



COMUNE DI NAPOLI

# COMUNE DI NAPOLI

## Provincia di Napoli

LAVORO:

PON METRO 2014-2020

*Progetto NA.2.1.2.a "Risparmio energetico negli edifici pubblici"*

NA2.1.2.a.19 - NA2.1.2.a.2 "Edificio uffici Piazza Cavour"

CUP: B66J17000450001 - CIG: 8004688D7E

FASE:

PROGETTO ESECUTIVO

SETTORE:

PROGETTO IMPIANTI

TITOLO:

Relazione di calcolo Impianto Fotovoltaico

A.00	Dicembre 2021	EMISSIONE	CM	GC	ADM
<b>REVISIONE</b>	<b>DATA</b>	<b>DESCRIZIONE</b>	<b>REDATTO</b>	<b>CONTROLLATO</b>	<b>APPROVATO</b>

**CODIFICA ELABORATO:** A201IMRE10\_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico.docx

**COMMITTENTE:**

COMUNE DI NAPOLI

**PROGETTISTA:** RTP (Mandatario) Ing. Andrea De Maio -  
(Mandanti) Ingg: Marco Rinaldi - Giovanni Carbone -  
Cosimo Mellone - Pasquale Scalesia

**TAVOLA N.:**

**RE.10**

RTP (Mandatario) Ing. Andrea De Maio - (Mandanti) Ingg: Marco Rinaldi - Giovanni Carbone - Cosimo Mellone - Pasquale Scalesia - Via F.S. Ciampa 18 - 80065 - Sant'Agnello (NA) - Tel./Fax: 081.5323064 - Cell.: 328.5620599

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 2 di 19



## Sommario

1	Introduzione .....	3
2	Normative di riferimento .....	3
3	<i>CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO</i> .....	9
4	<i>CALCOLI DI PRODUCIBILITA' DELL' IMPIANTO FOTOVOLTAICO</i> .....	9
5	VERIFICA DEL CORRETTO ACCOPPIAMENTO ELETTRICO TRA IL GENERATORE FOTOVOLTAICO ED IL GRUPPO DI CONVERSIONE DC/AC .....	10
5.1	Verifica sulla tensione DC .....	11
5.2	Verifica sulla corrente DC .....	11
5.3	Verifica sulla potenza .....	11
6	CRITERI DI VERIFICA CAVI BT .....	13
6.1	Criterio di caduta di tensione .....	14
6.2	Criterio Termico .....	14
7	DIMENSIONAMENTO CAVI .....	15
7.1	Verifica collegamento dalle stringhe al quadro di campo .....	15
7.2	<i>Verifica collegamento dal quadro di campo all'inverter</i> .....	16
7.3	Verifica collegamento inverter-quadro fotovoltaico .....	16
7.4	Verifica collegamento quadro fotovoltaico - QGBT .....	16
8	QUADRI ELETTRICI .....	17
9	CALCOLO TEP ED EMISSIONI EVITATE .....	18
10	SISTEMA DI FISSAGGIO .....	19

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 3 di 19



## 1 Introduzione

Il presente elaborato riguarda le verifiche tecnico funzionali ed i calcoli di dimensionamento relativi all'impianto fotovoltaico posizionato sulla copertura dell'edificio Uffici di Piazza Cavour del comune di Napoli (NA).

*La potenza dell'impianto fotovoltaico è di 19,665 kW per un totale di 57 moduli da 345 W ciascuno, e un inverter centralizzato da 20 kW di potenza nominale. L'impianto verrà posizionato su copertura piana, su supporti in calcestruzzo e binari in alluminio.*

*L'impianto sarà di tipo grid connected, operando in regime di scambio sul posto, in modo che l'edificio possa autoconsumare l'energia prodotta per il proprio fabbisogno, ed utilizzare la rete del distributore per l'immissione dell'energia prodotta non immediatamente autoconsumata.*

## 2 Normative di riferimento

### Criteri di progetto e documentazione

CEI 0-2 Guida per la definizione della documentazione di progetto degli impianti elettrici

### Sicurezza elettrica

CEI 11-27 Lavori su impianti elettrici

CEI 64-8 Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua

CEI 64-12 Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario

CEI 64-14 Guida alla verifica degli impianti elettrici utilizzatori IEC/TS 60479-1 Effects of current on human beings and livestock – Part 1: General aspects

IEC 60364-7-712 Electrical installations of buildings – Part 7-712: Requirements for special installations or locations – Solar photovoltaic (PV) power supply systems  
CEI EN 60529 (70-1) Gradi di protezione degli involucri (codice IP)

### Norme fotovoltaiche

IEC/TS 61836 Solar photovoltaic energy systems - Terms and symbols  
CEI EN 50380 (82-22) Fogli informativi e dati di targa per moduli fotovoltaici.

CEI EN 60891 (82-5) Caratteristiche I-V di dispositivi fotovoltaici in Silicio cristallino – Procedure di riporto dei valori misurati in funzione di temperatura e irraggiamento

CEI EN 60904-1 (82-1) Dispositivi fotovoltaici – Parte 1: Misura delle caratteristiche fotovoltaiche corrente-tensione

CEI EN 60904-2 (82-2) Dispositivi fotovoltaici – Parte 2: Prescrizione per le celle solari di riferimento

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 4 di 19



CEI EN 60904-3 (82-3) Dispositivi fotovoltaici – Parte 3: Principi di misura dei sistemi solari fotovoltaici (PV) per uso terrestre e irraggiamento spettrale di riferimento

CEI EN 61173 (82-4) Protezione contro le sovratensioni dei sistemi fotovoltaici (FV) per la produzione di energia – Guida

CEI EN 61215 (82-8) Moduli fotovoltaici in Silicio cristallino per applicazioni terrestri – Qualifica del progetto e omologazione del tipo

CEI EN 61646 (82-12) Moduli fotovoltaici (FV) a film sottile per usi terrestri – Qualifica del progetto e approvazione di tipo

CEI EN 61277 (82-17) Sistemi fotovoltaici (FV) di uso terrestre per la generazione di energia elettrica – Generalità e guida

CEI EN 61345 (82-14) *Prova all'UV dei moduli fotovoltaici (FV)*

CEI EN 61701 (82-18) Prova di corrosione da nebbia salina dei moduli fotovoltaici (FV)

CEI EN 61724 (82-15) Rilievo delle prestazioni dei sistemi fotovoltaici – Linee guida per la misura, lo scambio e l'analisi dei dati

CEI EN 61727 (82-9) Sistemi fotovoltaici (FV) - *Caratteristiche dell'interfaccia di raccordo alla rete*

CEI EN 61829 (82-16) Schiere di moduli fotovoltaici (FV) in Silicio cristallino – Misura sul campo delle caratteristiche I-V

CEI EN 61683 (82-20) Sistemi fotovoltaici - Condizionatori di potenza - Procedura per misurare l'efficienza

CEI EN 62093 (82-24) Componenti di sistemi fotovoltaici - moduli esclusi (BOS) - Qualifica di progetto in condizioni ambientali naturali

CEI EN 62108 (CEI 82-30): Moduli e sistemi fotovoltaici a concentrazione (CPV) - Qualifica di progetto e approvazione di tipo;

### **Quadri elettrici**

CEI EN 61439-1 (17-113) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 1: Regole generali

CEI EN 61439-2 (17-114) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) Parte 2: Quadri di potenza

CEI EN 60439-1 (17-13/1) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 1: Apparecchiature soggette a prove di tipo (AS) e apparecchiature parzialmente soggette a prove di tipo (ANS)

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 5 di 19



CEI EN 60439-3 (17-13/3) Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri BT) – Parte 3: Prescrizioni particolari per apparecchiature assiemate di protezione e di manovra destinate ad essere installate in luoghi dove personale non addestrato ha accesso al loro uso – Quadri di distribuzione ASD

CEI 23-51 Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare

### **Rete elettrica del distributore e allacciamento degli impianti**

CEI 11-1 Impianti elettrici con tensione superiore a 1 kV in corrente alternata

CEI 11-17 Impianti di produzione, trasmissione e distribuzione di energia elettrica – Linee in cavo

CEI 11-20 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e

II categoria

CEI 11-20, V1 Impianti di produzione di energia elettrica e gruppi di continuità collegati a reti di I e II categoria – Variante

CEI 0-21, Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti BT delle Imprese distributrici di energia elettrica

CEI 0-16, Regola tecnica di riferimento per la connessione di utenti attivi e passivi alle reti MT delle Imprese distributrici di energia elettrica

CEI EN 50110-1 (11-48) Esercizio degli impianti elettrici

CEI EN 50160 (110-22) Caratteristiche della tensione fornita dalle reti pubbliche di distribuzione *dell'energia elettrica*

### **Cavi, cavidotti e accessori**

CEI 20-19/1 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750 V

– Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-19/4 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi flessibili

CEI 20-19/9 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi unipolari senza guaina, per installazione fissa, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

CEI 20-19/10 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 10: Cavi flessibili isolati in EPR e sotto guaina di poliuretano

CEI 20-19/11 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 11: Cavi flessibili con isolamento in EVA

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 6 di 19



CEI 20-19/12 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili isolati in EPR resistenti al calore

CEI 20-19/13 Cavi isolati con gomma con tensione nominale non superiore a 470/750 V – Parte 13: Cavi unipolari e multipolari, con isolante e guaina in mescola reticolata, a bassa emissione di fumi e di gas tossici e corrosivi

CEI 20-19/14 Cavi con isolamento reticolato con tensione nominale non superiore a 450/750V – Parte 14: Cavi per applicazioni con requisiti di alta flessibilità

CEI 20-19/16 Cavi isolati in gomma con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 16: Cavi resistenti all'acqua sotto guaina di policloroprene o altro elastomero sintetico equivalente

CEI 20-20/1 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI 20-20/3 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 3: Cavi senza guaina per posa fissa

CEI 20-20/4 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 4: Cavi con guaina per posa fissa

CEI 20-20/5 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 5: Cavi flessibili

CEI 20-20/9 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 9: Cavi senza guaina per installazione a bassa temperatura

CEI 20-20/12 Cavi isolati con polivinilcloruro con tensione nominale non superiore a 450/750 V – Parte 12: Cavi flessibili resistenti al calore

CEI 20-20/14 Cavi con isolamento termoplastico con tensione nominale non superiore a 450/750 V - Parte 14: Cavi flessibili con guaina e isolamento aventi mescole termoplastiche prive di alogeni

CEI-UNEL 35024-1 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua – Portate di corrente in regime permanente per posa in aria

CEI-UNEL 35026 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico o termoplastico per tensioni nominali di 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua. Portate di corrente in regime permanente per posa interrata

CEI 20-40 *Guida per l'uso di cavi a bassa tensione*

CEI 20-65 Cavi elettrici isolati con materiale elastomerico, termoplastico e isolante minerale per tensioni nominali non superiori a 1000 V in corrente alternata e 1500 V in corrente continua - Metodi di verifica termica (portata) per cavi raggruppati in fascio contenente conduttori di sezione differente

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 7 di 19



CEI 20-67 *Guida per l'uso dei cavi 0,6/1 kV*

CEI EN 50086-1 Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 1: Prescrizioni generali

CEI EN 50086-2-1 (23-54) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-1: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi rigidi e accessori

CEI EN 50086-2-2 (23-55) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-2: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi pieghevoli e accessori

CEI EN 50086-2-3 (23-56) Sistemi di tubi e accessori per installazioni elettriche – Parte 2-3: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi flessibili e accessori

CEI EN 50086-2-4 (23-46) Sistemi di tubi ed accessori per installazioni elettriche – Parte 2-4: Prescrizioni particolari per sistemi di tubi interrati

CEI EN 50262 (20-57) Pressacavo metrici per installazioni elettriche

CEI EN 60423 (23-26) Tubi per installazioni elettriche – Diametri esterni dei tubi per installazioni elettriche e filettature per tubi e accessori

Norma EN 50575+A1 Applicabilità del Regolamento CPR

### **Conversione della potenza**

CEI 22-2 Convertitori elettronici di potenza per applicazioni industriali e di trazione

CEI EN 60146-1-1 (22-7) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-1: Specifiche per le prescrizioni fondamentali

CEI EN 60146-1-3 (22-8) Convertitori a semiconduttori – Prescrizioni generali e convertitori commutati dalla linea – Parte 1-3: Trasformatori e reattori

CEI UNI EN 45510-2-4 *Guida per l'approvvigionamento di apparecchiature destinate a centrali per la produzione di energia elettrica* – Parte 2-4: Apparecchiature elettriche – Convertitori statici di potenza

### **Scariche atmosferiche e sovratensioni**

CEI 81-3 Valori medi del numero di fulmini a terra per anno e per chilometro quadrato nei comuni *d'Italia, in ordine alfabetico*

CEI 81-8 *Guida d'applicazione all'utilizzo di limitatori di sovratensioni* sugli impianti elettrici utilizzatori di bassa tensione

CEI EN 50164-1 (81-5) Componenti per la protezione contro i fulmini (LPC) – Parte 1: Prescrizioni per i componenti di connessione

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 8 di 19



CEI EN 61643-11 (37-8) Limitatori di sovratensioni di bassa tensione – Parte 11: Limitatori di sovratensioni connessi a sistemi di bassa tensione – Prescrizioni e prove

CEI EN 62305-1 (81-10/1) Protezione contro i fulmini – Parte 1: Principi generali

CEI EN 62305-2 (81-10/2) Protezione contro i fulmini – Parte 2: Valutazione del rischio

CEI EN 62305-3 (81-10/3) Protezione contro i fulmini – Parte 3: Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone

CEI EN 62305-4 (81-10/4) Protezione contro i fulmini – Parte 4: Impianti elettrici ed elettronici nelle strutture

### **Energia solare**

UNI 8477 Energia solare – Calcolo degli apporti per applicazioni in edilizia – *Valutazione dell'energia* raggiante ricevuta

UNI EN ISO 9488 Energia solare - Vocabolario

UNI 10349 Riscaldamento e raffrescamento degli edifici – Dati climatici

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 9 di 19

### 3 CONFIGURAZIONE DELL'IMPIANTO

*L'impianto verrà realizzato su copertura piana, inclinato rispetto alla stessa, rivolto verso sud-est.*

I moduli verranno posizionati con un angolo di tilt di 10° e un angolo di azimuth di -33°.

Considerando la potenza del modulo di riferimento pari a 345 Wp, per un totale di 57 moduli installati, *la potenza complessiva dell'impianto sarà di 19.665 kWp.*

I moduli fotovoltaici verranno collegati in 4 stringhe:

- Stringa A da 14 moduli;
- Stringa B da 14 moduli;
- Stringa C da 14 moduli;
- Stringa D da 15 moduli

Le stringhe verranno collegate in parallelo in un quadro di campo e connesse agli ingressi A e B dell'inverter. *In particolare avremo il parallelo fra le stringhe A-B-C.*

### 4 CALCOLI DI PRODUCIBILITA' DELL' IMPIANTO FOTOVOLTAICO

*Il calcolo della produttività nel primo anno di funzionamento dell'impianto è stato verificato mediante l'utilizzo del Sistema PVGIS messo a disposizione dal Centro Comune di Ricerca della Comunità Europea (Joint Research Center, JRC) utilizzando il database di radiazione Climate-SAF PVGIS.*

*Per la località sede dell'intervento, ovvero il comune di Napoli (NA) i valori medi mensili (Em) dell'irradiazione solare sono risultati pari ai seguenti valori:*

#### Valori inseriti:

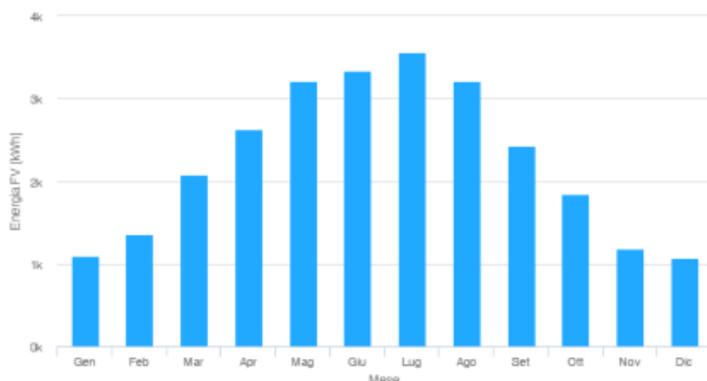
Lat./Long.: 40.854, 14.253  
 Orizzonte: Calcolato  
 Database solare: PVGIS-SARAH  
 Tecnologia FV: Silicio cristallino  
 FV installato: 19.665 kWp  
 Perdite di sistema: 14 %

#### Output del calcolo

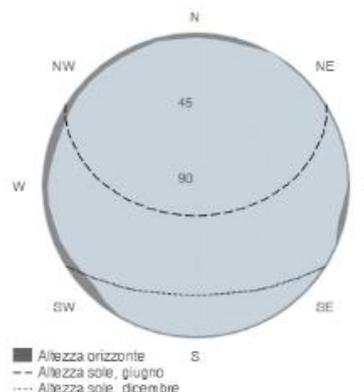
Angolo inclinazione: 10 °  
 Angolo orientamento: -33 °  
 Produzione annuale FV: 27016.63 kWh  
 Irraggiamento annuale: 1764.61 kWh/m<sup>2</sup>  
 Variazione interannuale: 736.88 kWh  
 Variazione di produzione a causa di:  
 Angolo d'incidenza: -3.14 %  
 Effetti spettrali: 0.58 %  
 Temperatura e irradianza bassa: -7.08 %  
 Perdite totali: -22.14 %

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 10 di 19

### Energia prodotta dal sistema FV fisso fisso:



### Grafico dell'orizzonte:



### Energia FV ed irraggiamento mensile

Mese	E_m	H(i)_m	SD_m
Gennaio	1094.0	68.7	129.8
Febbraio	1356.8	84.2	163.8
Marzo	2078.4	130.2	233.1
Aprile	2625.4	168.0	117.5
Maggio	3211.6	209.6	168.7
Giugno	3342.1	223.7	180.9
Luglio	3559.3	240.7	118.2
Agosto	3214.4	216.1	157.3
Settembre	2425.1	160.1	145.0
Ottobre	1844.7	119.3	208.7
Novembre	1187.2	75.8	155.8
Dicembre	1077.6	68.2	157.8

Dove:

$E_m$  è la produzione elettrica media mensile del sistema in kWh

$H(i)_m$  è la media dell'irraggiamento mensile al metro quadro ricevuto dai pannelli in kWh/mq

$SD_m$  è la deviazione standard della produzione mensile dovuta alla variazione annuale

Da tali dati è stata stimata nel primo anno di funzionamento dell'impianto una produzione di energia pari a **27.016 kWh**.

La copertura dell'edificio su cui verrà realizzato l'impianto non è soggetta ad ombreggiamenti dovuti alla presenza di altri edifici o elementi ombreggianti.

## 5 VERIFICA DEL CORRETTO ACCOPPIAMENTO ELETTRICO TRA IL GENERATORE FOTOVOLTAICO ED IL GRUPPO DI CONVERSIONE DC/AC

Per poter scegliere un inverter correttamente occorre preventivamente verificare la compatibilità tra gli inverter utilizzati ed i relativi campi fotovoltaici.

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 11 di 19



Le verifiche sugli inverter si riferiscono alla sezione in corrente continua dell'impianto fotovoltaico e riguardano:

- La verifica sulla tensione DC;
- La verifica sulla corrente DC;
- La verifica sulla potenza.

### 5.1 Verifica sulla tensione DC

La verifica sulla tensione DC consiste nel controllare che l'insieme delle tensioni fornite dal campo fotovoltaico sia compatibile con il campo di variazione della tensione di ingresso dell'inverter.

In altri termini, è necessario calcolare la tensione minima e massima del campo fotovoltaico e verificare che la prima sia superiore alla tensione minima di ingresso ammessa dall'inverter, e la seconda sia inferiore alla tensione massima di ingresso ammessa dall'inverter.

### 5.2 Verifica sulla corrente DC

La verifica sulla corrente DC consiste nel controllare che la corrente di cortocircuito STC del campo fotovoltaico sia inferiore alla massima corrente di ingresso ammessa dall'inverter.

### 5.3 Verifica sulla potenza

La verifica sulla potenza consiste nel controllare la potenza nominale del gruppo di conversione DC/AC (somma delle potenze nominali degli inverter) sia superiore all'80 % e inferiore al 120% della potenza nominale dell'impianto fotovoltaico (somma delle potenze nominali dei moduli fotovoltaici).

Le tabelle che seguono riportano il risultato di tali verifiche:

Modulo fotovoltaico		QCELL Q.PEAK DUO G9 345
Potenza max	Pmax	345 W
Tensione max	Vpm	34,03 V
Corrente max	Ipm	10,14 A
Tensione circuito aperto	Voc	40,90 V
Corrente di cortocircuito	Isc	10,64 A
Coefficiente di temperatura Pmax		-0,35%/C°
Coefficiente di temperatura Voc		-0,27 %/C°
Coefficiente di temperatura Isc		0,04 %/C°
Temperatura minima	Tmin	-10°C
Voc(T)		50,35 V

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 12 di 19

$V_m(T)$		46,28 V
Temperatura massima	Tmax	70°C
$V_m(T)$		18,28 V

Inverter fotovoltaico	SMA STP 20000TL
Potenza max ingresso	36000 W
Tensione max ingresso	1000 V
Tensione nominale ingresso	800 V
$V_{MPPT}$ massima	800 V
$V_{MPT}$ minima	150 V
Corrente max ingresso	33 A
Potenza nominale	20 kW

Caratteristiche campo fotovoltaico		
Numero di stringhe		4
Numero di moduli per stringa		14-15
Numero di moduli campo		57
Picco di potenza (ingresso)	kW	19,665

Verifica configurazione Generatore FV - Inverter		Stringhe A-B-C
Numero di moduli per stringa		14
Temperatura minima	[°C]	-10
$V_{oc, stringa}(T)$	[V]	704,90
$V_{oc, stringa} < V_{inv, max}$		VERIFICATO
$V_m, stringa(T)$	[V]	647,92
$V_m, stringa < V_{MPPT, max}$		VERIFICATO
Temperatura massima	[°C]	70
$V_m, stringa(T)$	[V]	255,92

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 13 di 19



$V_{m,stringa} > V_{MPPT,min}$		VERIFICATO
--------------------------------	--	------------

Verifica configurazione Generatore FV - Inverter		Stringa D
Numero di moduli per stringa		15
Temperatura minima	[°C]	-10
$V_{oc,stringa}(T)$	[V]	755,25
$V_{oc,stringa} < V_{inv,max}$		VERIFICATO
$V_{m,stringa}(T)$	[V]	694,20
$V_{m,stringa} < V_{MPPT,max}$		VERIFICATO
Temperatura massima	[°C]	70
$V_{m,stringa}(T)$	[V]	274,20
$V_{m,stringa} > V_{MPPT,min}$		VERIFICATO

Verifica rapporto di potenza inverter		
Potenza nominale inverter PCA	W	20440
Potenza nominale impianto	W	19665
PCA/Pn		VERIFICATO

## 6 CRITERI DI VERIFICA CAVI BT

I cavi di energia (230/400 V) saranno adatti a tensione nominale ( $U_0/U$ ) non inferiori a 450/750 V (simbolo di designazione 07), non inferiori a 0,6/1 kV per eventuali sezioni di impianto posate in cavidotto di PVC interrato.

*I conduttori impiegati nell'esecuzione dell'impianto saranno contraddistinti dalle colorazioni stabilite dalle vigenti norme di unificazione CEI-UNEL 00722-74 e 00712. In particolare il conduttore di neutro sarà di colore blu chiaro e quello di protezione bicolore giallo-verde; i conduttori di fase saranno contraddistinti in modo univoco in tutto l'impianto dai colori nero, grigio o marrone.*

La sezione dei cavi lato CC e lato CA viene determinata in maniera da comportare cadute di tensione < 2%.

*La scelta delle sezioni dei cavi dell'impianto oggetto della relazione è stata effettuata in base a due criteri: criterio della caduta di tensione e criterio termico.*

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 14 di 19

## 6.1 Criterio di caduta di tensione

Nella norma CEI- UNEL 64-8/5 non è presente una raccomandazione specifica per impianti di produzione fotovoltaici per ciò che concerne la caduta di tensione massima ammissibile in un *impianto*. *L'unico riferimento è una caduta di tensione massima del 4% tra l'origine di un impianto utilizzatore e un carico*. Pertanto si è deciso di procedere alla scelta delle sezioni dei cavi da installare considerando una caduta di tensione massima del 4% della tensione in DC e dello stesso 4% della tensione *dall'inverter al contatore di energia scambiata con la rete tenendo comunque conto che l'inverter stesso è in grado di regolare il valore di tensione a quello normalizzato*.

*La caduta di tensione  $\Delta V$  in una linea di corrente continua risponde all'espressione:*

$$\Delta V = 2 \times I_{SDC} \times \rho \times \frac{l}{S}$$

Dove:

$\rho$  = resistività del rame

L = lunghezza del cavo nel tratto considerato

S = sezione del cavo [ mm<sup>2</sup>]

I<sub>s,DC</sub> = intensità di corrente nella stringa in [A]

*La caduta di tensione  $\Delta V$  in una linea di corrente alternata trifase risponde all'espressione:*

$$\Delta U \% = \frac{k \cdot I_b \cdot l \cdot (r \cdot \cos(\varphi) + x \cdot \sin(\varphi))}{U_n}$$

Dove

k è un numero adimensionale di valore 2 per i sistemi monofase e bifase, 1.73 nei sistemi trifase

I<sub>bDC</sub> = corrente che scorre nel cavo

l = lunghezza del cavo

r = resistenza chilometrica del cavo

x = impedenza chilometrica del cavo

U<sub>n</sub> = tensione nominale dell'impianto

cos  $\varphi$  = fattore di potenza dell'impianto

## 6.2 Criterio Termico

In accordo con la normativa prevista, la protezione delle linee dal sovraccarico sarà realizzata attraverso l'uso di dispositivi automatici che interrompono le correnti di sovraccarico nei conduttori del circuito prima che possano provocare un riscaldamento nocivo all'isolamento, ai collegamenti, ai

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 15 di 19



terminali o all'ambiente circostante. La verifica per sovraccarico è stata eseguita utilizzando le seguenti relazioni:

$$I_B \leq I_N \leq I_z \quad \text{e} \quad I_f \leq 1,45 I_z$$

dove:

$I_B$  = corrente di impiego del circuito

$I_N$  = corrente nominale dell'interruttore

$I_z$  = portata del cavo

$I_f$  = corrente convenzionale che assicura l'effettivo funzionamento del dispositivo di protezione.

Sulle linee in corrente continua non si possono avere sovraccarichi ma solo cortocircuiti.

## 7 DIMENSIONAMENTO CAVI

### 7.1 Verifica collegamento dalle stringhe al quadro di campo

Per la parte in corrente continua il collegamento sarà realizzato mediante cavi solari H1Z2Z2-K di sezione 4 mm<sup>2</sup> posati in passerella metallica, posata sulla copertura, per connettersi al quadro di campo e quindi all'inverter.

La corrente  $I_b$  rappresenta la corrente di impiego passante nel cavo, la corrente  $I_z$  rappresenta la portata del cavo, la corrente  $I_N$  rappresenta la corrente nominale del dispositivo di protezione.

Stringa		A	B	C	D
Potenza	W	4830,00	4830,00	4830,00	5175,00
Tensione min	V	416	416	416	446
$I_b$	A	11,61	11,61	11,61	11,60
$I_z$	A	42	42	42	42
$I_N$	A	63	63	63	32
Sezione	mm <sup>2</sup>	4	4	4	4
Lunghezza	m	40	40	40	40
cdt		1,149%	1,149%	1,149%	1,071%
Formazione		2x(1x4)	2x(1x4)	2x(1x4)	2x(1x4)
Tipo di cavo		H1Z2Z2-K	H1Z2Z2-K	H1Z2Z2-K	H1Z2Z2-K
Tipo di posa		In passerella	In passerella	In passerella	In passerella

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 16 di 19



La massima caduta di tensione è pari a 1,5%. Rientra pertanto nel limite previsto.

## 7.2 Verifica collegamento dal quadro di campo all'inverter

Per la parte in corrente continua il collegamento sarà realizzato mediante cavi solari H1Z2Z2-K di sezione 4 mm<sup>2</sup> posati in passerella metallica fissata a muro. Data la breve distanza fra quadro di campo e inverter la caduta di tensione lungo il tratto di cavo si può considerare trascurabile.

## 7.3 Verifica collegamento inverter-quadro fotovoltaico

Il collegamento tra l'inverter e il quadro fotovoltaico è realizzato tramite cavi FG16OM16 di sezione 16 mmq passanti in passerella metallica fissata a muro.

Sulle linee in corrente alternata non è stata calcolata la caduta di tensione tra gli inverter ed il quadro fotovoltaico, vista la ridotta distanza tra gli stessi.

## 7.4 Verifica collegamento quadro fotovoltaico - QGBT

Il collegamento tra il quadro fotovoltaico e il quadro generale di bassa tensione è realizzato tramite cavi FG16OM16 di sezione 16 mmq, passanti in tubo in PVC, discendenti *all'interno dell'edificio*, attraverso il vano scale. *Si riporta di seguito l'esito delle verifiche eseguite sulla linea:*

*Dati nominali linea*

		QFV-QGBT
Tipo di circuito		Trifase
Tensione	[V]	400
Frequenza	[hz]	50
Potenza attiva	[W]	19665
Fattore di potenza		0,8
Corrente di impiego Ib	[A]	35,48

*Verifica della caduta di tensione:*

		QFV-QGBT
Tipo cavo		FG16OM16

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 17 di 19



Tipo isolamento		HEPR
Tensione nominale	[kV]	0,6/1
Lunghezza	[m]	120,00
Sezione	[mm <sup>2</sup> ]	5G16
Portata Iz	[A]	100
P max carico	[W]	19665
Resistenza a 20°C	[Ohm/km]	1,21
Reattanza	[Ohm/km]	0,082
Tmax esercizio	[°C]	90
Tmax corto circuito	[°C]	250
Verifica cdt MAX		1,94%

Verifica della corrente di corto circuito:

		QFV-QGBT
Corrente di impiego Ib	[A]	35,48
Corrente nominale interruttore	[A]	63
Portata cavo in aria 30°C	[A]	100
Corrente c.c max della rete a monte	[kA]	10
Potere di interruzione del dispositivo di protezione	[kA]	10
Impedenza rete	[ohm]	0,023
Impedenza cavo	[ohm]	0,146
Impedenza totale	[ohm]	0,169
Corrente c.c. trifase massimo	[A]	1438

## 8 QUADRI ELETTRICI

Si rimanda agli schemi elettrici allegati alla presente relazione per il dettaglio delle protezioni previste per l'impianto.

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 18 di 19

## 9 CALCOLO TEP ED EMISSIONI EVITATE

Con la realizzazione dell'intervento di cui sopra verrà conseguito un significativo risparmio energetico per la struttura servita, mediante il ricorso alla fonte energetica rinnovabile rappresentata dal Sole.

In particolare il ricorso ai sistemi di produzione di energia da fonte solare permette di coniugare le seguenti esigenze:

- compatibilità con la struttura architettonica esistente;
- nessun inquinamento acustico;
- risparmio di combustibile fossile;
- produzione di energia senza emissioni di sostanze inquinanti.

*Un utile indicatore per definire il risparmio di combustibile derivante dall'utilizzo di fonti energetiche rinnovabili è il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria [TEP/MWh].*

Questo coefficiente individua le T.E.P. (Tonnellate Equivalenti di Petrolio) necessarie per la realizzazione di 1 MWh di energia, ovvero le TEP risparmiate con l'adozione di tecnologie fotovoltaiche per la produzione di energia elettrica.

L'energia complessivamente prodotta dall'impianto è pari a 27.016 kWh annui.

*Il fattore di conversione dell'energia elettrica in energia primaria = 0,187 T.E.P./MWh;*

Le emissioni specifiche in atmosfera di CO<sub>2</sub> = 443 g/kWh

Le emissioni specifiche in atmosfera di SO<sub>2</sub> = 0,525 g/kWh

Le emissioni specifiche in atmosfera di NO<sub>x</sub> = 0,498 g/kWh

Le emissioni specifiche in atmosfera di Polveri = 0,024 g/kWh

*In funzione dell'energia elettrica prodotta dall'impianto fotovoltaico è quindi possibile calcolare le tonnellate equivalenti di petrolio risparmiate e le emissioni evitate di gas serra come riportato nella seguente tabella.*

Committente: Comune di Napoli	A2011MRE10_Relazione di calcolo impianto fotovoltaico	Rev. 00
Titolo: Relazione tecnica illustrativa	16/12/2021	Pagina 19 di 19

Emissioni annuali evitate in atmosfera				TEP annuali risparmiati
CO2 (kg)	SO2 (kg)	NOx(kg)	Polveri (kg)	
11.968	14,18	13,45	0,64	5,05

## 10 SISTEMA DI FISSAGGIO

La struttura di sostegno dei pannelli fotovoltaici è realizzata tramite blocchetti in calcestruzzo aventi sia funzione di supporto che di zavorra per *l'impianto*. Tramite viti e morsetti i moduli fotovoltaici verranno agganciati a binari fissati ai blocchetti. Le strutture sono dimensionate per resistere a raffiche di vento ed ai carichi di neve previsti per la zona d'impianto. I metodi e le procedure per il *dimensionamento delle strutture di sostegno e la verifica dell'aggravio di peso sulla copertura* sono illustrati di seguito.

## Calcolo azioni orizzontali del vento e verifica statica a ribaltamento

Il lavoro di verifica svolto sul sistema Connect è stato condotto in 2 fasi principali:

1. Analisi CFD di diverse configurazioni di pannello analizzando le azioni del vento in funzione dell'angolo del pannello, della velocità del vento.
2. Verifica FEM delle sollecitazioni sulla struttura del pannello e sul sistema di fissaggio al variare della velocità del vento.

Lo scopo è stato di definire dei parametri utilizzabili in fase di progetto per la struttura multi- modulare di sistemi di pannelli. Attraverso le analisi CFD è stato possibile osservare che il primo pannello investito dal vento è soggetto alla massima sollecitazione rilevata, mentre i pannelli successivi subiscono la schermatura del primo pannello.

E' stata osservata una diversa azione del vento sui pannelli esterni alla singola fila rispetto a quelli interni, pertanto le azioni sono state analizzate separatamente per pannelli esterni e pannelli interni. Un'altra ulteriore suddivisione separa la prima fila dalle file successive. Analogo discorso è stato esteso alla seconda fila. Le file successive sono considerate come sollecitate dalla medesima azione. Le viti non rappresentano un elemento particolarmente critico per il sistema osservato.

Analizzando i dati ottenuti dalle analisi CFD in termini di azioni del vento in funzione della velocità del flusso dello stesso, si osserva che, raggiunta e superata la condizione di equilibrio fra azioni forzanti ed azioni stabilizzanti, si innesca un effetto divergente sulle sollecitazioni che si scaricano sulla struttura.

Considerando quanto evidenziato dalle analisi FEM, risulta che le sezioni più critiche per l'insieme pannello-zavorre risiedono sulla struttura del pannello, successivamente subentra la criticità delle graffe, e per ultima si presenta la rottura delle viti. Avendo dimostrato sperimentalmente che il sistema di fissaggio della madre vite è più robusto della vite stessa si esclude una rottura di questo elemento.

### NOTE:

1. Verificare e/o fornire scheda tecnica e di montaggio del modulo da utilizzare per il corretto fissaggio;
2. Verificare compatibilità del sistema utilizzato con la tipologia di superficie di posa dell'impianto;
3. Verificare compatibilità della schiuma (qualora prevista) con la tipologia di superficie di posa dell'impianto;
4. Verificare che i parametri forniti per la relazione di calcolo corrispondano a quelli effettivi in fase di realizzazione impianto, quando differenti si ricorda di comunicarlo al tecnico competente per la verifica del dimensionamento dello stesso.

### Relazione

REL.2

### Rif.disegno N°

8044R-21

### Ufficio Tecnico

Calza Andrea

### Data emissione:

9/9/2021

BASIC SRL

Sede Operativa: vie della costituzione 26, 42028 (Poviglio)

P.IVA 02557770357 - +39 0522 960926

info@sunballast.com



### **CALCOLO DELLA PRESSIONE DINAMICA DI RIFERIMENTO**

Densità dell'aria (r)	kg/m <sup>3</sup> =	1.25		
Velocità del vento alternativa	km/h =			m/s

### **VERIFICHE STRUTTURALI**

La verifica è relativa al pannello maggiormente sollecitato dall'azione del vento.

#### **Verifica della superficie vetrata**

Limite di resistenza della superficie vetrata (MPa)	38.0
Tensione di riferimento per il calcolo (MPa)	7.9
Verifica	<b>4.83</b>

#### **Verifica della vite**

Limite di resistenza della vite (MPa)	200.0
Tensione di riferimento per il calcolo (MPa)	19.0
Verifica	<b>10.53</b>

#### **Verifica della graffa**

Limite di resistenza della graffa (MPa)	160.0
Tensione di riferimento per il calcolo (MPa)	44.0
Verifica	<b>3.64</b>

#### **Verifica del telaio pannello**

Limite di resistenza del pannello (MPa)	160.0
Tensione di riferimento per il calcolo (MPa)	50.9
Verifica	<b>3.15</b>

### **CONCLUSIONI FINALI**

Per l'impianto in oggetto, il sistema Connect risulta essere idoneo dal punto di vista strutturale, in quanto i risultati delle verifiche, restituiscono un valore maggiore di 1 (condizione necessaria per la verifica del calcolo).

## CALCOLO AZIONE DEL VENTO

Il calcolo effettuato si basa strettamente sulle indicazioni e informazioni ricevute.

### Località: Napoli (NA)

#### PARAMETRI UTILIZZATI PER IL CALCOLO DELLA PRESSIONE DEL VENTO

$V_{b,0}$	27.00	m/s	velocità di riferimento al livello del mare
$a_0$	500	m	coeff.riferimento tabella
$k_s$	0.37	1/s	coeff.riferimento tabella
$a_s$		m	altitudine s.l.m. della località
$C_a$	1		coefficiente di altitudine
$V_b$	27.00	m/s	velocità di riferimento
$T_{r,0}$	50	anni	periodo di ritorno di riferimento
$c_r$	1.00073		coefficiente di ritorno
$V_r$	27.01971	m/s	velocità di riferimento di progetto
$c_t$	1		coefficiente di topografia x zone pianeggianti
$K_r$	0.22		coeff.riferimento tabella
$Z_0$	0.30		coeff.riferimento tabella
$z$	30.00	m	altezza posa impianto
$C_e$	2.58667913320138000000		coefficiente di esposizione
	2.59		
$C_p$	0.9		coefficiente di pressione per copertura piana
$\rho$	1.25	Kg/m <sup>3</sup>	densità dell'aria
$q_b$	45.63	Kg/m <sup>2</sup>	pressione cinetica di riferimento
$q_p$	106.30	Kg/m <sup>2</sup>	pressione cinetica

## INDIVIDUAZIONE ZONA



## INDIVIDUAZIONE VALORI MINIMI DI ZONA

Zona	Descrizione	$V_{b,0}$ [m/s]	$a_0$ [m]	$K_s$
1	Valle d'Aosta, Piemonte, Lombardia, Trentino Alto Adige, Veneto, Friuli Venezia Giulia (con l'eccezione della provincia di Trieste)	25	1000	0,40
2	Emilia Romagna	25	750	0,45
3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Puglia, Campania, Basilicata, Calabria (esclusa la provincia di Reggio Calabria)	27	500	0,37
4	Sicilia e provincia di Reggio Calabria	28	500	0,36
5	Sardegna (zona a oriente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	750	0,40
6	Sardegna (zona a occidente della retta congiungente Capo Teulada con l'Isola di Maddalena)	28	500	0,36
7	Liguria	28	1000	0,54
8	Provincia di Trieste	30	1500	0,50
9	Isole (con l'eccezione di Sicilia e Sardegna) e mare aperto	31	500	0,32

## INDIVIDUAZIONE CATEGORIA DI ESPOSIZIONE

Zona	Descrizione	Rugosità	In mare aperto		In mare aperto		In mare aperto		In mare aperto		In mare aperto																								
			500 m da costa	100 m da costa	10 m da costa	10 m da costa	10 m da costa	10 m da costa	10 m da costa	10 m da costa	10 m da costa	10 m da costa																							
1	A - aree urbane B - aree suburbane C - aree con pochi ostacoli D - aree prive di ostacoli	-	-	-	-	IV	IV	V	V	V	V	V																							
													2	Emilia Romagna	-	-	-	-	III	III	IV	IV	IV	IV											
																									3	Toscana, Marche, Umbria, Lazio, Abruzzo, Molise, Campania, Puglia, Basilicata, Calabria (eccetto prov. Reggio Calabria)	-	-	-	-	III	III	IV	IV	IV
5	Sardegna orientale	-	-	-	-	IV	IV	V	V	V	V	V																							
													6	Sardegna occidentale	-	-	-	-	III	III	IV	IV	IV	IV											
																									7	Liguria	-	-	-	-	III	III	IV	IV	IV
9	piccole isole e mare aperto	-	-	-	-	I	I	I	I	I	I	I																							

## PARAMETRI PER LA DEFINIZIONE DEL COEFFICIENTE DI ESPOSIZIONE

Categoria di esposizione del sito	$K_r$	$Z_0$ [m]	$Z_{min}$ [m]
I	0,17	0,01	2
II	0,19	0,05	4
III	0,20	0,10	5
IV	0,22	0,30	8
V	0,23	0,70	12

## INDIVIDUAZIONE DELLE ZONE DI PRESSIONE

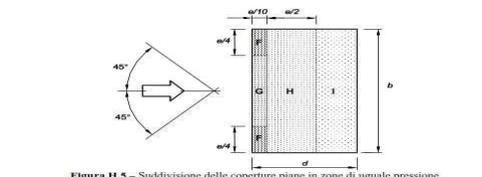


Figura H.5 - Suddivisione delle coperture piane in zone di uguale pressione.

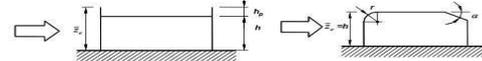


Figura H.6 - Altezza di riferimento per coperture piane con parapetti o raccordi (curvi e piani).

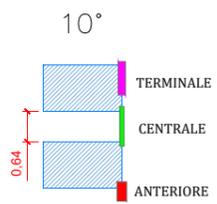
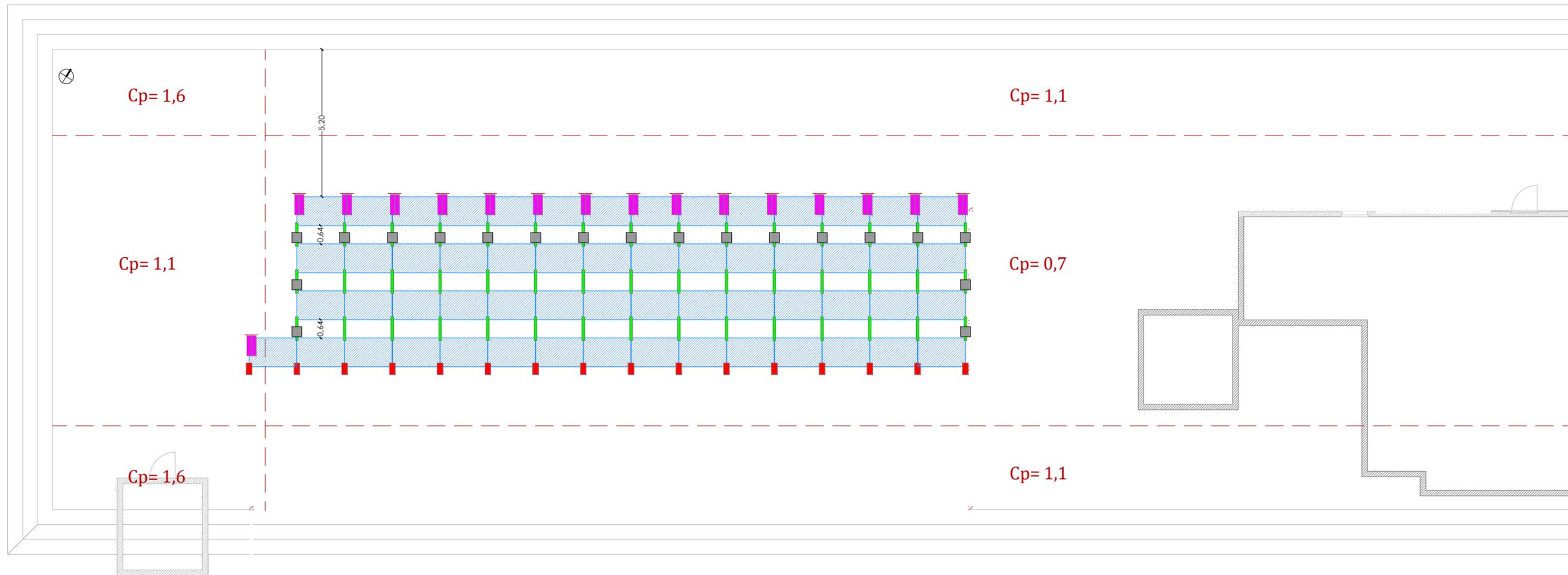
Tabella H.111 - Coefficienti di pressione per coperture piane.

	Zona							
	F		G		H		I	
	$C_{pe,10}$	$C_{pe,5}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,5}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,5}$	$C_{pe,10}$	$C_{pe,5}$
Spigoli vivi	-1,8	-2,5	-1,2	-2,0	-0,7	-1,2	-1,2	-1,2
Con parapetti	$h_p/h = 0,025$	-1,6	-2,2	-1,1	-1,8	-0,7	-1,2	-1,2
	$h_p/h = 0,05$	-1,4	-2,0	-0,9	-1,6	-0,7	-1,2	-1,2
	$h_p/h = 0,10$	-1,2	-1,8	-0,8	-1,4	-0,7	-1,2	-1,2

Questa relazione riporta la verifica statica della zavorra considerando il calcolo delle azioni del vento secondo il Decreto Ministeriale 17 gennaio 2018 Norme Tecniche per le Costruzioni ", CNR-DT 207/2008 - Istruzioni per la valutazione delle azioni e degli effetti del vento sulle costruzioni e la Circolare Ministeriale Esplicativa del 02 febbraio 2009, n. 617 "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme Tecniche per le Costruzioni" di cui al D.M. 17 gennaio 2018". Eurocodice 1, UNI ENV 1991-2-4.

Le informazioni contenute in questo documento hanno carattere puramente indicativo e non vincolante. I dati utilizzati per la verifica sono stati ricavati dai disegni e informazioni ricevuti dal committente che realizzerà l'impianto, pertanto i dati utilizzati così come la procedura di calcolo devono essere attentamente controllati e approvati dal progettista strutturale dell'intera opera.

La ditta BASIC S.R.L. non si assume alcuna responsabilità per ogni eventuale perdita o danno, diretto o indiretto, incidentale o consequenziale, che dovesse derivare all'utente o ad ogni altra persona dall'utilizzazione dei dati e delle informazioni contenute nel presente documento.

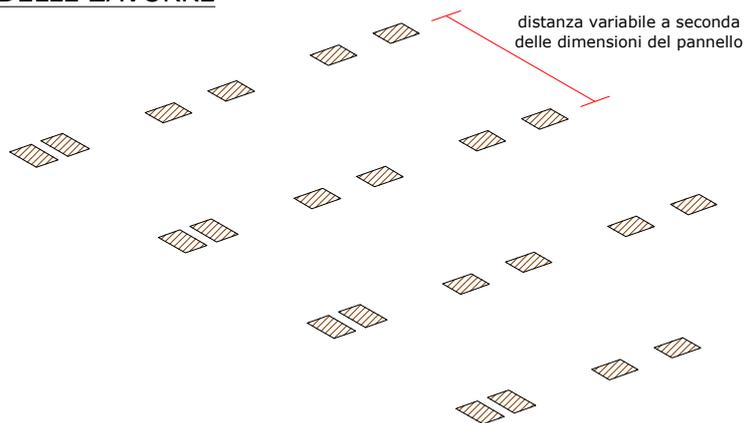


■ PESO SUPPLEMENTARE 30Kg

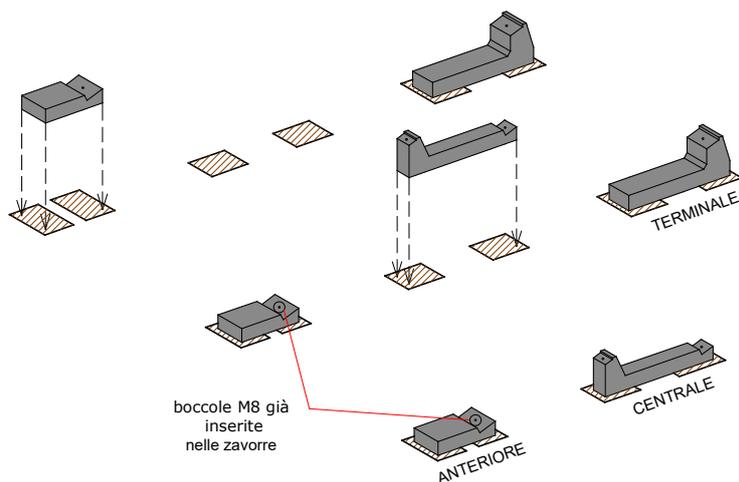
▬ RADDOPPIO ZAVORRA TERMINALE

# SEQUENZA DI MONTAGGIO SISTEMA CONNECT

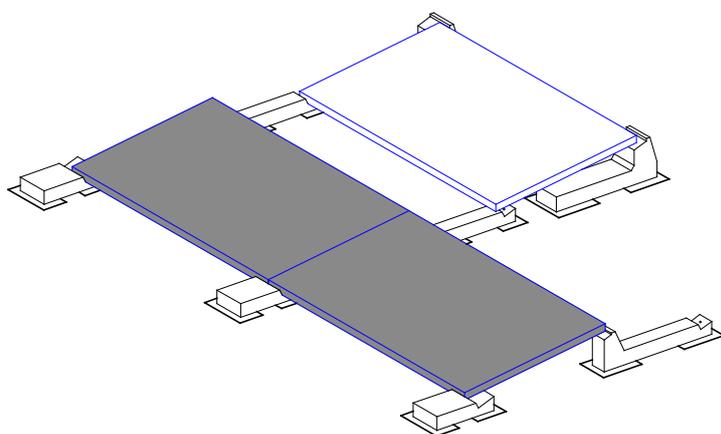
## FASE 1: POSA DELLE DUE GUAINE IN EPDM 25X15cm ALLE ESTREMITA' DELLA ZONA DI POSIZIONAMENTO DELLE ZAVORRE



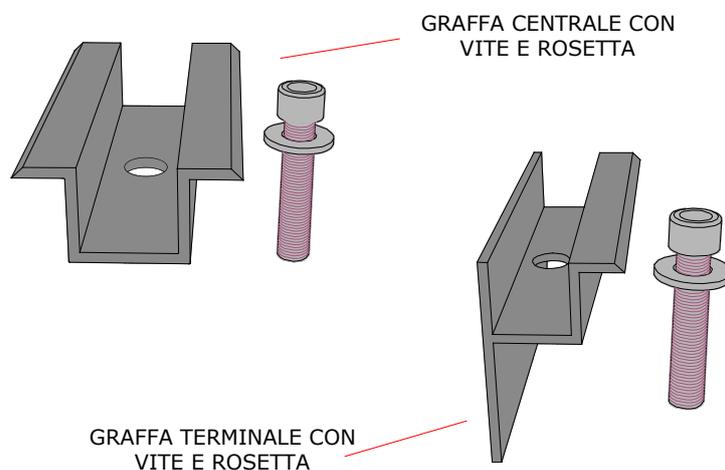
## FASE 2: POSA DELLE ZAVORRE SULLE GUAINE



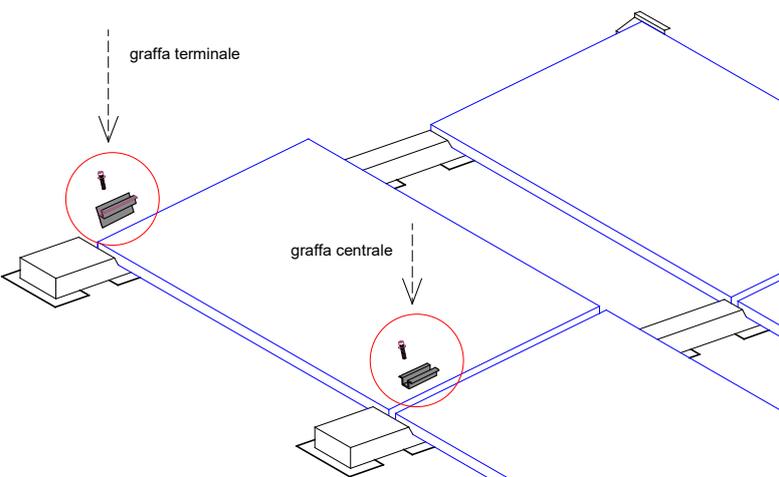
## FASE 3: POSA PANNELLI FOTOVOLTAICI



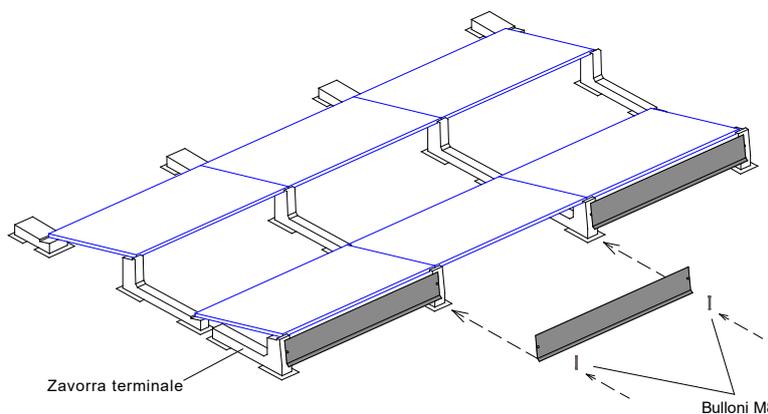
## FASE 4: PREDISPORRE LE GRAFFE PER IL FISSAGGIO



## FASE 5: FISSAGGIO DEI PANNELLI FOTOVOLTAICI

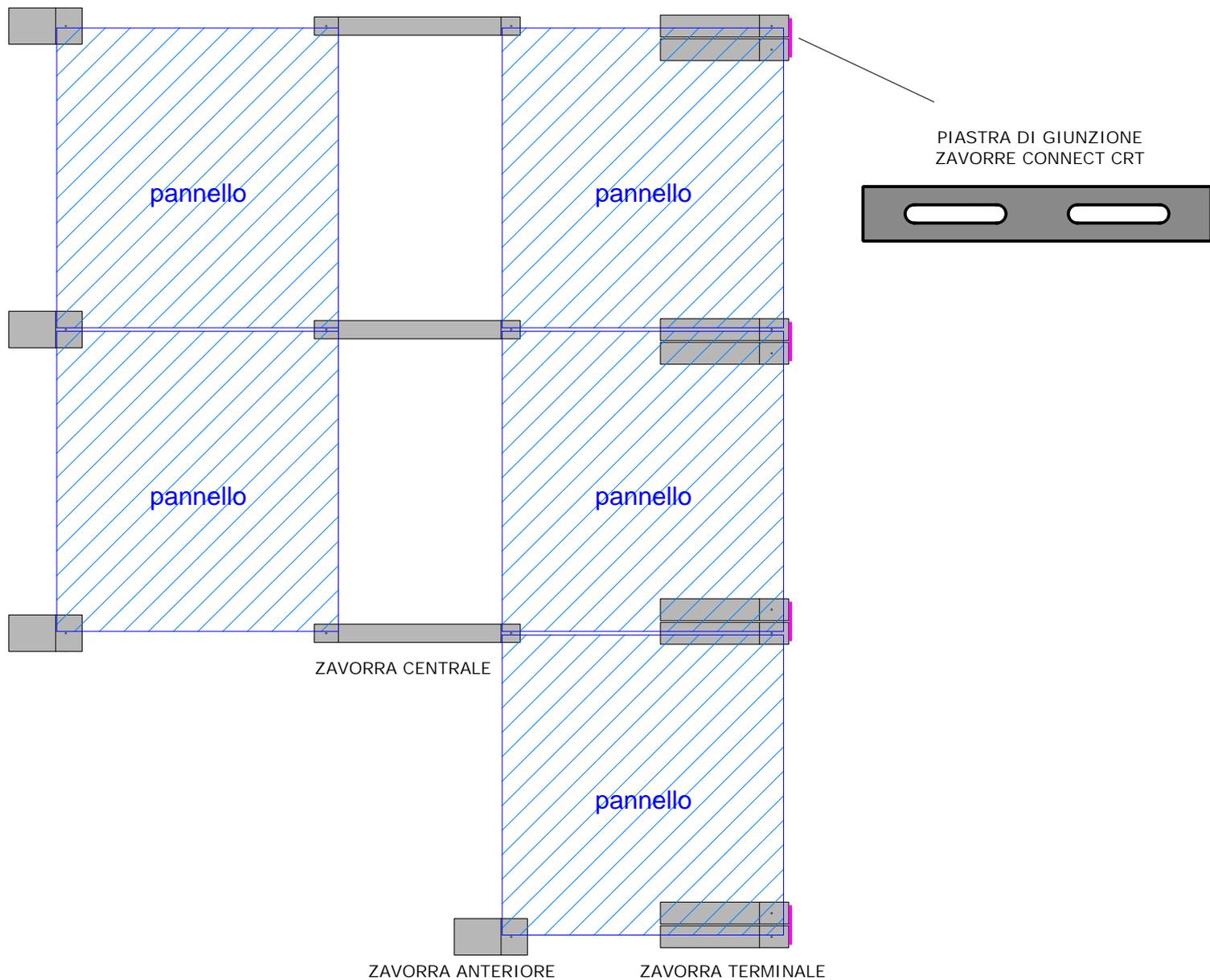


## FASE 6: MONTAGGIO DEL CARTER FRANGIVENTO (se previsto da calcolo)

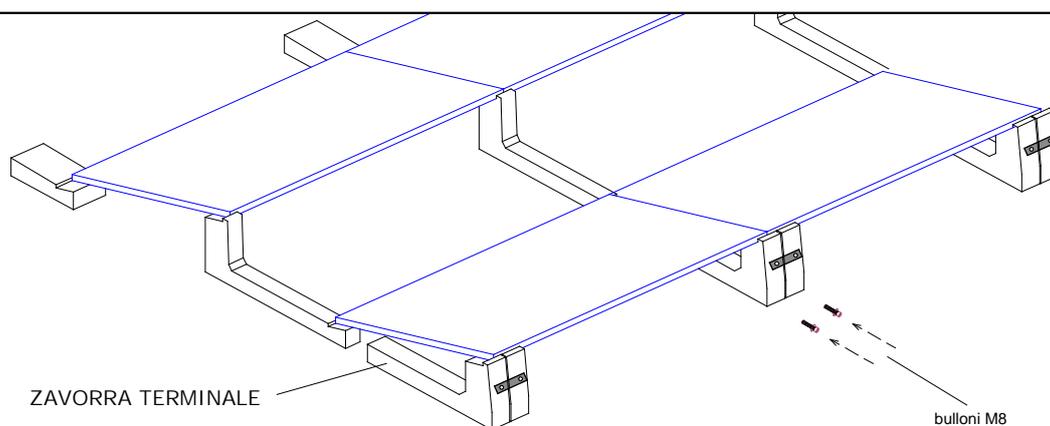
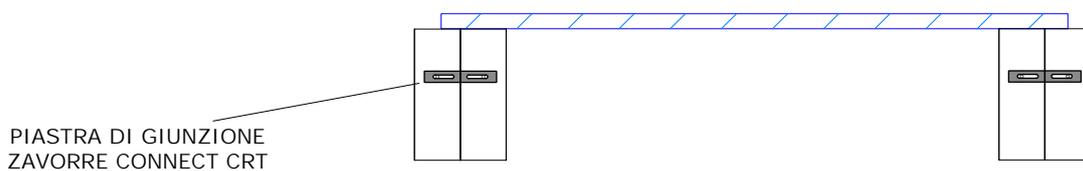


# MONTAGGIO RADDOPPIO ZAVORRA CONNECT CRT

## VISTA DALL'ALTO



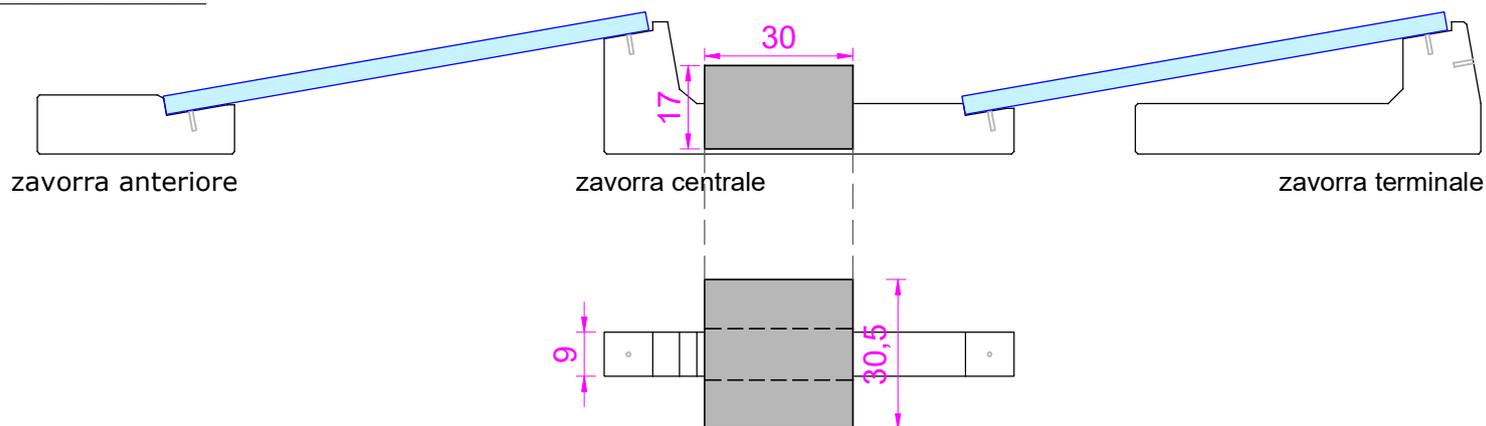
## VISTA POSTERIORE



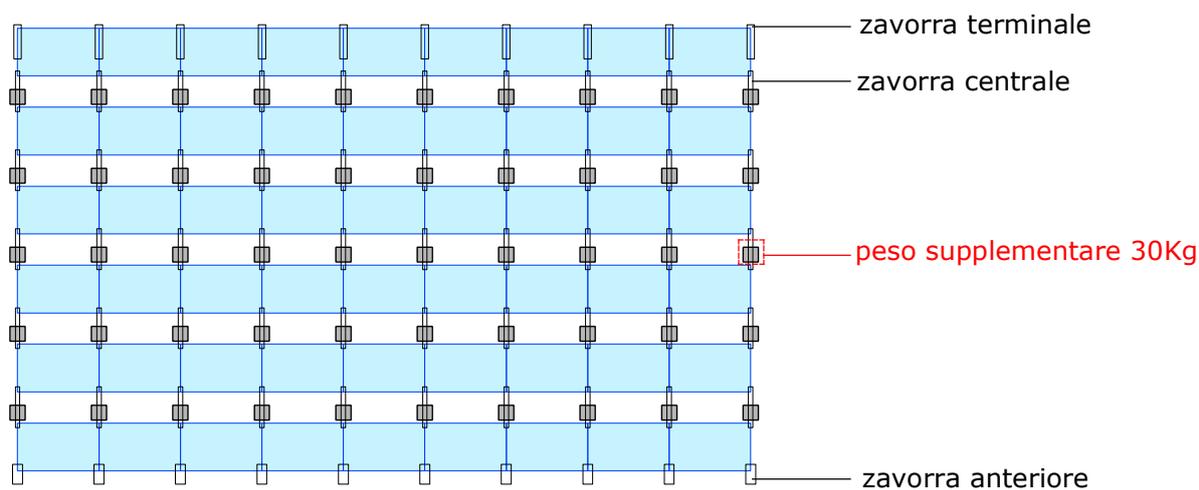
# PESO SUPPLEMENTARE PER SISTEMA CONNECT art.23030.CRP - 30Kg

COMPATIBILE CON I SISTEMI CONNECT INCLINATI A 10° - 15° - 20° - 30°

## VISTA LATERALE



## VISTA DALL'ALTO



## PESO SUPPLEMENTARE A INCASTRO SU ZAVORRA CENTRALE

