita di diversi microclimi e quindi la necessità di avere condizioni di temperatura e di umidità relativa dell'aria differenti. Tale regolazione è raffinata dall'utente localmente sia in dipendenza delle caratteristiche del microclima, sia in dipendenza delle proprie particolari necessità.

## **7.2 - Criteri di progettazione**

Il criterio generale della progettazione dell'impianto di condizionamento dell'edificio in esame, una volta individuate le destinazioni dei singoli locali ed il tipo di impianto da utilizzare, prevede la seguente articolazione:

- Valutazione del carico termico globale;
- Dimensionamento impianto fan-coils;
- Scelta dell'ubicazione e dimensionamento centrale di produzione dell'acqua calda;
- Progettazione e scelta dei componenti di regolazione e controllo dell'impianto termico.

## **7.3 - Calcolo termici**

L'impianto di condizionamento, per potere garantire in ogni ambiente le condizioni di benessere previste dalle Norme tecniche, è stato realizzato con fan-coils in modo da tenere sotto controllo sia la temperatura che l'umidità relativa. Per il dimensionamento degli elementi dell'impianto si è fatto riferimento a quanto riportato nella diagnosi energetica redatta nel settembre 2018 dall'ing. Aronica in cui sono riportati i dati di progetto ed i calcoli relativi.



#### 7.4 - Impianto fan coils

Per tutti i locali sono stati scelti fan-coils aventi le seguenti caratteristiche:

- Ventilconvettore dotato di batteria 3 ranghi a basse perdite di carico, ventilatore centrifugo a 3 velocità, filtro di classe G2 e mantello metallico (RAL9003) con verniciatura poliestere anticorrosione per installazione sia verticale che orizzontale, tipo Aermec FCZ300AS o similare. Installazione verticale per impianti 2 tubi e senza comando a bordo.  $P_f = 2,17 \text{ kW}$ ;  $P_t = 2,21 \text{ kW}$  alla velocità media in condizioni standard. Mantello RAL9003, Testata RAL 7047, Ventilatore centrifugo a tre velocità. Motori elettrici con condensatori permanentemente inseriti. Mobile metallico di protezione con verniciatura poliestere anticorrosione. Griglia di distribuzione aria regolabile per versione U. Con la chiusura della griglia, il ventilconvettore si spegne automaticamente. Bassa perdita di carico nelle batterie di scambio termico. Facilità di installazione e manutenzione. Filtro aria classe G2 per tutte le versioni di facile estrazione e pulizia. Coclee estraibili ed ispezionabili per una facile ed efficace pulizia. Completo di Termostato per sistema VMF da fissare sulla fiancata del ventilconvettore ON-OFF, dotato di sonda aria e di sonda acqua. Equipaggiato di contatto esterno da utilizzare come ON-OFF remoto in bassa tensione. Tale termostato, tramite comunicazione, seriale in 2 fili consente la realizzazione di una sola zona di ventilconvettori (1 master + massimo 5 slave). Il termostato è protetto da fusibile. Dispone di: Contatto economy/sensore presenza; Sonda acqua ausiliaria per controllo di massima in impianti a 4 tubi (con accessorio VMF-SW1); Seriale RS485, protocollo ModBus RTU, per controllo centralizzato; possibilità di inserimento di schede di espansione per sviluppi futuri. L'accessorio VMF-E19 va utilizzato nei master in presenza di più zone, o per comunicazione con il refrigeratore/pompa di calore, e negli slave;
- Ventilconvettore dotato di batteria 3 ranghi a basse perdite di carico, ventilatore centrifugo a 3 velocità, filtro di classe G2 e mantello metallico (RAL9003) con verniciatura poliestere anticorrosione per installazione sia verticale che orizzontale, tipo Aermec FCZ300AS o similare. Installazione verticale per impianti 2 tubi e senza comando a bordo.  $P_f = 2,46 \text{ kW}$ ;  $P_t = 2,44 \text{ kW}$  alla velocità media in condizioni standard. Mantello RAL9003, Testata RAL 7047, Ventilatore centrifugo a tre velocità. Motori elettrici con condensatori permanentemente inseriti. Mobile metallico di protezione con verniciatura poliestere anticorrosione. Griglia di distribuzione aria regolabile per versione U. Con la chiusura della griglia, il ventilconvettore si spegne automaticamente. Bassa perdita di carico nelle batterie di scambio termico. Facilità di



installazione e manutenzione. Filtro aria classe G2 per tutte le versioni di facile estrazione e pulizia. Coclee estraibili ed ispezionabili per una facile ed efficace pulizia. Completo di Termostato per sistema VMF da fissare sulla fiancata del ventilconvettore ON-OFF, dotato di sonda aria e di sonda acqua. Equipaggiato di contatto esterno da utilizzare come ON-OFF remoto in bassa tensione. Tale termostato, tramite comunicazione, seriale in 2 fili consente la realizzazione di una sola zona di ventilconvettori (1 master + massimo 5 slave). Il termostato è protetto da fusibile. Dispone di: Contatto economy/sensore presenza; Sonda acqua ausiliaria per controllo di massima in impianti a 4 tubi (con accessorio VMF-SW1); Seriale RS485, protocollo ModBus RTU, per controllo centralizzato; possibilità di inserimento di schede di espansione per sviluppi futuri. L'accessorio VMF-E19 va utilizzato nei master in presenza di più zone, o per comunicazione con il refrigeratore/pompa di calore, e negli slave;

- Ventilconvettore dotato di batteria 3 ranghi a basse perdite di carico, ventilatore centrifugo a 3 velocità, filtro di classe G2 e mantello metallico (RAL9003) con verniciatura poliestere anticorrosione per installazione sia verticale che orizzontale, tipo Aermec FCZ300AS o similare. Installazione verticale per impianti 2 tubi e senza comando a bordo.  $P_f = 3,69 \text{ kW}$ ;  $P_t = 3,63 \text{ kW}$  alla velocità media in condizioni standard. Mantello RAL9003, Testata RAL 7047, Ventilatore centrifugo a tre velocità. Motori elettrici con condensatori permanentemente inseriti. Mobile metallico di protezione con verniciatura poliestere anticorrosione. Griglia di distribuzione aria regolabile per versione U. Con la chiusura della griglia, il ventilconvettore si spegne automaticamente. Bassa perdita di carico nelle batterie di scambio termico. Facilità di installazione e manutenzione. Filtro aria classe G2 per tutte le versioni di facile estrazione e pulizia. Coclee estraibili ed ispezionabili per una facile ed efficace pulizia. Completo di Termostato per sistema VMF da fissare sulla fiancata del ventilconvettore ON-OFF, dotato di sonda aria e di sonda acqua. Equipaggiato di contatto esterno da utilizzare come ON-OFF remoto in bassa tensione. Tale termostato, tramite comunicazione, seriale in 2 fili consente la realizzazione di una sola zona di ventilconvettori (1 master + massimo 5 slave). Il termostato è protetto da fusibile. Dispone di: Contatto economy/sensore presenza; Sonda acqua ausiliaria per controllo di massima in impianti a 4 tubi (con accessorio VMF-SW1); Seriale RS485, protocollo ModBus RTU, per controllo centralizzato; possibilità di inserimento di schede di espansione per sviluppi futuri. L'accessorio VMF-E19 va utilizzato nei master in presenza di più zone, o per comunicazione con il refrigeratore/pompa di calore, e negli slave.



Sulla base dei calcoli per singolo locale delle dispersioni di calore sono stati scelti i fan-coils. Per ogni zona è stato previsto un termostato che si interfaccia con regolatore master che a sua volta gestisce i regolatori slave di ciascun fan coil dell'ambiente. Il regolatore slave agisce sulla velocità della ventola e sulla valvola a tre vie che regola la portata di acqua. Lo scarico di condensa è previsto con tubazione in PVC che collega i singoli fan-coils agli scarichi esistenti o ai pluviali più vicini.

Il dimensionamento delle tubazioni (riportati nell'**elaborato 2.1**) è stato sviluppato a partire dalla portata, avendo supposto un salto termico di 10°, e della massima velocità consentita in dipendenza della tipologia di tubazione utilizzata (acciaio o multistrato), vedi **Tab. 2** e se distribuzione principale o secondaria imponendo alle perdite di carico distribuite i seguenti limiti inferiore e superiore: 20÷30 mm c.a./m.

Velocità consigliate (m/s)			
	Tubazioni principali	Tubazioni secondarie	Terminali d'impianto (ventilconvettori etc...)
Tubi in acciaio	1,2÷2,5	0,5÷1,5	0,2÷0,7
Tubi in PEX (polietilene reticolato)	1,2÷2,5	0,5÷1,5	0,2÷0,7
Tubi in rame	0,7÷1,2	0,5÷0,9	0,2÷0,5

**Tab.2 – Velocità nelle tubazioni**

Le dorsali principali per i collegamenti dei collettori sono state realizzate con tubo in acciaio nero serie Mannesmann UNI EN 10255 come indicato nelle planimetrie e.

L'isolamento termico sarà realizzato in poliuretano espanso con spessori e caratteristiche conformi alle prescrizioni riportate nell'Allegato B del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412.

Per garantire alle varie diramazioni della rete di distribuzione le portate definite in sede di progetto, si prevede l'adozione di organi di taratura, quali valvole di bilanciamento, da installare in centrale. Esse, oltre a regolare con estrema precisione, consentono, mediante l'uso di manometro differenziale, il rilievo delle effettive quantità di fluido circolante; in questo modo esse svolgono una vera e propria funzione di diagnosi della distribuzione. A partire dai collettori complanari sino al singolo ventilconvettore sono state previste tubazioni in multistrato da 26x3 mm. I tubi in acciaio e quelli in multistrato saranno installati a vista nel controsoffitto così come i collettori. Nei collettori sono stati previste valvole di taratura per consentire il bilanciamento dei circuiti di distribuzione.

Negli **elaborati IT.1, IT.2 e IT.3** è riportata l'ubicazione dei componenti dell'impianto termico.



### 7.5 - Acqua calda sanitaria (ACS)

Per la produzione dell'acqua calda sanitaria (ACS) si è previsto, in sostituzioni scaldacqua elettrici, un sistema a bollitore alimentato dalla da pompa di calore integrata nell'accumulo con la predisposizione per l'integrazione dal solare termico costituito da un bollitore da 273 litri con pompa di calore dedicata all'ACS integrata al bollitore stesso.

Per ottimizzare il funzionamento del sistema di produzione, si è prevista una centrale di gestione e controllo interfacciata anche con il sistema BMS.

### 7.6 – Pompa di calore

La potenza necessaria per il dimensionamento della pompa di calore, risulta determinata dalla somma delle potenze richieste dal circuito fan-coil tenuto conto sia di un fattore di contemporaneità che di sicurezza. Applicando un fattore di contemporaneità del 80% si ha una potenza termica totale di circa 38 kW. La distribuzione principale a partire dalla sottocentrale termica, ubicata all'interno del locale tecnico al piano terra, sarà effettuata con tubo in acciaio nero serie Mannesmann UNI EN 10255 come indicato nelle planimetrie.

L'isolamento termico sarà realizzato in poliuretano espanso con spessori e caratteristiche conformi alle prescrizioni riportate nell'Allegato B del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412. Per le coibentazioni esterne il rivestimento finale sarà con lamierino da 6/10 mm.

Si prevede di utilizzare:

- Pompa di calore **reversibile da interno**, adatta a rispondere alle richieste di riscaldamento, raffreddamento e alla produzione dell'acqua calda sanitaria. Dotata di compressori scroll, ventilatori plug-fan inverter, batterie esterne in rame con alette in alluminio, scambiatore lato impianto a piastre. Il basamento, la struttura e la pannellatura sono in acciaio trattato con vernice poliester anticorrosione.

L'unità può essere installata in impianti con qualsiasi terminale idronico, completa di accumulo e pompa standard.

Limiti operativi

Lavoro a pieno carico fino a -15°C di temperatura aria esterna nella stagione invernale, fino a 42°C nella stagione estiva. Produzione di acqua calda fino a 60°C (per maggiori dettagli fare riferimento alla documentazione tecnica)





Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

- 1 circuito frigorifero
- Compressori scroll ad elevata resa e basso assorbimento elettrico
- Scambiatori di calore ottimizzati per sfruttare le eccellenti caratteristiche di scambio termico dell'R410A
- Flussotato e filtro acqua di serie.
- Possibilità del kit idronico integrato, che racchiude in se i principali componenti idraulici, è disponibile in diverse configurazioni con solo pompa o anche con accumulo inerziale.
- Ventilatori radiali plug-fan con ventilatore EC Inverter
- Mandata dell'aria in orizzontale o in verticale modificabile in fase d'installazione per tutte le taglie.
- convogliatore direzionabile per espulsione aria, in acciaio zincato, per tutte le altre taglie
- Resistenza elettrica antigelo "KR" di serie per la versione "H" pompa di calore.
- Bacinella raccogli condensa di serie su versione "H" pompa di calore
- Regolazione a microprocessore

Funzionamento a freddo

Potenza frigorifera kW 38,31

Potenza assorbita kW 14,93

EER 2,57

ESEER 3,71

Portata d'acqua l/h 6484

Prevalenza utile kPa 144

Funzionamento a caldo

Potenza termica kW 43,84

Potenza assorbita kW 14,98

COP 3,07

Portata d'acqua l/h 7346

Prevalenza utile kPa 130

Prestazioni in condizioni climatiche medie (Average)

Pdesignh 37

SCOP 3,20

Rendimento 125

Classe Efficienza Energetica A+





Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

Prestazioni a freddo per basse temperature

Rendimento 141,1

SEER 3,60

Ventilatori Plug-fan

Ventilatori Tipo/n° inverter/2

Portata d'aria a freddo m<sup>3</sup>/h 16000

Pressione statica utile Pa 100

Dati sonori corpo macchina

Livello di potenza sonora dB(A) 80

Livello di pressione sonora dB(A) 48

Dati sonori mandata macchina

Livello di potenza sonora dB(A) 85

Livello di pressione sonora dB(A) 54

Dati elettrici

400V Corrente assorbita totale a freddo A 26,6

Corrente assorbita totale a caldo A 26,5

Corrente massima (FLA) A 40,8

Corrente di spunto (LRA) A 125,6

Compressori Scroll

Compressori n° 2

Circuito n° 1

Gas refrigerante Tipo R410A

Scambiatore lato impianto

Scambiatore Tipo/n° Piastre/1

Attacchi idraulici (In/Out) Ø 1"1/4

Dimensioni: 1674x2897x801 mm

Peso: 581 kg

Compreso altresì valvola di sicurezza, interfaccia RS-485 per sistemi di supervisione con protocollo MODBUS, Pannello remoto semplificato per i controlli base dell'unità con segnalazione degli allarmi remotabile con cavo schermato fino a 30 m (questo incluso), gruppo di antivibranti.

Il dimensionamento delle tubazioni dei circuiti è stato effettuato sulla base della portata, della



velocità e delle perdite di carico distribuite (vedi **elaborato 2.1**). Le tubazioni sono in acciaio nero Mannesman coibentato in poliuretano espanso con spessori e caratteristiche conformi alle prescrizioni riportate nell'Allegato B del D.P.R. 26 agosto 1993, n. 412 in modo da non dare luogo a fenomeni di condensa lungo la tubazione.

Come accennato precedentemente, la distribuzione dell'impianto termico avverrà tramite **sottocentrale** costituita da:

- **tubo di ferro zincato** UNI EN 10255 (tipo Mannesman) da 2" 1/2, posti in opera in vista secondo le prescrizioni della D.L. mediante giunzioni filettate guarnite con canapa, mastice, teflon o sigillanti sintetici per acqua e gas per temperature e pressioni idonee alle condizioni d'uso completo di tutti i pezzi speciali, gli staffaggi, dei punti fissi, le filettature completo di elastomero espanso a celle chiuse per l'isolamento termico per impianti di refrigerazione, riscaldamento, condizionamento e idrosanitari, Temperatura min. e max. +105°C - 40°C, Conduttività termica '( 0,035 W/ (m\*K) temperatura media di 0°C (EN 8497/97), Fattore di resistenza alla diffusione del vapore acqueo 56 7000 (EN 12086), Reazione al fuoco Classe 1 - (UNI 9177), Spessore 25 mm e lamierino di finitura;

- n° 1 **Pompe di circolazione gemellare (P1)** tipo DAB DKLP 40-900T o similare avente le seguenti caratteristiche:

Campo di funzionamento: portata 4,8 mq/h, prevalenza 9,8 metri;

Liquido pompato: pulito, libero da sostanze solide o abrasive, non viscoso, non aggressivo, non cristallizzato e chimicamente neutro, prossimo alle caratteristiche dell'acqua - percentuale massima di glicole 30 %;

Campo di temperatura del liquido: da -15°C a +120°C;

Massima temperatura ambiente: +40°C;

Massima pressione di esercizio: 10 bar (1000 kPa);

Flangiatura di serie: DN 40;

Corpo pompa e supporto motore in ghisa;

Girante in tecnopolimero;

Tenuta meccanica in carbone/ceramica;

Valvola a clapet incorporata nella bocca di mandata per evitare ricircolo d'acqua nell'unità a riposo. Inoltre viene fornita di serie una flangia cieca nel caso in cui sia necessaria la manutenzione di uno dei due motori;



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

Motore asincrono chiuso e raffreddato a ventilazione esterna a due poli;

Rotore montato su cuscinetti a sfere ingrassati a vita e sovradimensionati per garantire silenziosità e durata;

Costruzione secondo normative CEI 2-3;

Grado di protezione: IP 55;

Classe di isolamento: F;

Tensione di serie: trifase 230-400 V, 50 Hz;

Potenza elettrica assorbita 0,45 kW;

Completa di giunti antivibranti.

- n° 1 **Pompe di circolazione gemellare (P2)** tipo DAB DKLP 50-900T o similare avente le seguenti caratteristiche:

Campo di funzionamento: portata 7,2 mq/h, prevalenza 8,7 metri;

Liquido pompato: pulito, libero da sostanze solide o abrasive, non viscoso, non aggressivo, non cristallizzato e chimicamente neutro, prossimo alle caratteristiche dell'acqua - percentuale massima di glicole 30 %;

Campo di temperatura del liquido: da -15°C a +120°C;

Massima temperatura ambiente: +40°C;

Massima pressione di esercizio: 10 bar (1000 kPa);

Flangiatura di serie: DN 50;

Corpo pompa e supporto motore in ghisa;

Girante in tecnopolimero;

Tenuta meccanica in carbone/ceramica;

Valvola a clapet incorporata nella bocca di mandata per evitare ricircolo d'acqua nell'unità a riposo.

Inoltre viene fornita di serie una flangia cieca nel caso in cui sia necessaria la manutenzione di uno dei due motori;

Motore asincrono chiuso e raffreddato a ventilazione esterna a due poli;

Rotore montato su cuscinetti a sfere ingrassati a vita e sovradimensionati per garantire silenziosità e durata;

Costruzione secondo normative CEI 2-3;

Grado di protezione: IP 55;

Classe di isolamento: F;



Comune di Gratteri

Progettazione esecutiva dei lavori di efficientamento energetico degli edifici di proprietà comunale ed utenze energetiche pubbliche ad uso pubblico: Municipio

Tensione di serie: trifase 230-400 V, 50 Hz;

Potenza elettrica assorbita 0,75 kW;

Completa di giunti antivibranti.

Compreso altresì, vaso d'espansione saldato da 18 litri, per impianti di riscaldamento, con membrana a diaframma, certificato CE; corpo in acciaio, membrana in SBR, attacco tubazione in acciaio zincato; Pmax 6 bar, Pprecarica 1,5 bar, temperatura d'esercizio  $-10\div70^{\circ}\text{C}$ , saracinesche, sonde di temperatura, manometri, valvole di non ritorno, Filtro a Y raccoglitore di impurità, impianto di adduzione acqua.

## **8 – Opere di mascheramento impianti**

Per non rendere visibili le nuove condutture degli impianti sono state previste opere di mascheramento costituite da controsoffitto rivestito con lastra in gesso tipo Diamant® HF GKFI Knauf o similare (antincendio ed idrolastre) spess. 12,5 mm con bordo AK dim 1200 x 2000 mm in gesso di alta densità e resistenza costituita da un nucleo di gesso le cui superfici ed i bordi longitudinali sono rivestiti di speciale cartone perfettamente aderente, con reazione al Fuoco: Euroclass A2-s1, d0, compresa la struttura in profili d'acciaio zincato dello spessore minimo di 6/10 di mm, fissato con viti zincate o fosfatate appositamente stuccate, i pendini di sospensione, la sigillatura dei giunti con garze a nastro e successiva rasatura degli stessi. E' inoltre compresa la fornitura e posa in opera di cavo termosensibile UL/FM. Temp. d'allarme  $68^{\circ}\text{C}$  da installarsi all'interno delle condutture elettriche poste nel controsoffitto e interfacciato con il sistema di supervisione. Compreso altresì ogni altro onere e magistero per dare l'opera completa a perfetta regola d'arte.