



Consiglio Nazionale delle Ricerche

## CNR AREA TERRITORIALE DI RICERCA DI BOLOGNA

oggetto intervento:

### "INTERVENTI DI RIQUALIFICAZIONE ENERGETICA DEGLI EDIFICI PRESSO L'AREA TERRITORIALE DELLA RICERCA CNR DI BOLOGNA

**Via P. Gobetti 101"**

Tecnico incaricato:

Ing. CRISTINA MAZZETTE



**EN7 srl**

INGEGNERIA E ARCHITETTURA

Via Bagni di Mario, 13 | 40136 Bologna

T. +39.051.4127916 | F. +39.051.0922340 | E. info@en7.it | www.en7.it

Responsabile Unico del Procedimento:

DR. VITTORIO MORANDI

Direttore Lavori:

Coordinamento della sicurezza in fase di esecuzione:

Committente :



Consiglio Nazionale delle Ricerche

CNR - DCSRSI  
AREA TERRITORIALE DI  
RICERCA DI BOLOGNA  
VIA GOBETTI 101  
40129 BOLOGNA

Impresa esecutrice :

titolo elaborato:

**RELAZIONE TECNICA**

n° tavola

RT

Progr.

Rev.

Scala

-

01

VARIE

Directory di destinazione:

revisione elaborato

N. Rev.	Data Rev.	Descrizione Revisione	Visto	Firma	Redazione grafica
01	12/2024	Progetto Esecutivo			





RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

## **RELAZIONE TECNICA PER VERIFICA INSTALLAZIONE MACCHINARI**

### **SOLAIO DI COPERTURA CNR BOLOGNA**

<b>1. PREMESSA.....</b>	<b>2</b>
<b>2. RELAZIONE ILLUSTRATIVA .....</b>	<b>2</b>
<b>3. VERIFICHE STRUTTURALI.....</b>	<b>7</b>
3.1. FABBRICATO IBE.....	8
3.2. FABBRICATO ISMAR .....	12
3.3. FABBRICATO IMM .....	16
3.4. FABBRICATO ISAC .....	22
3.5. FABBRICATO IRA .....	26
3.6. FABBRICATO OAS.....	30
3.7. FABBRICATO ISOF4 .....	34
3.8. FABBRICATO ISMN .....	39
3.9. FABBRICATO ISOF12 .....	43
3.10. FABBRICATO ESA .....	47
<b>4. CONCLUSIONI .....</b>	<b>52</b>
<b>5. VERIFICHE STRUTTURALI CON NUOVI BASAMENTI.....</b>	<b>53</b>
5.1. FABBRICATO IBE.....	53
5.2. FABBRICATO ISOF 12 .....	57

Commessa: E1820 CNR

Pag.: --.1 di 60

N° rev.	Data:	Motivo della revisione	Emessa da:	Approvata da:
01	Dicembre 2024	Prima emissione	CMZ	CMZ

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

## 1. PREMESSA

La presente relazione tecnica è redatta ai fini di verificare l'installazione di macchinari in copertura, visto la necessità di sostituire e spostare le macchine esistenti, con nuovi elementi.

Il complesso edilizio oggetto della presente relazione tecnica è situato nel comune di Bologna, in Via Piero Gobetti n. 101.

Le strutture dei fabbricati sono prevalentemente a travi e pilastri realizzati in calcestruzzo armato ed impalcati in lastre predalles o alveolari.

Per un miglior inquadramento del sito si riporta un'immagine del complesso di edifici del lotto interessato.



Vista aerea: in rosso si evidenzia il complesso di interesse

## 2. RELAZIONE ILLUSTRATIVA

L'incarico prevede di verificare la portata dei solai di copertura su cui verranno posizionati dei nuovi macchinari, in sostituzione di quelli esistenti.

Allo stato attuale le macchine esistenti poggiano, per la maggior parte, su basamenti in calcestruzzo di circa 10 cm di altezza, solo in un caso la base di appoggio è costituita da profili di acciaio che vanno a poggiare direttamente sulle travi principali del solaio di copertura.

Questi elementi garantiscono una migliore diffusione dei carichi.

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**

Scopo del presente documento è quindi quello di fornire le indicazioni necessarie per eventualmente modificare/sostituire i basamenti in calcestruzzo, in modo da rendere la distribuzione dei carichi post installazione nuove macchine congruente con l'effettiva portata degli impalcati.

I fabbricati oggetto di intervento sono complessivamente n.10, con n.11 zone di intervento. Sono state fornite le seguenti informazioni relativamente ai macchinari da montare in copertura, nella tabella sottostante sono indicate le dimensioni dei basamenti esistenti; in verde sono evidenziati i fabbricati in cui occorre sicuramente una modifica dei basamenti esistenti dato la necessità di spostare le relative macchine rispetto la posizione attuale.

	Fabbricato	L1 base	L2 base
		[m]	[m]
Area 1	IBE	2.30	4.30
Area 2	ISMAR	2.42	4.86
Area 3	IMM	1.91	11.50
Area 4	ISAC	2.32	4.30
Area 5	IRA	2.30	4.30
Area 6	OAS	2.41	4.84
Area 7	ISOF4	2.30	5.38
Area 8	ISMN	2.30	5.40
Area 9	ISOF12	2.40	6.21
Area 10	ESA a	1.40	4.00
Area 11	ESA b	2.60	5.70

Si riportano di seguito i pesi delle macchine attualmente presenti in copertura e quelle nuove che le sostituiranno:

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**

Nome EDIFICIO	MODELLO	POTENZA (KW)	PESO TRASPORTO (KG)	PESO OLIO (KG)	PESO REFRIGERANTE (KG)	TOTALE (KG) SOMMA	TOTALE (KG) IN SCHEDA
ESA-CCB	CLIMAVENETA WRAT/LN 402	85	1430	8	37	1475	1430
ESA-CCB	CLIMAVENETA WRAD/LN 2204	518	5599	30	88	5717	5790
ISO12	CLIMAVENETA WRAD 2204	500	5599	30	88	5717	5790
ISO14	CLIMAVENETA WRAD 1002	260	2755	15	43	2813	2820
IRA	CLIMAVENETA WRAD 702	177	2064	8	25	2097	2120
OAS	CLIMAVENETA WRAD 1404	379	3899	17	56	3972	4110
IMM	CLIMAVENETA WRAD 3206	753	7695	47	221	7963	8068
ISMAR	CLIMAVENETA WRAD 1404	374	3899	17	56	3972	4110
IBE	CLIMAVENETA WRAD 802	215	2264	14	33	2311	2320
ISMN	CLIMAVENETA WRAD 1002	250	2755	15	43	2813	2820
ISAC	CLIMAVENETA WRAD 802	379	2264	14	33	2311	2320

Situazione esistente

Edificio	Dimensioni Basamento		Modello SDF	Modello SDP	Peso senza accessori [kg]
	lunghezza [cm]	larghezza [cm]			
ESA a	400	140	CLIMAVENETA WRAT/LN 402	PLE092CS0A	682
ESA b	570	260	CLIMAVENETA WRAD/LN 2204	VLS546CS0A	4263
ISO12	621	240	CLIMAVENETA WRAD 2204	VLS546CS0A	4263
ISO14	538	230	CLIMAVENETA WRAD 1002	VLS254CS0A	2108
ISMN	540	230	CLIMAVENETA WRAD 1002	VLS254CS0A	2108
OAS	484	241	CLIMAVENETA WRAD 1404	VLS374CS0A	2684
IRA	430	230	CLIMAVENETA WRAD 702	VLS202CS0A	1871
ISAC	430	232	CLIMAVENETA WRAD 802	VLS202CS0A	1871
IMM	1150	travi spessore 20, passo interno 191	CLIMAVENETA WRAD 3206	30TSL868CS	6752
ISMAR	486	242	CLIMAVENETA WRAD 1404	VLS374CS0A	2684
IBE	430	230	CLIMAVENETA WRAD 802	VLS202CS0A	1871

Situazione di progetto

Prima di procedere con ulteriori approfondimenti, si nota come il peso della macchine nuove è comunque sempre inferiore a quello delle macchine attualmente presenti in copertura.

A questo punto, per poter conoscere l'analisi dei carichi prevista in progetto, si sono recepite le indicazioni riportate sul progetto strutturale del complesso di fabbricati, a firma dell'ing. Guido Lenzi e Ing. Carlo Monzani protocollato dal Servizio Provinciale per la difesa del suolo con n. 46/89 del 20/12/1990.

Sul documento denominato “ Istituto ICOCEA – Relazione di calcolo” edificio n. 07, è riportato quanto segue:



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

#### SCHEMA STRUTTURALE

La struttura portante dell'edificio è stata progettata per fare fronte alle sollecitazioni derivanti dai carichi verticali e dall'azione sismica.

Lo schema statico di calcolo prevede un'ossatura portante disposta longitudinalmente al fabbricato, con telai interamente gettati in opera e caratterizzati da nodi rigidi sia longitudinalmente che trasversalmente. Questa struttura è irrigidita da setti verticali in c.a. che collaborano con i telai nell'assorbimento delle sollecitazioni orizzontali derivanti dal sisma.

#### MATERIALI

I materiali impiegati per la costruzione sono i seguenti:

##### Pali e Fondazioni

Cemento Tipo 325

Calcestruzzo Classe Rbk 250

##### Strutture in elevazione

Cemento Tipo 425

Calcestruzzo Classe Rbk 300

##### Acciaio

Ad aderenza migliorata FeB 44K controllato

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

### ANALISI DEI CARICHI

- Laboratori -

#### 1. Carichi uniformemente distribuiti

- peso proprio solai	590 Kg/mq
- pesi permanenti	250 Kg/mq
-----	
- carico permanente totale	840 Kg/mq
- sovraccarico accidentale	500 Kg/mq
-----	
- carico totale	1340 Kg/mq

Tali carichi sono stati applicati a tutti i solai compreso quello di copertura.

Tali indicazioni sono valide per tutti i fabbricati ad eccezione del corpo denominato "ESA", di cui si allega di seguito alcuni stralci della relazione di calcolo, estrapolati dal documento denominato "Centro Servizi di area – fabbricato ESA – relazione di calcolo - edificio n.02".

ANALISI DEI CARICHI	
<u>1. Solaio del piano terra, primo, secondo, terzo</u>	
Il solaio dei vari piani escluso quello di copertura si intendono realizzati con lastre SPIROLL di 20 cm con soletta collaborante dello spessore di 5 cm. In base a questa tipologia costruttiva e all'utilizzo previsto per l'orizzontamento si sono assunti alla base del calcolo i seguenti carichi:	
p.p. lastre spiroll	= 280 kg/mq
p.p. soletta collaborante in c.a.	= 125 "
p.p. massetto in c.a.all. + pavimento	= 250 "
-----	
totale carico permanente	655 "
sovraccarico accidentale	500 "
-----	
totale dei carichi	1155 "

Posto quanto sopra, le verifiche degli impalcati saranno condotte in condizioni statiche, secondo le prescrizioni e tenendo conto dei sovraccarichi previsti in fase di progetto.

Si riportano di seguito le analisi dei carichi dell'impalcato di copertura dei vari fabbricati:



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**

Fabbricato	G1+G2	Q sdf
IBE	840	500
ISMAR	840	500
IMM	840	500
ISAC	840	500
IRA	840	500
OAS	840	500
ISOF4	840	500
ISMN	840	500
ISOF12	840	500
ESA a	655	500
ESA b	655	500

Riassunto analisi dei carichi solaio di copertura

Quanto di seguito riportato riporta verifiche sui materiali esistenti, si ritiene quindi opportuno effettuare le seguenti precisazioni, in relazione al § C8.5.4 riportato nella Circolare esplicativa del 11/02/2019.

Il Livello di Conoscenza di una costruzione esistente è definito in base alle informazioni acquisite in merito alla geometria, ai dettagli costruttivi ed alle caratteristiche meccaniche dei materiali, al quale corrisponde un Fattore di Confidenza ovvero un coefficiente compreso tra 1.00 e 1.35 impiegato nell'analisi per ridurre le resistenze dei materiali. Minore è la conoscenza acquisita, maggiore il Fattore di Confidenza adottato, quindi maggiore il margine di sicurezza che si utilizza. In questo caso visto il materiale disponibile e le verifiche di corrispondenza effettuate in sito, si ritiene conseguito un Livello di Conoscenza LC3 cui corrisponde un Fattore di Confidenza FC = 1

### 3. VERIFICHE STRUTTURALI

Il presente paragrafo vuole illustrare le verifiche necessarie a dimostrare il non aggravio dello stato sollecitante a seguito dell'installazione dei macchinari rispetto quanto previsto in fase progettuale. Si riportano le verifiche di dettaglio per i vari fabbricati, con le relative schede.

Lo schema statico adottato, solitamente, è di trave su più appoggi, incernierate alle estremità ( scelta a favore di sicurezza); solo dove risulta necessario fare valutazioni più di dettaglio, si considera un vincolo alle estremità pari ad un incastro al 15%.

Si riportano di seguito i carichi ente e post intervento.

Commessa: E1820 CNR

Pag.: --.7 di 60

N° rev.	Data:	Motivo della revisione	Emessa da:	Approvata da:
01	Dicembre 2024	Prima emissione	CMZ	CMZ

RT RV01

RELAZIONE TECNICA






VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

	Fabbricato	L1 base	L2 base	Peso	Incidenza	G1+G2	Q ante	Q post			
				nuova							
		[m]	[m]	[kg]	[kg/mq]			Soletta	Neve	Macchina	Totale
Area 1 ANTE	IBE	2.30	4.30	1871	189	840	500	250	120	190	560
Area 2	ISMAR	2.42	4.86	2684	228	840	500	250	120	230	600
Area 3	IMM	1.91	11.50	6752	307	840	500		120		120
Area 4	ISAC	2.32	4.30	1871	188	840	500	250	120	190	560
Area 5	IRA	2.30	4.30	1871	189	840	500	250	120	190	560
Area 6	OAS	2.41	4.84	2684	230	840	500	250	120	230	600
Area 7	ISO4	2.30	5.38	2108	170	840	500	250	120	170	540
Area 8	ISMN	2.30	5.40	2108	170	840	500	250	120	170	540
Area 9 ANTE	ISO12	2.40	6.21	4263	286	840	500	250	120	290	660
Area 10	ESAa	1.40	4.00	682	122	655	500	250	120	125	495
Area 11	ESAb	2.60	5.70	3617	244	655	500	250	120	245	615

Riassunto carichi solai di copertura

Per quanto riguarda il macchinario da porre in copertura del fabbricato IMM, per chiarimenti si rimanda al paragrafo di dettaglio.

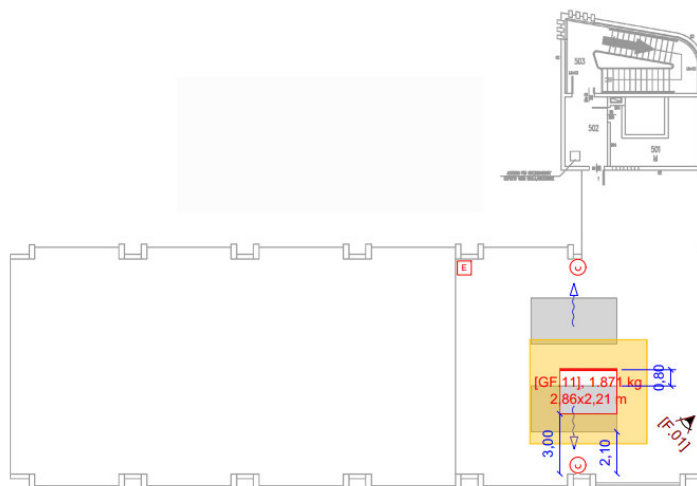
### 3.1. FABBRICATO IBE

LEGENDA	
	Ingombro nuovo Gruppo Frigorifero
	Basamento su travi IPE da realizzare
	Basamento in cls esistente
	Bocchetta scarico acque meteoriche esistente
	Estrattore cappa da laboratori

LAVORAZIONE DA ESEGUIRE  
SU INTERFERENZE [R454B] (dist.min.3 m)

Collocazione traslata del nuovo GF rispetto il basamento esistente, con integrazione di quest'ultimo mediante trave IPE180 rifinta con coppella in guaina impermeabilizzante in attacco al manto esistente

[IBE]



Commessa: E1820 CNR

Pag.: --8 di 60

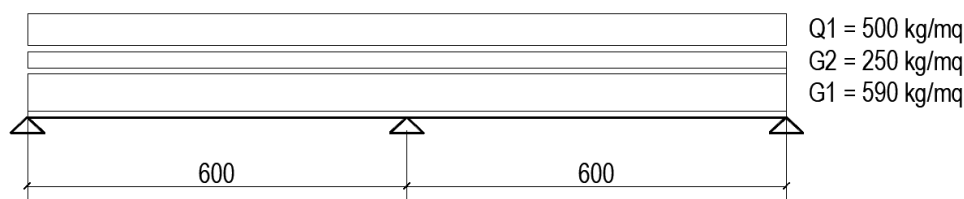
N° rev.	Data:	Motivo della revisione	Emessa da:	Approvata da:
01	Dicembre 2024	Prima emissione	CMZ	CMZ

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su n.2 appoggi :



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

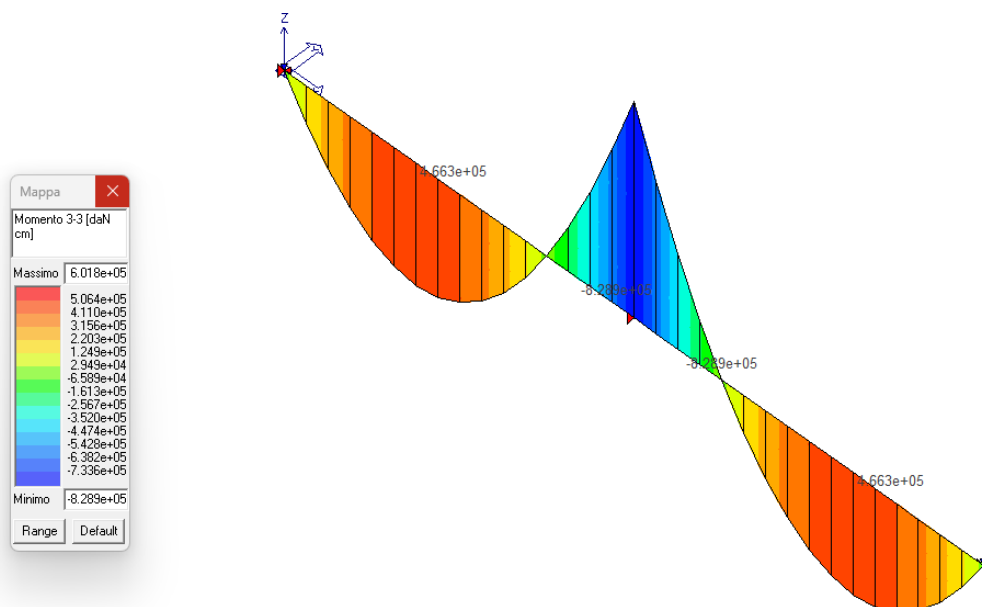
Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove

$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$



Sollecitazioni flessionali - ANTE

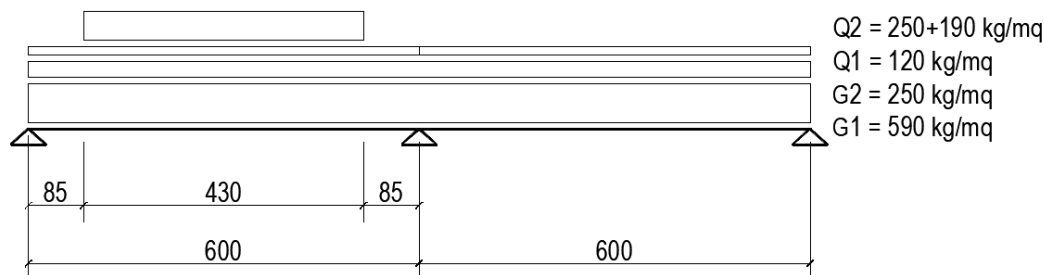
Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

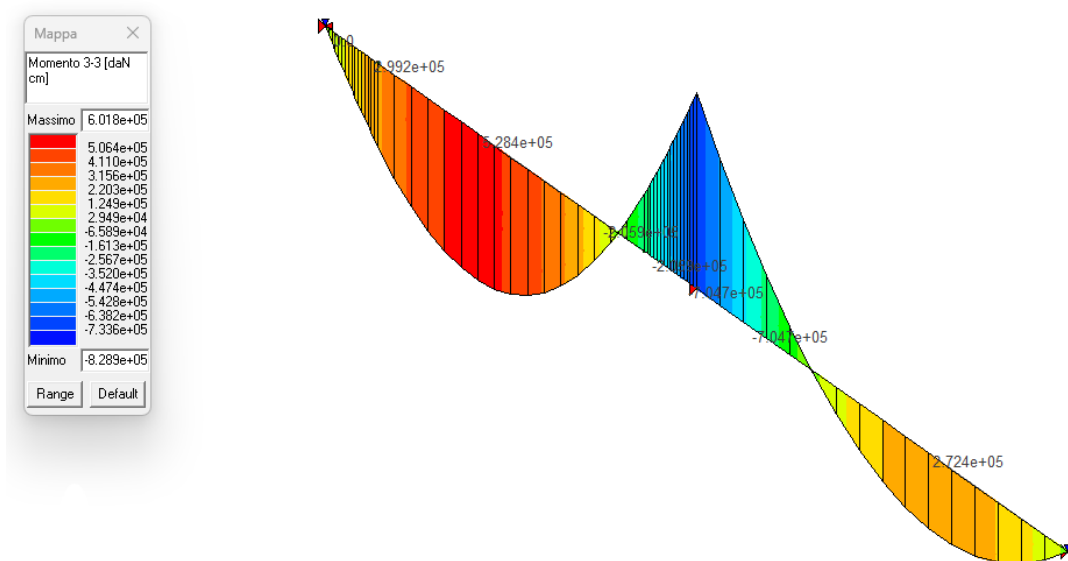
VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.



Schema statico POST

A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1,5$ .



Sollecitazioni flessionali – POST

Da un primo confronto in campata si evince che

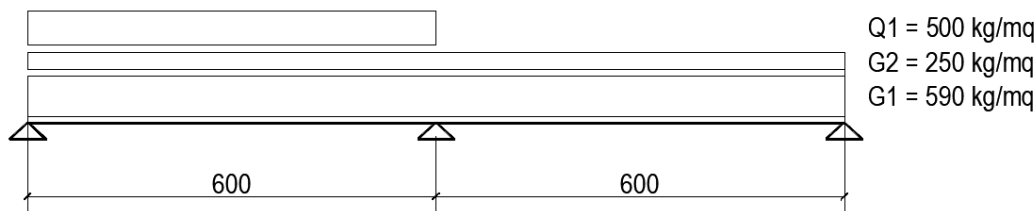
$M_{ANTE} = 46.63 \text{ kNm} < M_{POST} = 52.84 \text{ kNm}$  con un aumento dello stato di sollecitazione nella campata centrale pari al 13%.

A questo punto, non avendo a disposizione le armature del solaio, si confronta lo schema statico POST intervento, con quello ANTE intervento, considerando il seguente schema di carico:

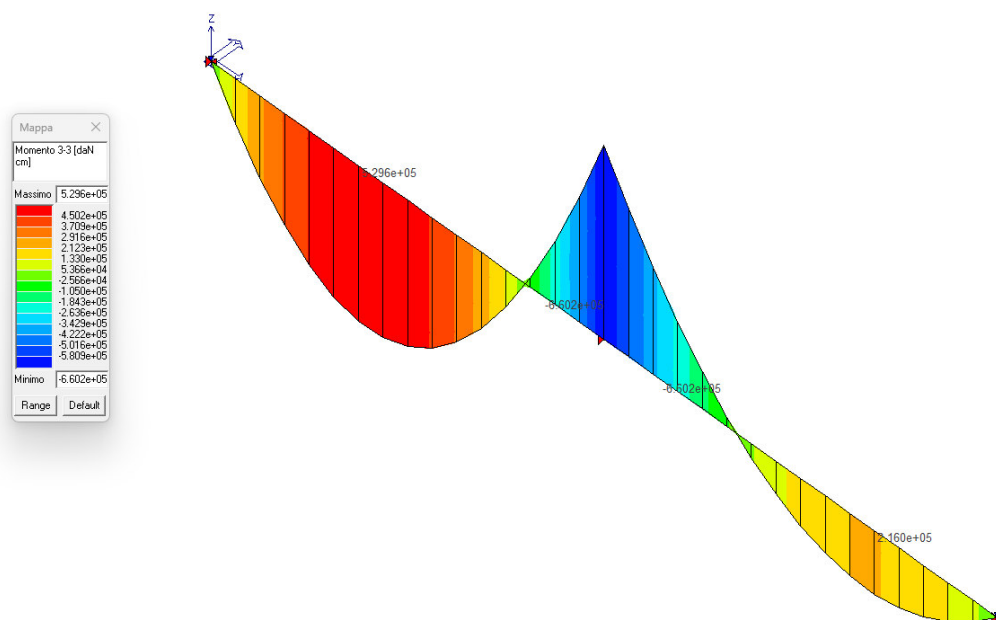
RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Schema statico POST



Sollecitazioni flessionali – POST






Nel riepilogo finale si individueranno le sollecitazioni massima tra le due condizioni, considerando un involuppo.

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

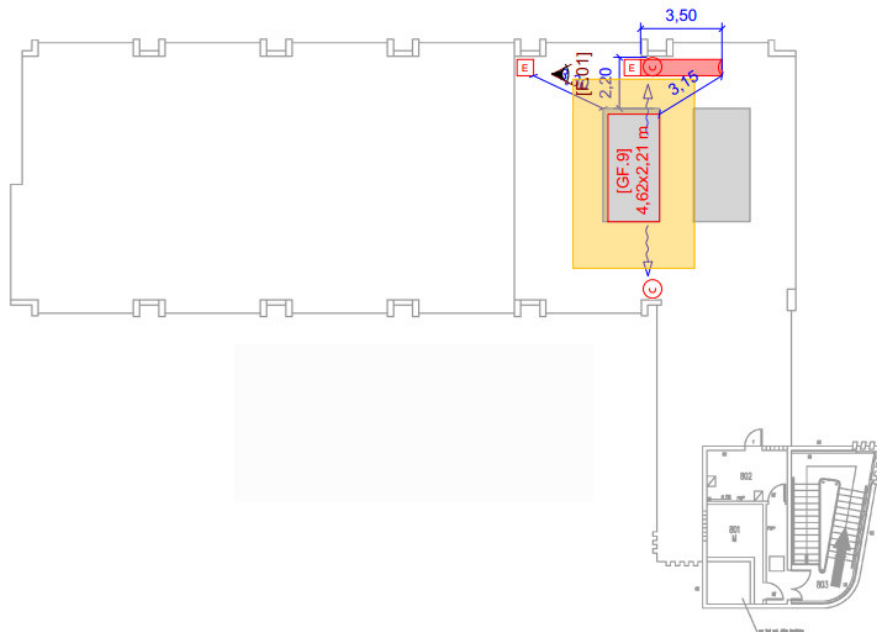
### 3.2. FABBRICATO ISMAR

LEGENDA	
	Ingombro nuovo Gruppo Frigorifero
	Basamento su travi IPE da realizzare
	Basamento in cls esistente
	Bocchetta scarico acque meteoriche esistente
	Estrattore cappa da laboratori

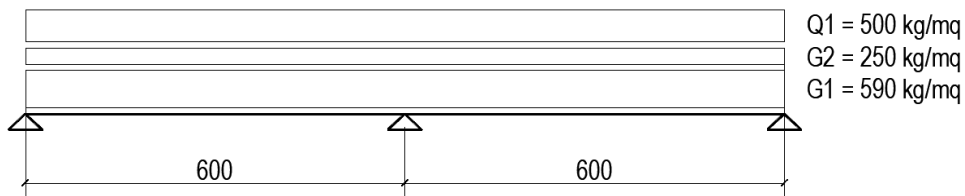
LAVORAZIONE DA ESEGUIRE  
SU INTERFERENZE [R454B] (dist.min.3 m)

Prolungamento canale circolare (D100) in  
acciaio di estrazione cappe dai laboratori ai  
piani inferiori

[ISMAR]



Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su n.2 appoggi :



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$



RT RV01

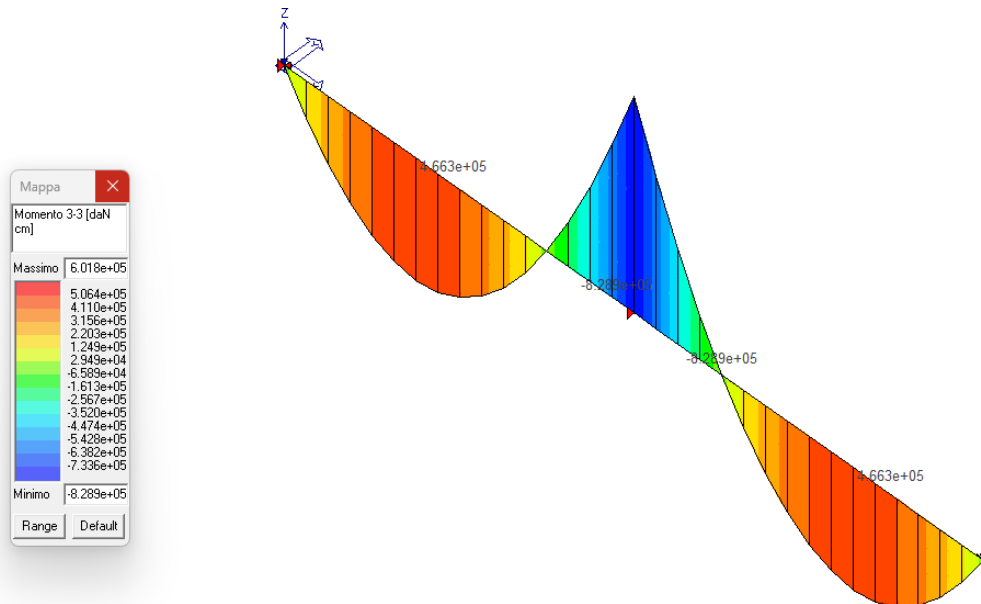
RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

dove

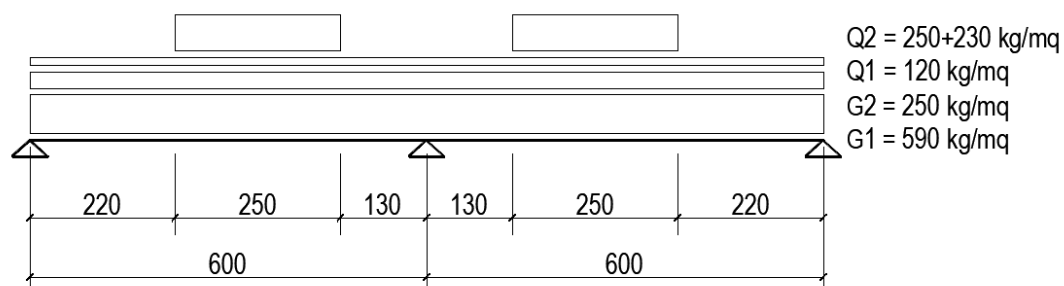
$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$



Sollecitazioni flessionali - ANTE

Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.



Schema statico POST

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**

Come visibile dallo schema si considera il carico dato dalla macchina su entrambe le campate, questo dato che la situazione attuale prevede due basamenti e quindi due diversi macchinari. Per semplicità si è considerato il medesimo carico della macchina.



Vista copertura ISMAR

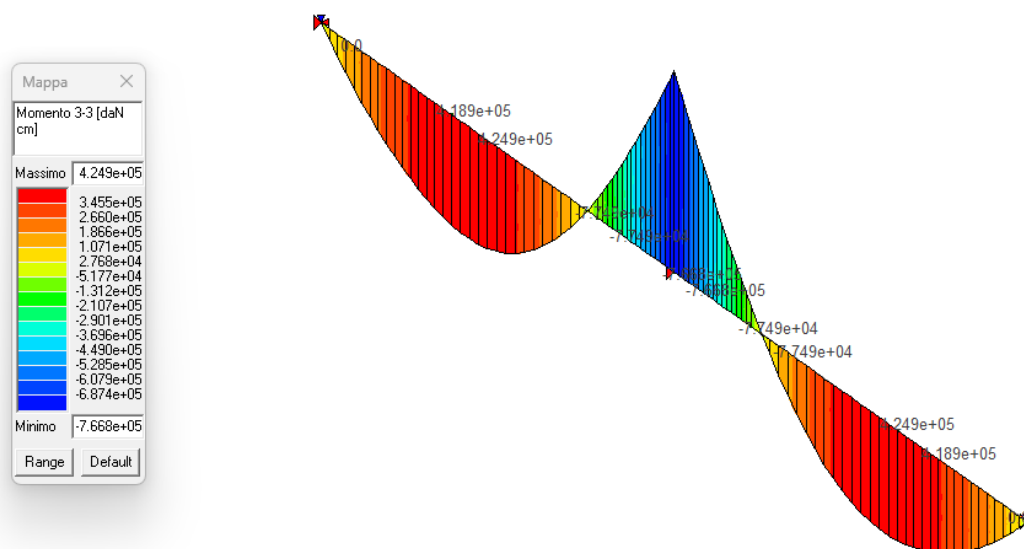
La macchina a sinistra è quella oggetto di sostituzione, mentre l'altra è stata sostituita diverso tempo fa.

A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1,5$ .

RT RV01

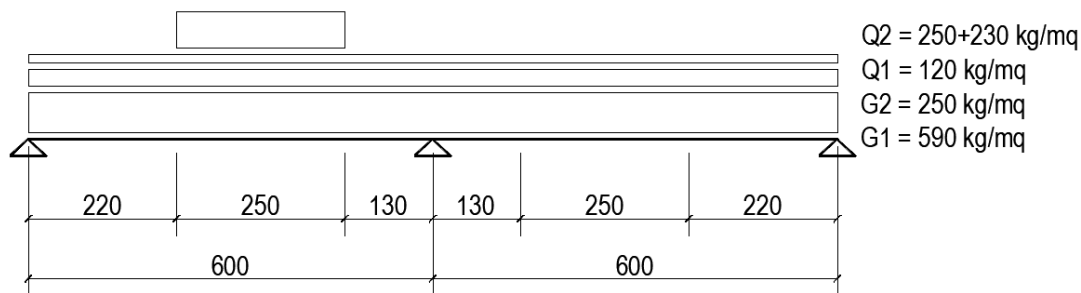
RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Sollecitazioni flessionali – POST

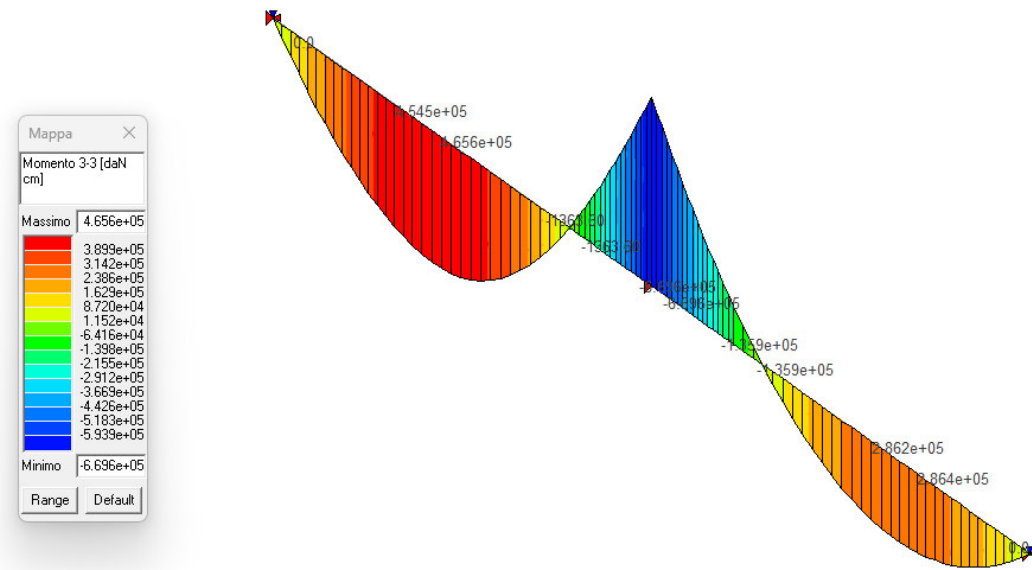
Come si evince dalle sollecitazioni, considerare un il carico simmetrico rispetto all'appoggio centrale comporta una situazione maggiormente a sfavore di sicurezza per la sollecitazione in mezzzeria rispetto la situazione con solo una campata caricata dal peso della macchina. Si procede quindi all'individuazione delle sollecitazioni in questa condizione.



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Sollecitazioni flessionali – POST

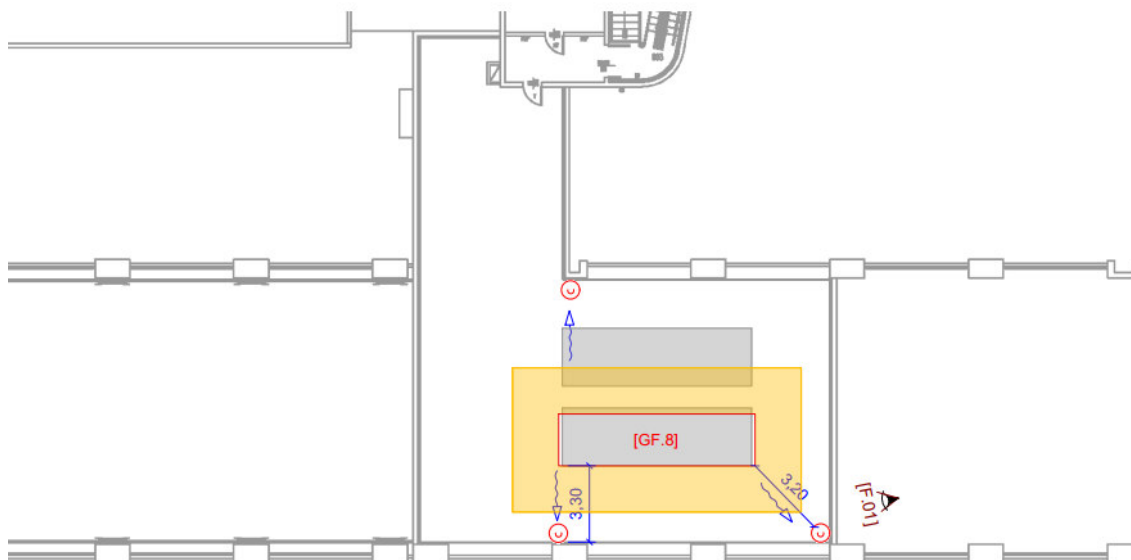
Nel riepilogo finale si individueranno le sollecitazioni massima tra le due condizioni, considerando un involucro.

### 3.3. FABBRICATO IMM

- LEGENDA**
- Ingombro nuovo Gruppo Frigorifero
  - Basamento su travi IPE da realizzare
  - Basamento in cls esistente
  - C Bocchetta scarico acque meteoriche esistente
  - E Estrattore cappa da laboratori

LAVORAZIONE DA ESEGUIRE  
SU INTERFERENZE [R454B] (dist.min.3 m)

[IMM]

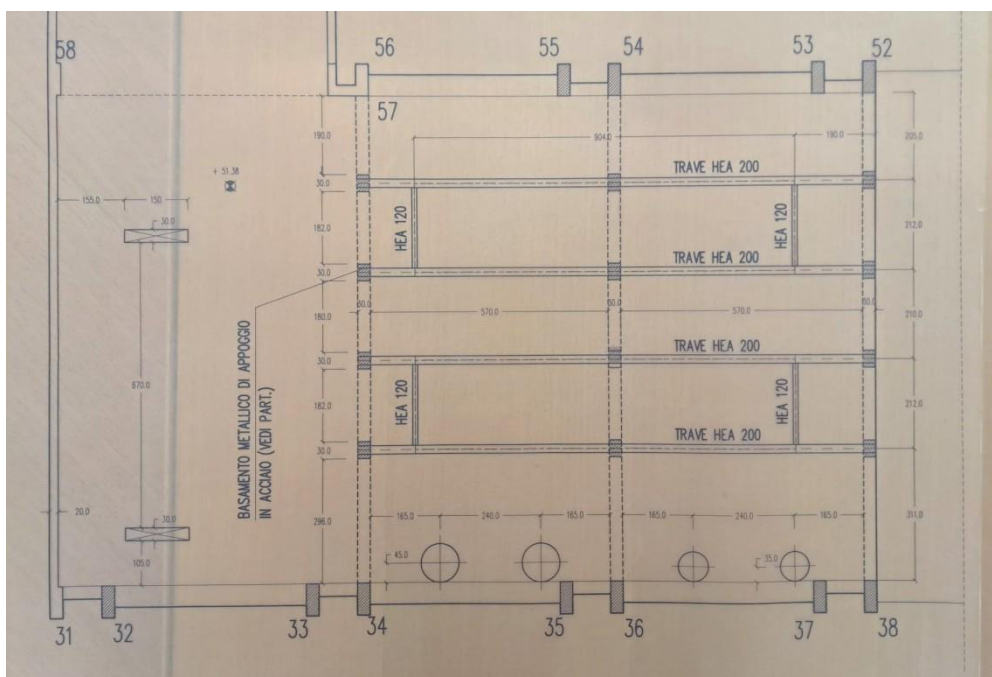


RT RV01

RELAZIONE TECNICA

**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**

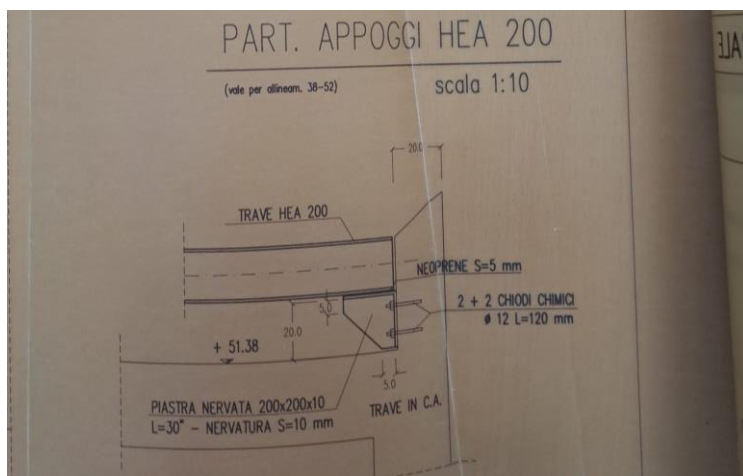
Il fabbricato in questo caso prevede una ripartizione del peso della macchina esistente attraverso un sistema di profili di acciaio integrato già in fase di realizzazione del fabbricato. Si allegano alcuni estratti delle tavole esecutive del solaio in questione (Elaborato del Progetto strutturale – Istituto LAMEL S.05.016 bis – solaio a quota +51.38 – basamento gruppi frigo)



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Si allegano anche alcuni immagini fotografiche dello stato di fatto:





RT RV01

RELAZIONE TECNICA

**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**



Di seguito si è quindi riportata la verifica della struttura di acciaio esistente, costituita da profili HEA 200 realizzati in continuità su n.3 appoggi, con n.2 HEA 120 trasversali, a ripartizione dei carichi esistenti.

Il peso della macchina esistente è pari a 8068 kg, mentre quella in progetto prevede un peso pari a 6752 kg.

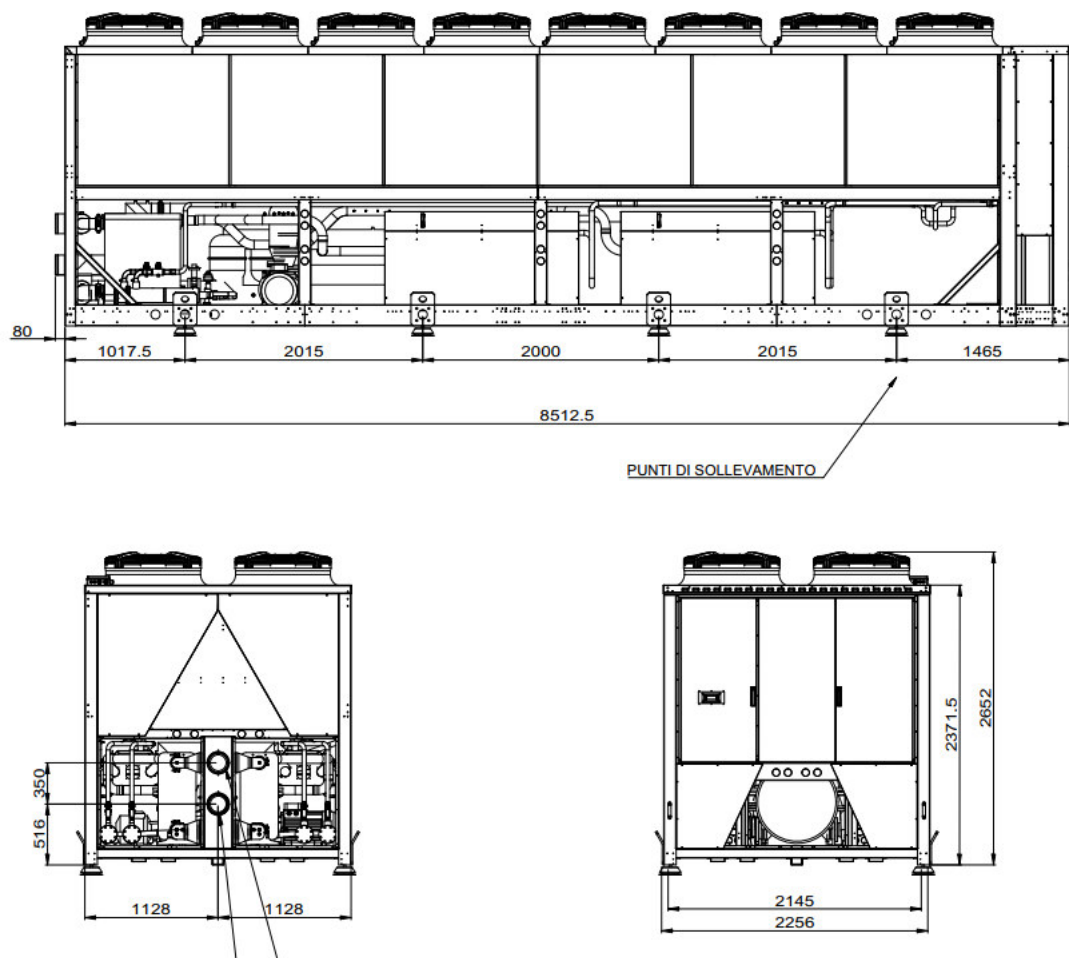
Considerando che in entrambi i casi i punti di scarico sono n.8, è stata riportata la verifica solo dello stato POST intervento, quello oggetto di verifica.

Rispetto alla carpenteria esistente, per poter rispettare le dimensioni geometriche e i punti di scarico del nuovo macchinario, è stato previsto l'inserimento di alcuni profili aggiuntivi, trasversali a quelli principali, e ad essi appoggiati, aventi sezione HEA 120.

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Considerando il peso complessivo della macchina in funzionamento pari a 6752 kg, si è considerato che ogni singolo appoggio trasmette un carico dovuto al peso della macchina pari a :  
 $N_1 = 6752 / 8 = 844 \text{ kg} \approx 900 \text{ kg}$

Inoltre in corrispondenza dell'appoggio della macchina ai sottostanti profili si trasmette anche il carico dovuto al peso della neve; cautelativamente si considera un'area di influenza per ogni appoggio pari a

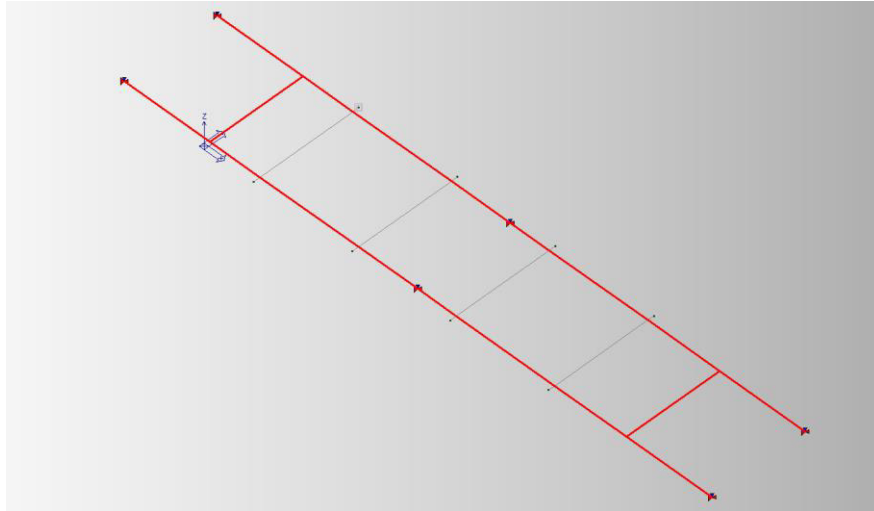
$$N_2 = 120 \text{ kg/mq} \times 2,00 \times 1,15 = 276 \text{ kg} \approx 300 \text{ kg}$$

Si allegano immagini del modello di calcolo:

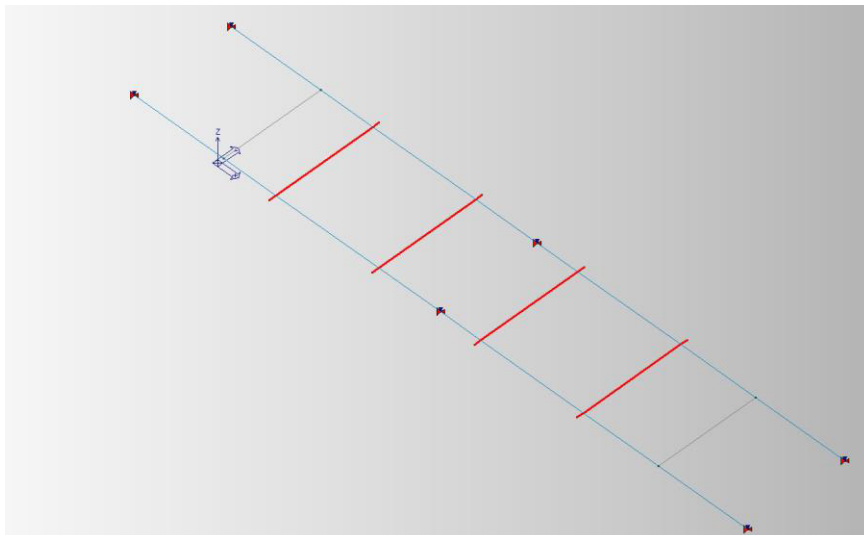
RT RV01

RELAZIONE TECNICA

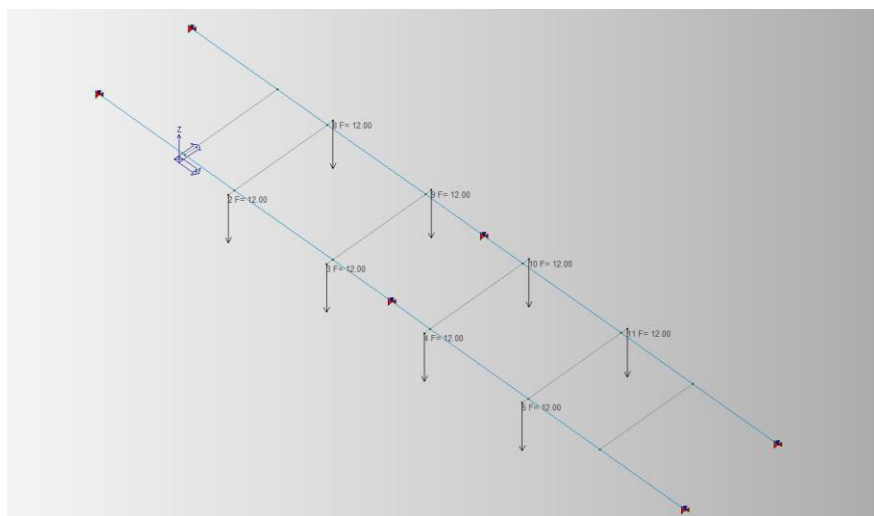
**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**



Assonometria con evidenziati in rosso i profili esistenti



Assonometria con evidenziati in rosso i profili nuovi



Assonometria con carichi variabili applicati ai nodi  $N = 900 + 300 = 1200 \text{ kg} = 12 \text{ kN}$

Commessa: **E1820 CNR**

Pag.: --21 di 60

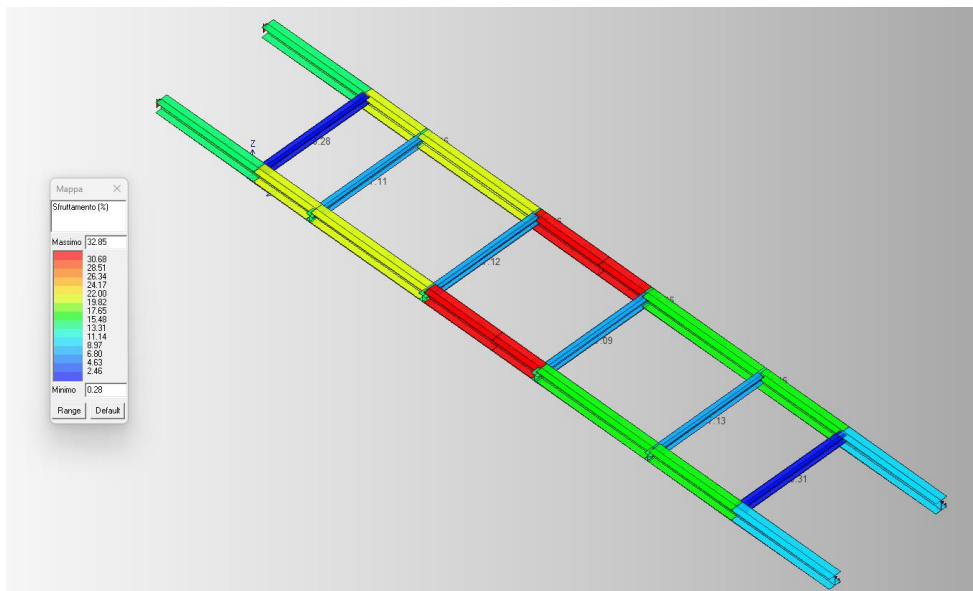
N° rev.	Data:	Motivo della revisione	Emessa da:	Approvata da:
01	Dicembre 2024	Prima emissione	CMZ	CMZ

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

In maniera automatizzata il programma effettua le verifiche sui profili riportando l'indice di sfruttamento: se tale valore è inferiore al 100%, le verifiche sono soddisfatte.



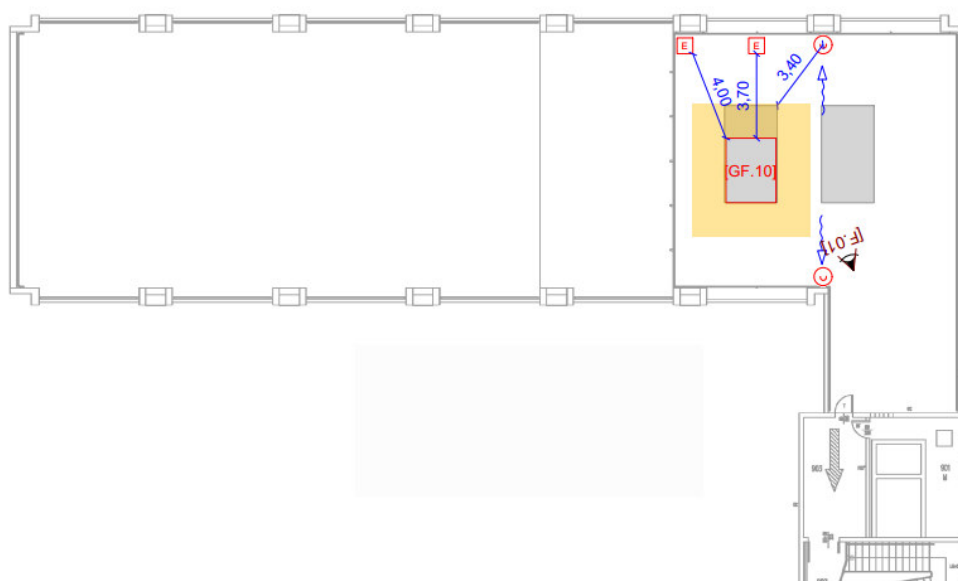
La % maggiore di sfruttamento è pari a 33% > 100%. Le verifiche di resistenza sono soddisfatte.

### 3.4. FABBRICATO ISAC

- LEGENDA**
- Ingombro nuovo Gruppo Frigorifero
  - Basamento su travi IPE da realizzare
  - Basamento in cls esistente
  - U Bocchetta scarico acque meteoriche esistente
  - E Estrattore cappa da laboratori

LAVORAZIONE DA ESEGUIRE  
SU INTERFERENZE [R454B] (dist.min.3 m)

[ISAC]

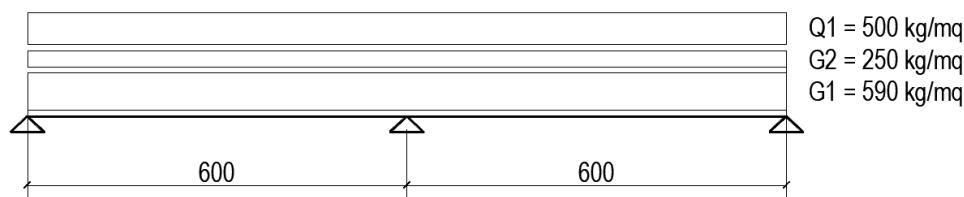


Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su n.2 appoggi :

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

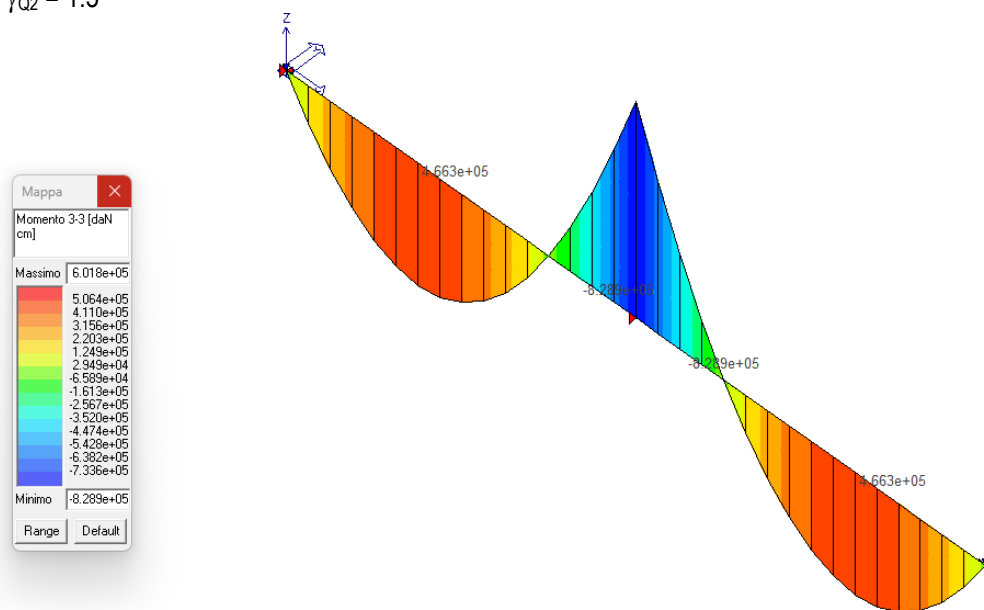
Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove

$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$



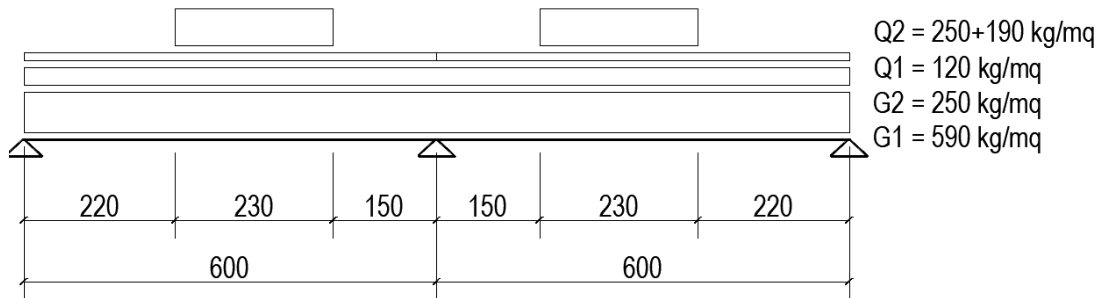
Sollecitazioni flessionali - ANTE

Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**



Schema statico POST

Come visibile dallo schema si considera il carico dato dalla macchina su entrambe le campate, questo dato che la situazione attuale prevede due basamenti e quindi due diversi macchinari. Per semplicità si è considerato il medesimo carico della macchina.



Vista copertura ISAC

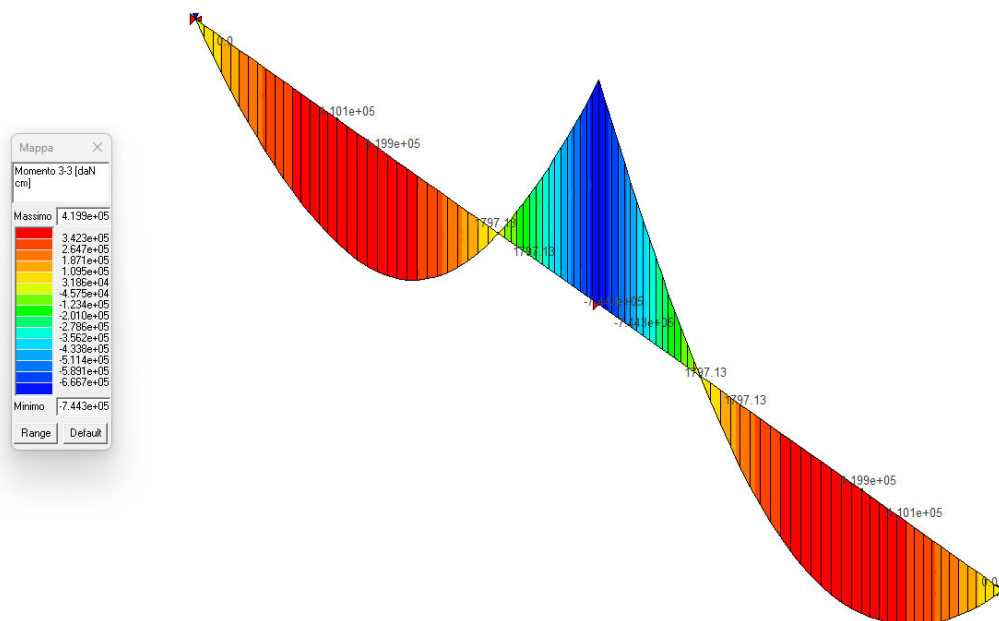
La macchina a sinistra è quella oggetto di sostituzione, mentre l'altra è stata sostituita diverso tempo fa. A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1,5$ .



RT RV01

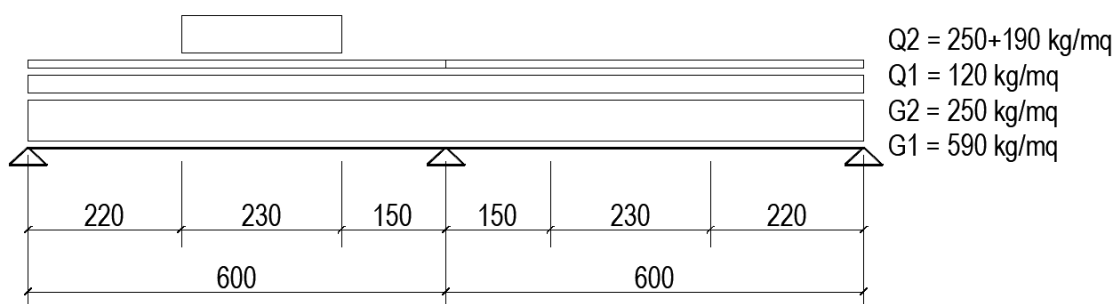
RELAZIONE TECNICA

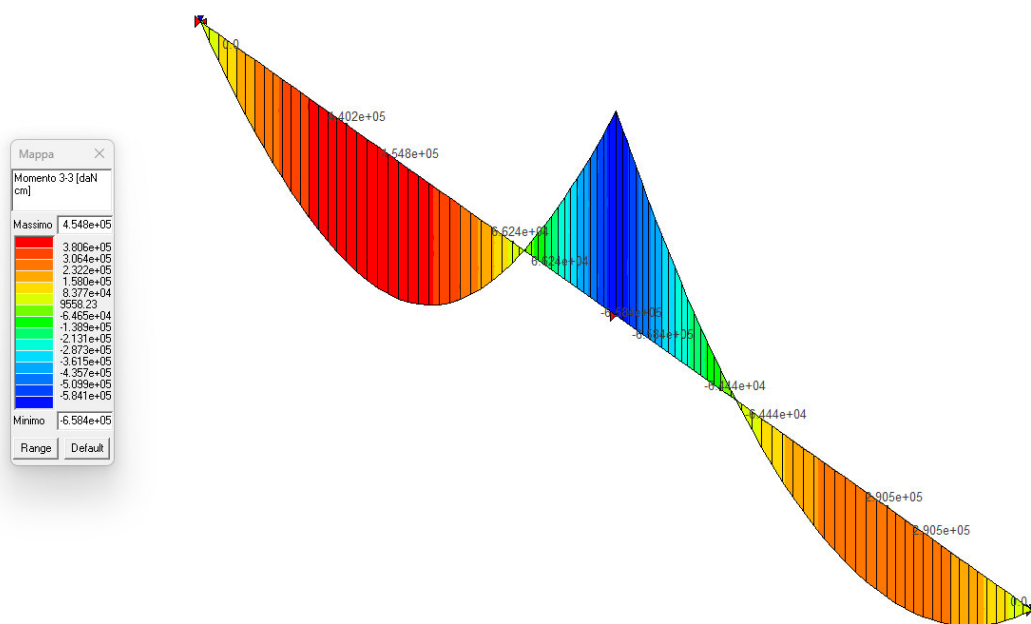
VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Sollecitazioni flessionali – POST

Come si evince dalle sollecitazioni, considerare un carico simmetrico rispetto all'appoggio centrale comporta una situazione maggiormente a sfavore di sicurezza per la sollecitazione in mezzera rispetto la situazione con solo una campata caricata dal peso della macchina. Si procede quindi all'individuazione delle sollecitazioni in questa condizione.










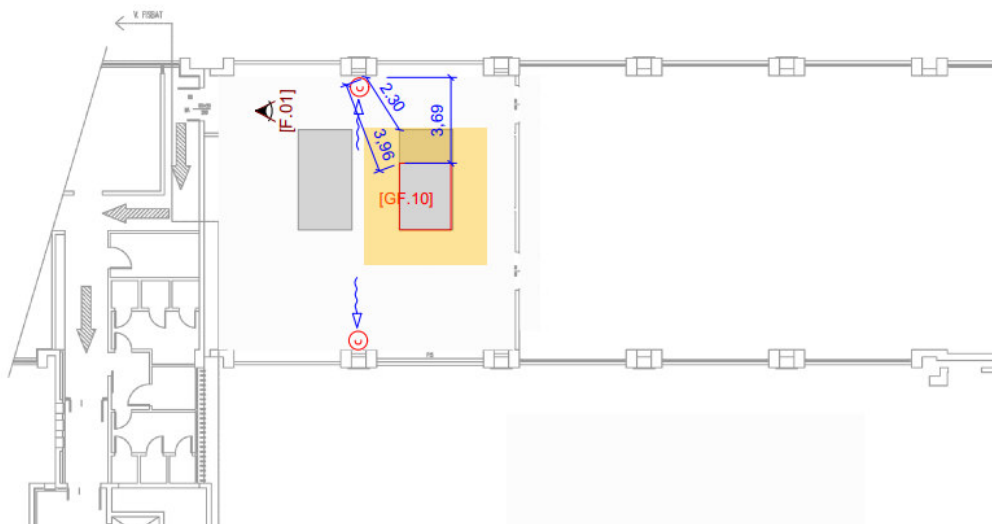
### Sollecitazioni flessionali – POST

Nel riepilogo finale si individueranno le sollecitazioni massima tra le due condizioni, considerando un inviluppo.

### 3.5. FABBRICATO IRA

<p><b>LEGENDA</b></p> <p> Ingombro nuovo Gruppo Frigorifero</p> <p> Basamento su travi IPE da realizzare</p> <p> Basamento in cls esistente</p> <p> Bocchetta scarico acque meteoriche esistente</p> <p> Estrattore cappa da laboratori</p>	<p><b>LAVORAZIONE DA ESEGUIRE SU INTERFERENZE [R454B] (dist.min.3 m)</b></p> <p>--</p>
--	--

[IRA]

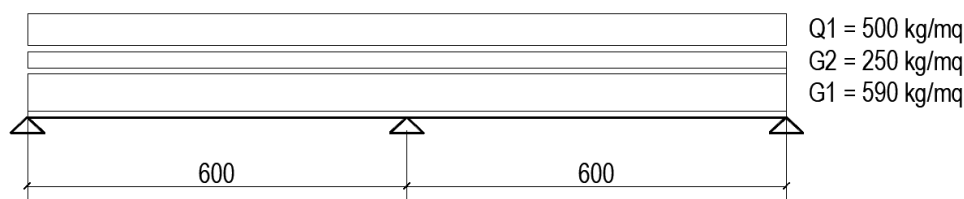


RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su n.2 appoggi :



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

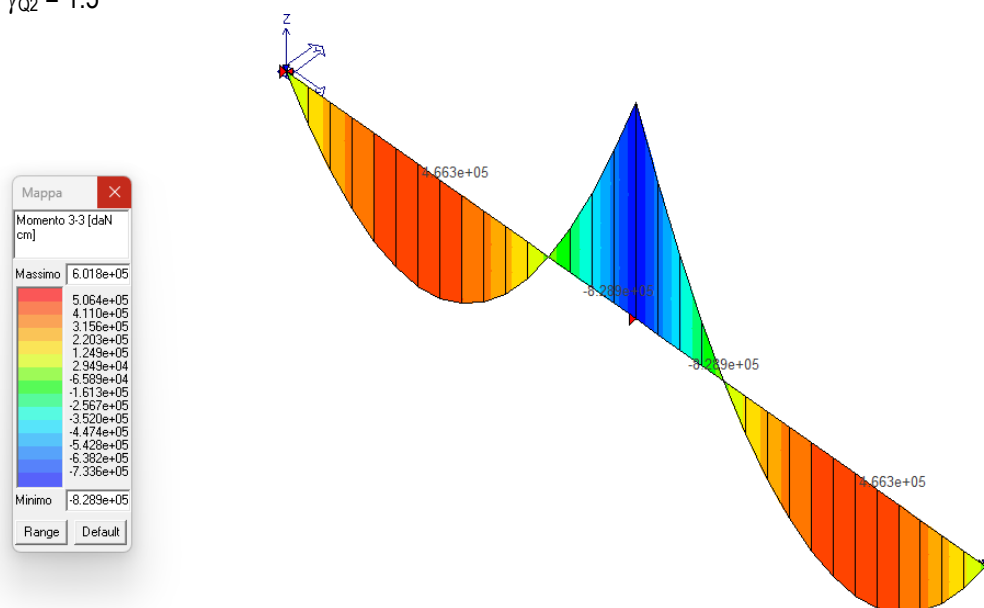
Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove

$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$



Sollecitazioni flessionali - ANTE

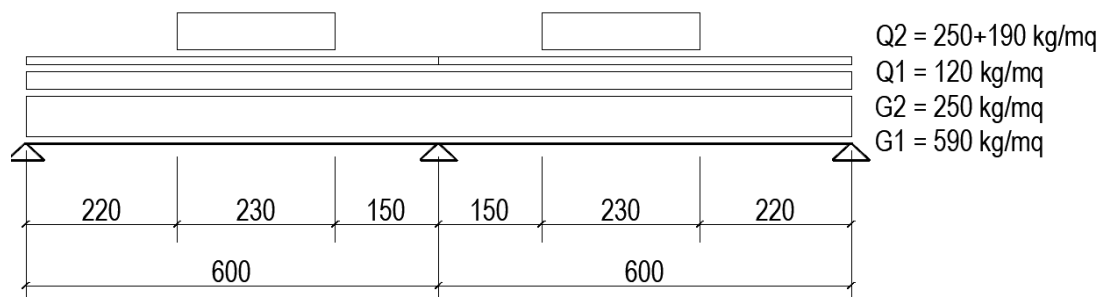
Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.



Schema statico POST

Come visibile dallo schema si considera il carico dato dalla macchina su entrambe le campate, questo dato che la situazione attuale prevede due basamenti e quindi due diversi macchinari. Per semplicità si è considerato il medesimo carico della macchina.



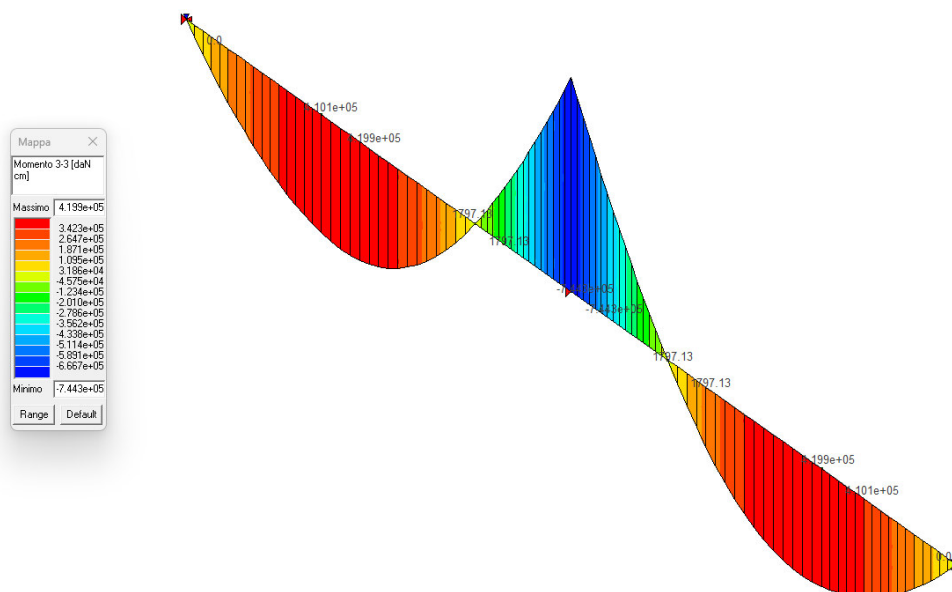
Vista copertura IRA

La macchina a destra è quella oggetto di sostituzione, mentre l'altra è stata sostituita diverso tempo fa. A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1,5$ .

RT RV01

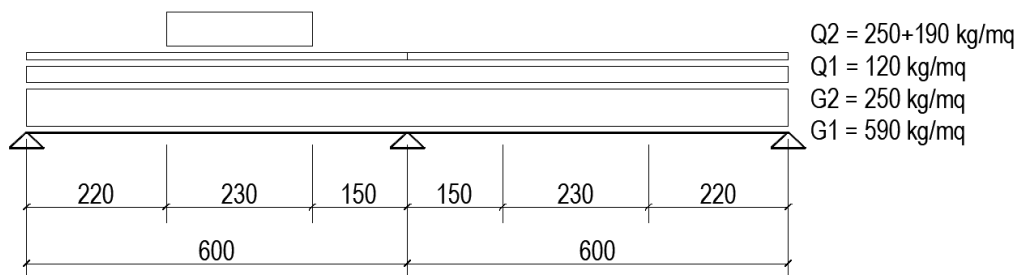
RELAZIONE TECNICA

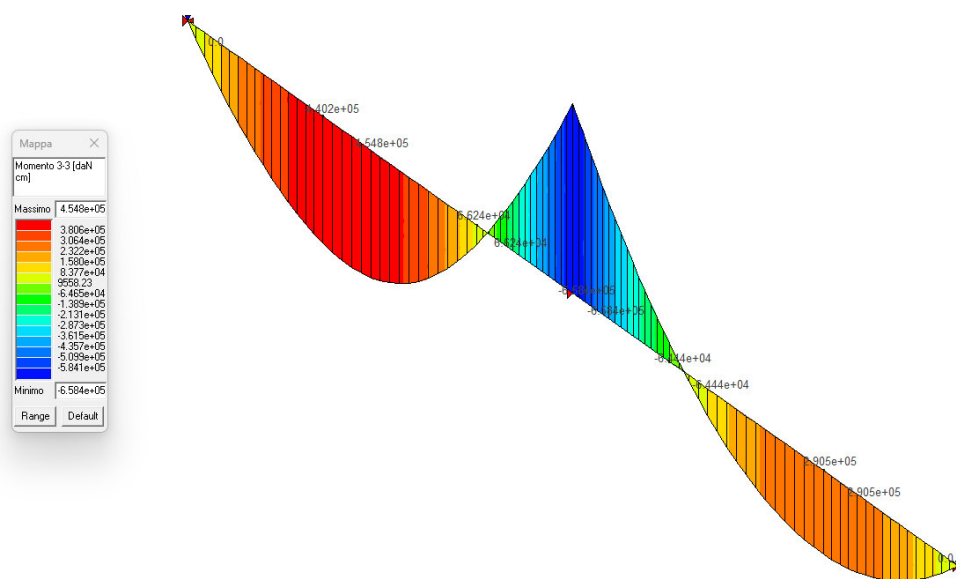
VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Sollecitazioni flessionali – POST

Come si evince dalle sollecitazioni, considerare un il carico simmetrico rispetto all'appoggio centrale comporta una situazione maggiormente a sfavore di sicurezza per la sollecitazione in mezzzeria rispetto la situazione con solo una campata caricata dal peso della macchina. Si procede quindi all'individuazione delle sollecitazioni in questa condizione.










### Sollecitazioni flessionali – POST

Nel riepilogo finale si individueranno le sollecitazioni massima tra le due condizioni, considerando un inviluppo.

### 3.6. FABBRICATO OAS

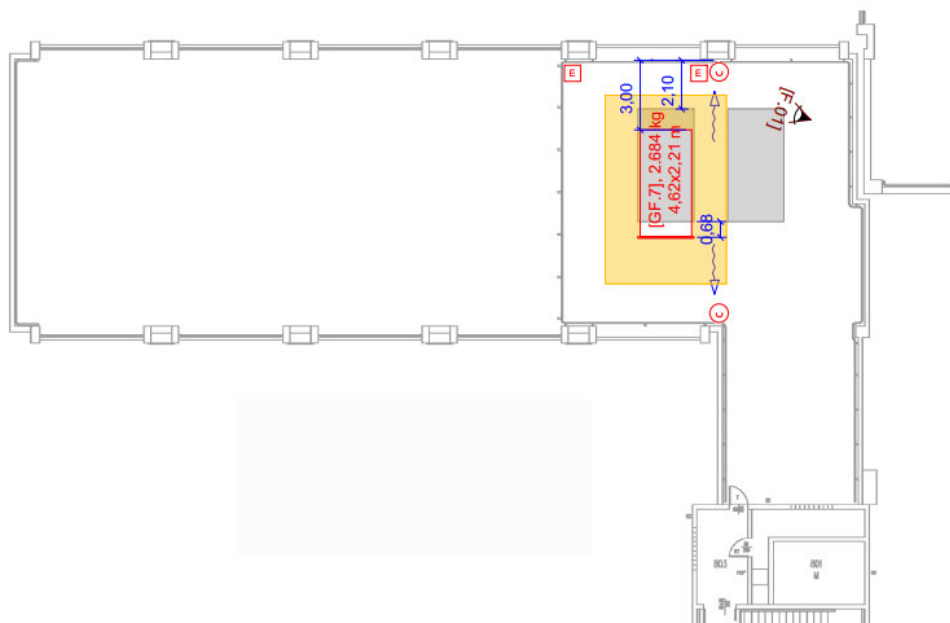
**LEGENDA**

-  Ingombro nuovo Gruppo Frigorifero
-  Basamento su travi IPE da realizzare
-  Basamento in cls esistente
-  Bocchetta scarico acque meteoriche esistente
-  Estrattore cappa da laboratori

**LAVORAZIONE DA ESEGUIRE  
SU INTERFERENZE [R454B] (dist.min.3 m)**

Collocazione traslata del nuovo GF rispetto il basamento esistente, con integrazione di quest'ultimo mediante trave IPE180 rifinta con coppella in guaina impermeabilizzante in attacco al manto esistente

[OAS]



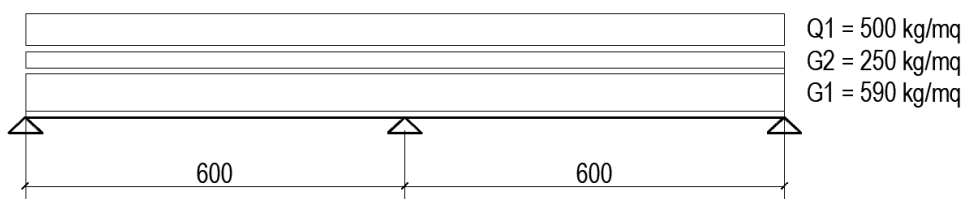


RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su n.2 appoggi :



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

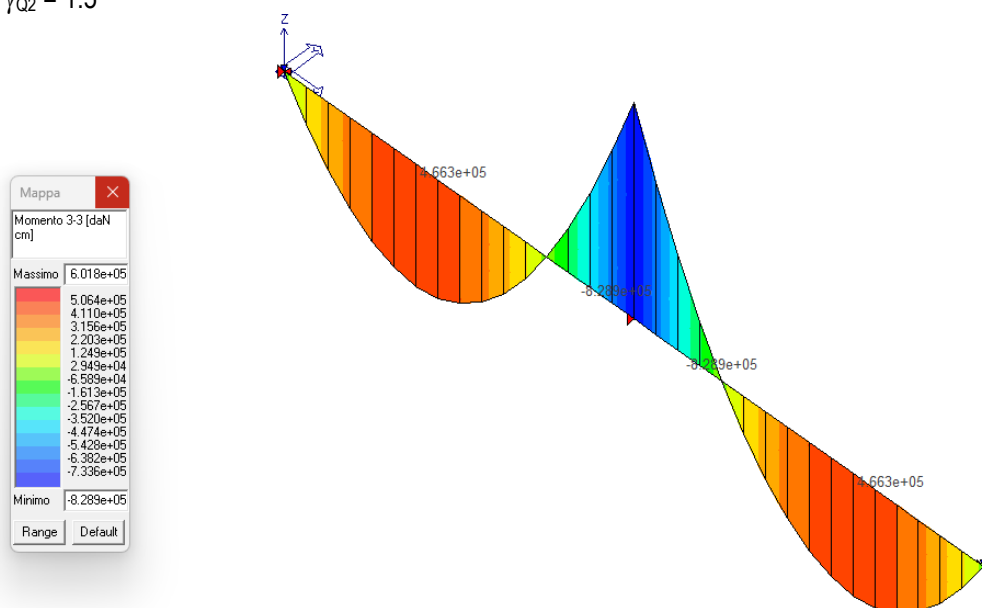
Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove

$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$



Sollecitazioni flessionali - ANTE

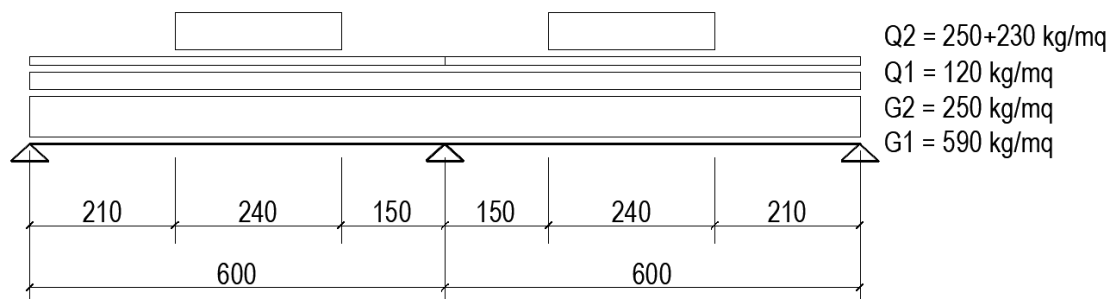
Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

**VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA**

di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.



Schema statico POST

Come visibile dallo schema si considera il carico dato dalla macchina su entrambe le campate, questo dato che la situazione attuale prevede due basamenti e quindi due diversi macchinari. Per semplicità si è considerato il medesimo carico della macchina.



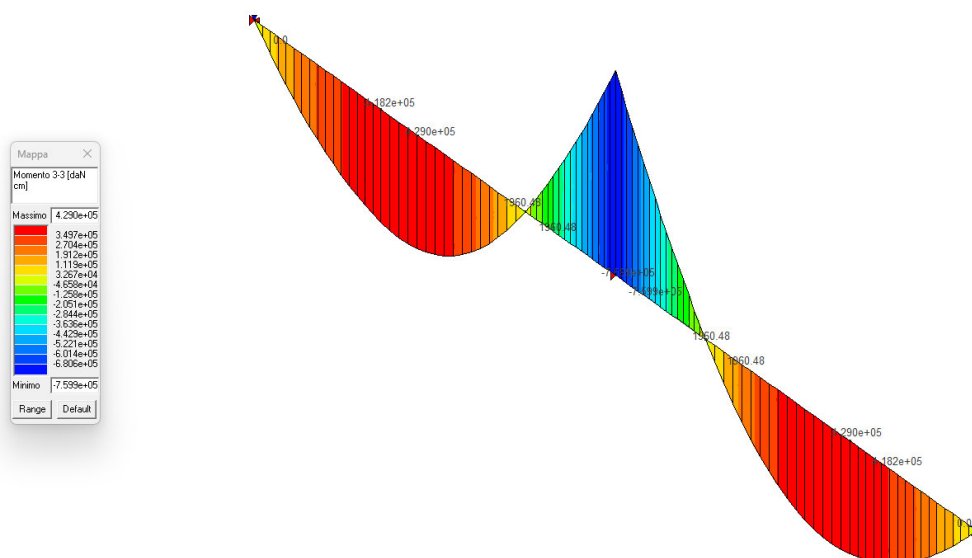
Vista copertura OAS

La macchina a sinistra è quella oggetto di sostituzione, mentre l'altra è stata sostituita diverso tempo fa. A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1,5$ .

RT RV01

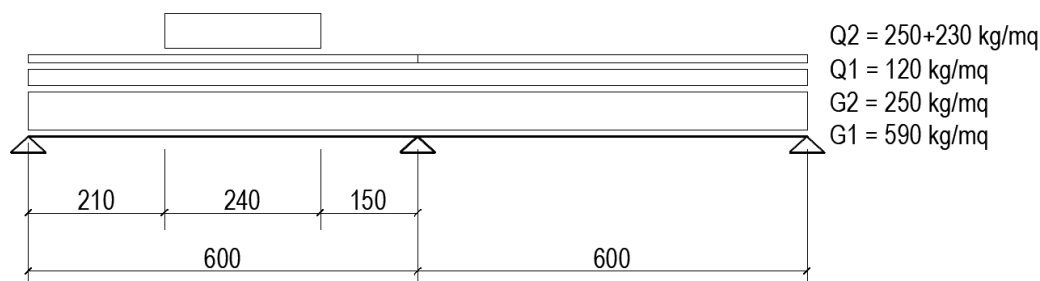
RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Sollecitazioni flessionali – POST

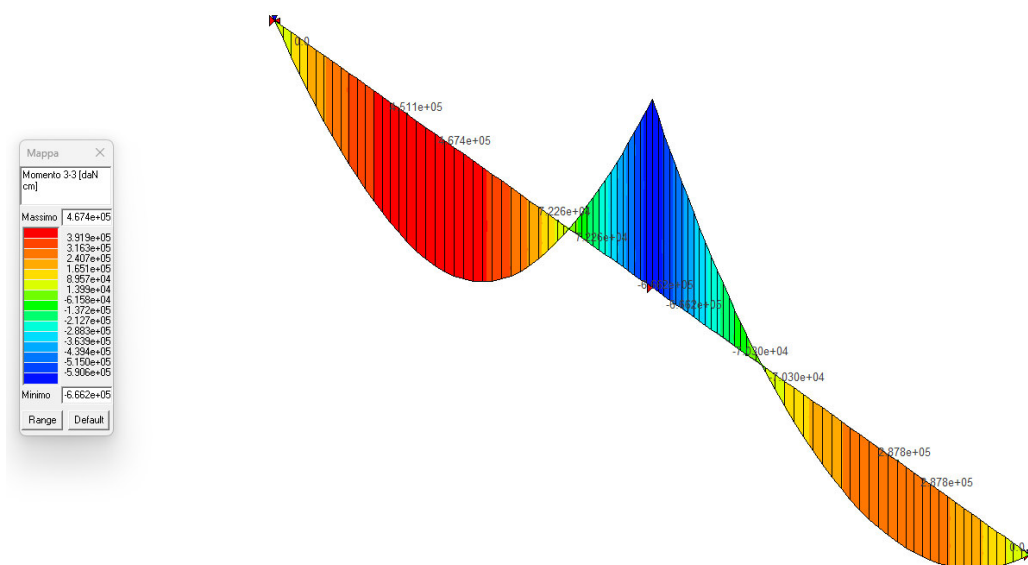
Come si evince dalle sollecitazioni, considerare un il carico simmetrico rispetto all'appoggio centrale comporta una situazione maggiormente a sfavore di sicurezza per la sollecitazione in mezzera rispetto la situazione con solo una campata caricata dal peso della macchina. Si procede quindi all'individuazione delle sollecitazioni in questa condizione.



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

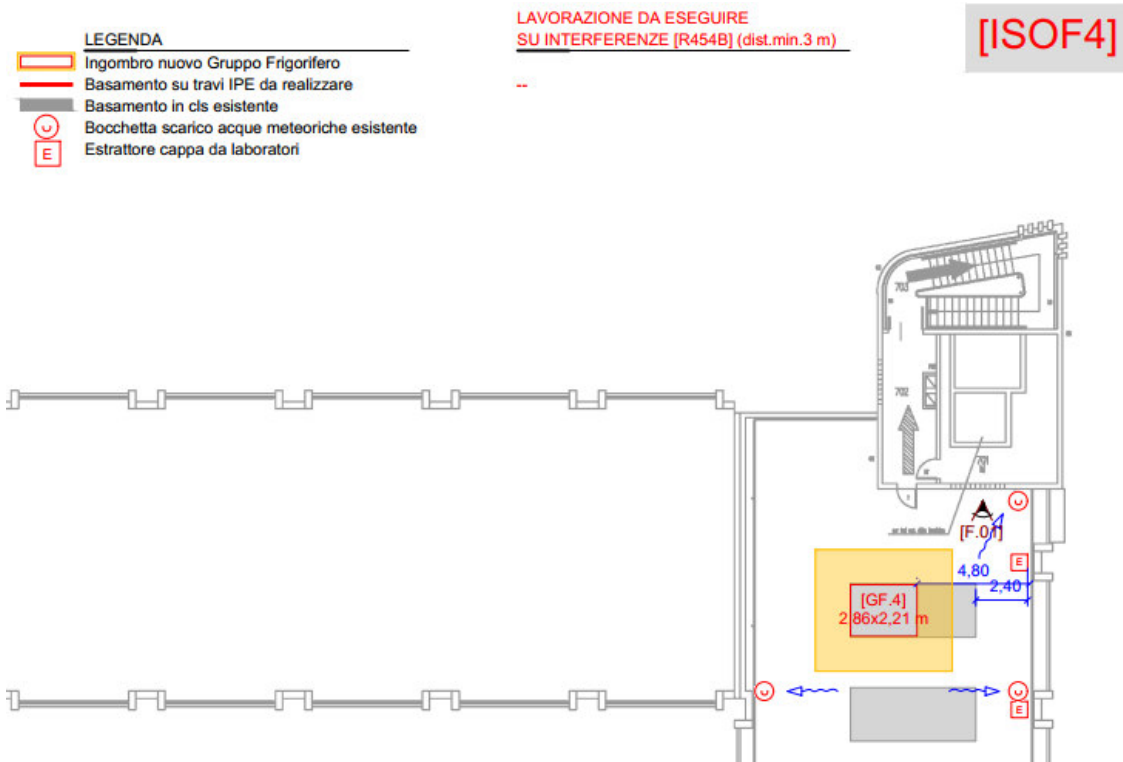
VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Sollecitazioni flessionali – POST

Nel riepilogo finale si individueranno le sollecitazioni massima tra le due condizioni, considerando un involuppo.

### 3.7. FABBRICATO ISO F4



Commessa: E1820 CNR

Pag.: --34 di 60

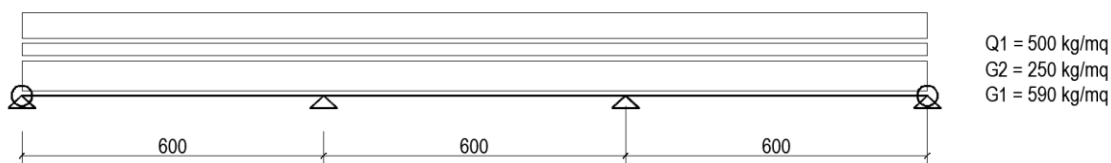
N° rev.	Data:	Motivo della revisione	Emessa da:	Approvata da:
01	Dicembre 2024	Prima emissione	CMZ	CMZ

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su n.3 appoggi, considerando all'estremità un incastro al 15% , valore plausibile con le armature indicate negli elaborati e con le considerazioni dell'epoca costruttiva:



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

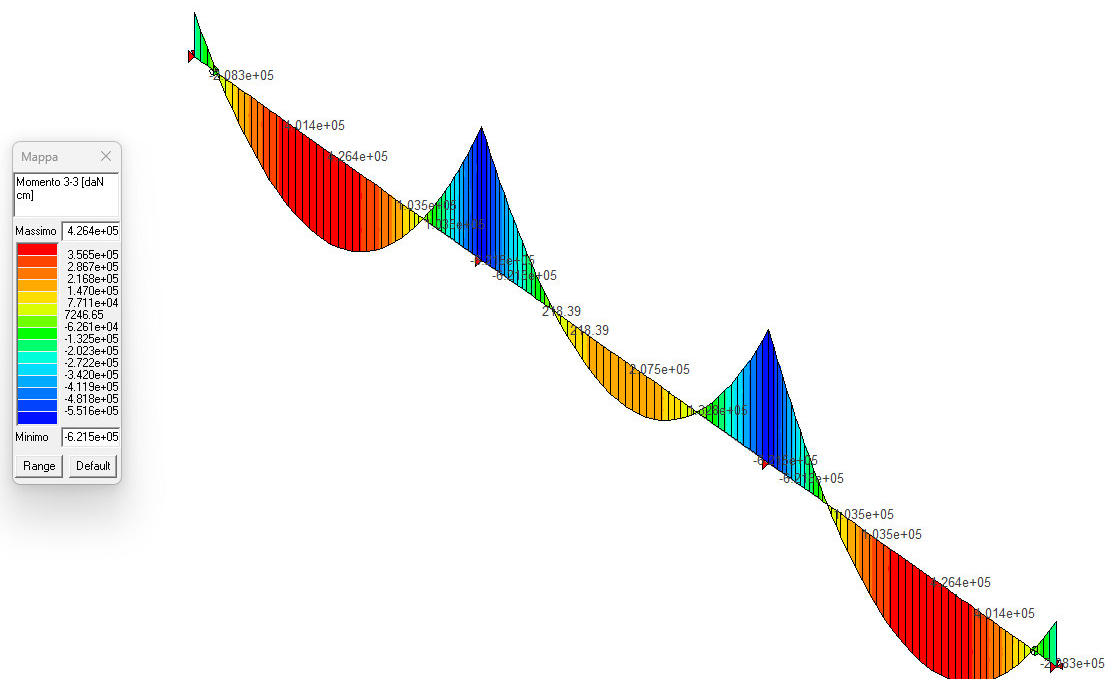
Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove

$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$



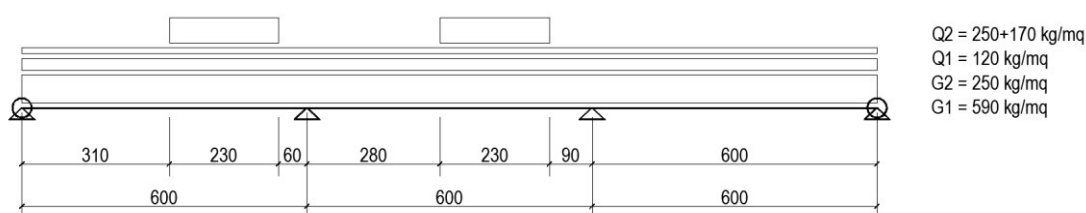
Sollecitazioni flessionali - ANTE

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.

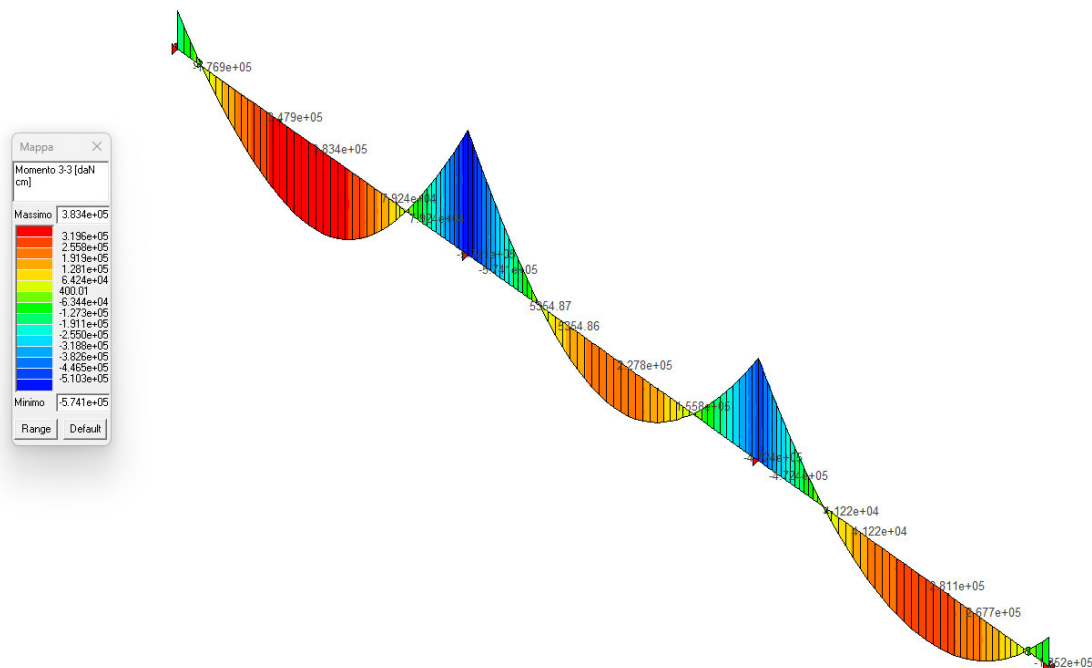


Schema statico POST

Come visibile dallo schema si considera il carico dato dalla macchina su entrambe le campate, questo dato che la situazione attuale prevede due basamenti e quindi due diversi macchinari.

Per semplicità si è considerato il medesimo carico della macchina.

A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1,5$  e ponendoli nella mezziera delle campate.



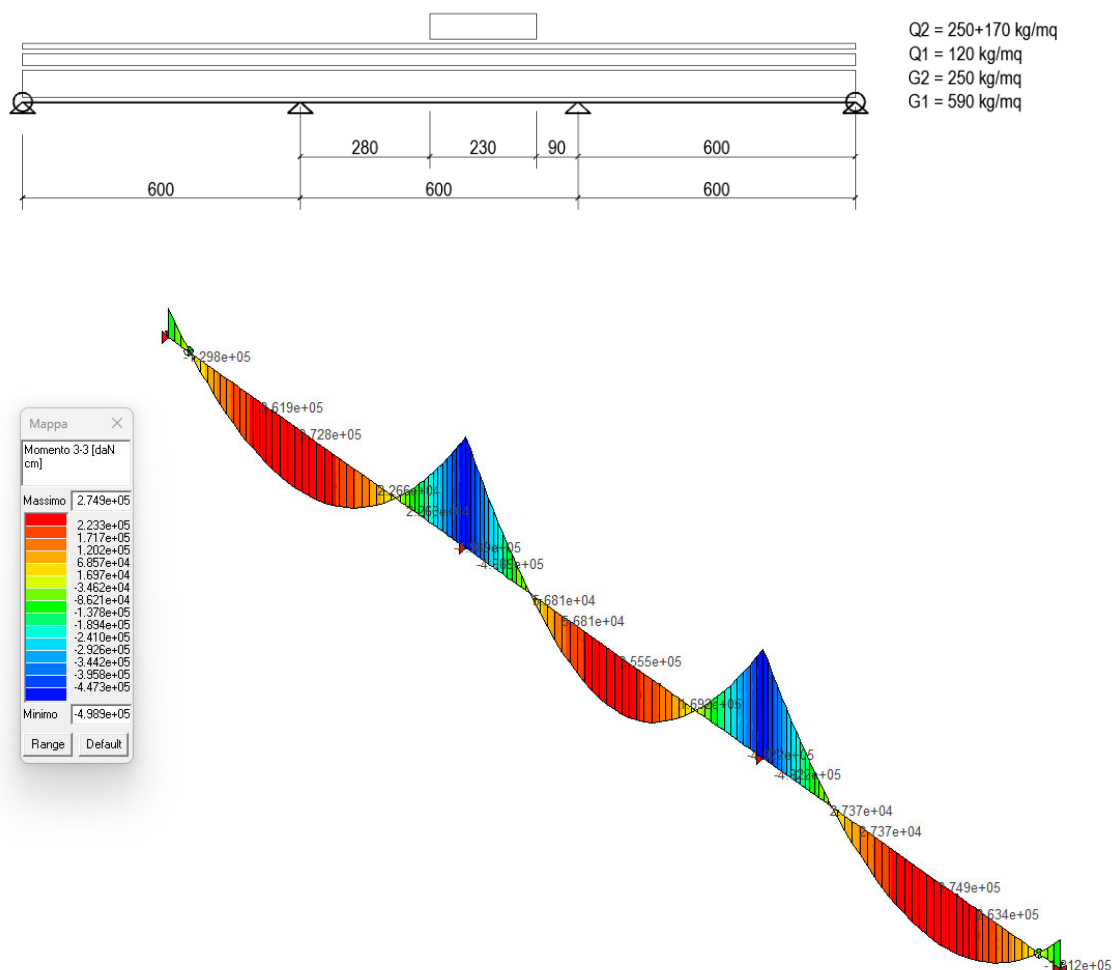
Sollecitazioni flessionali – POST

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Come si evince dalle sollecitazioni, considerare un il carico simmetrico rispetto all'appoggio centrale comporta una situazione maggiormente a sfavore di scurezza per la sollecitazione in mezzeria rispetto la situazione con solo una campata caricata dal peso della macchina. Si procede quindi all'individuazione delle sollecitazioni in questa condizione.



Sollecitazioni flessionali – POST

Da un primo confronto nella campata centrale, si evince che

$M_{ANTE} = 20.75 \text{ kNm} < M_{POST} = 25.55 \text{ kNm}$  con un aumento dello stato di sollecitazione nella campata centrale pari al 23%.

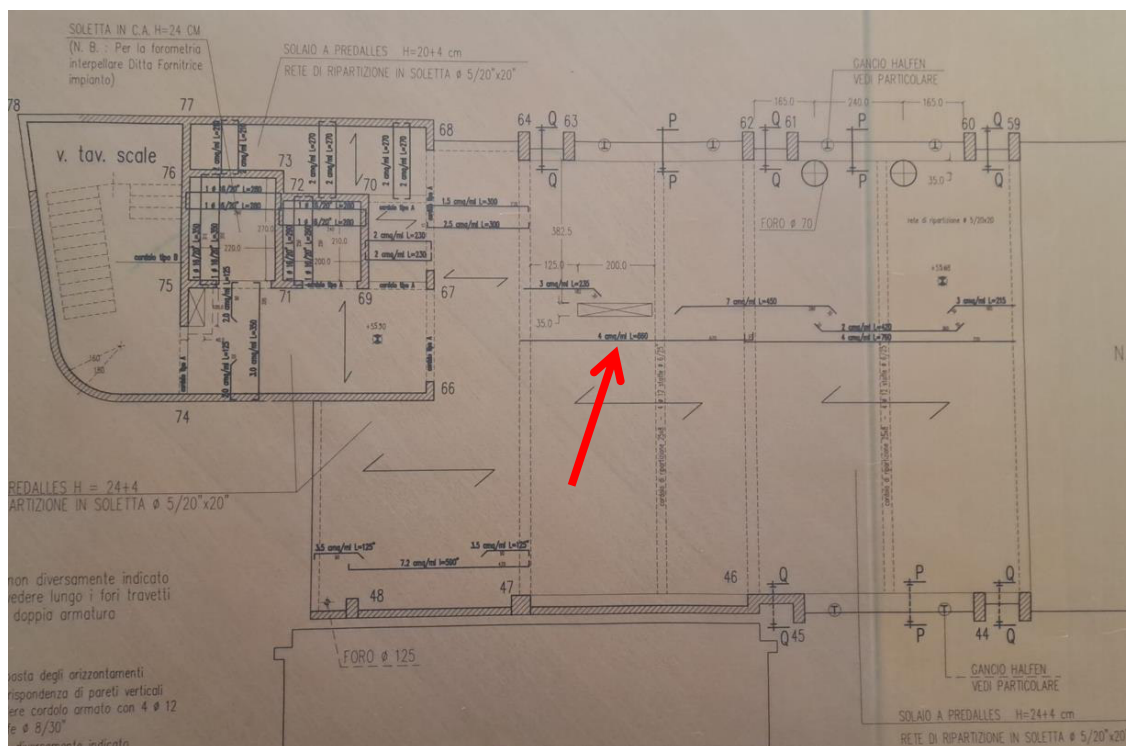
Dal progetto strutturale dell'ultimo impalcato del fabbricato emerge che in mezzeria si ha un'armatura pari a 4 cmq/ml



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Si allega la verifica della sezione 100x ( 24 + 4) con 4 cmq/ml

TITOLO : \_\_\_\_\_

N° strati barre 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	28	1	4	23,5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> 0 kNm  
M<sub>yEd</sub> 0

P.to applicazione N  
☒ Centro ☐ Baricentro cls  
☐ Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

M<sub>xRd</sub> 34,33 kNm

Materiali

FeB44k	C25/30
$\epsilon_{su}$ 67,5 ‰	$\epsilon_{c2}$ 2 ‰
$f_{yd}$ 373,9 N/mm²	$\epsilon_{cu}$ 3,5 ‰
$E_s$ 200.000 N/mm²	$f_{cd}$ 14,17 N/mm²
$E_s/E_c$ 15	$f_{cc}/f_{cd}$ 0,8
$\epsilon_{syd}$ 1,87 ‰	$\sigma_{c,adm}$ 9,75 N/mm²
$\sigma_{s,adm}$ 255 N/mm²	$\tau_{co}$ 0,6
	$\tau_{c1}$ 1,829

$\sigma_c$  -14,17 N/mm²  
 $\sigma_s$  373,9 N/mm²  
 $\epsilon_c$  3,5 ‰  
 $\epsilon_s$  60,04 ‰  
d 23,5 cm  
x 1,295 x/d 0,05509  
 $\delta$  0,7

Metodo di calcolo  
☒ S.L.U. + ☐ S.L.U. - ☐ Metodo n

Tipo flessione  
☒ Retta ☐ Devia

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello

☐ Precompresso

$M_r = 34,33 \text{ kNm} > 25,55 \text{ kNm}$

Quindi si può riepilogare che, nonostante le sollecitazioni post installazione, in corrispondenza della campata centrale, subirebbero un aumento pari a circa il 34%, la verifica di resistenza della sezione del solaio rimane comunque soddisfatta ( si precisa che il peso del macchinario di progetto, rispetto quello esistente, passa da 2820 kg a 2108 kg).

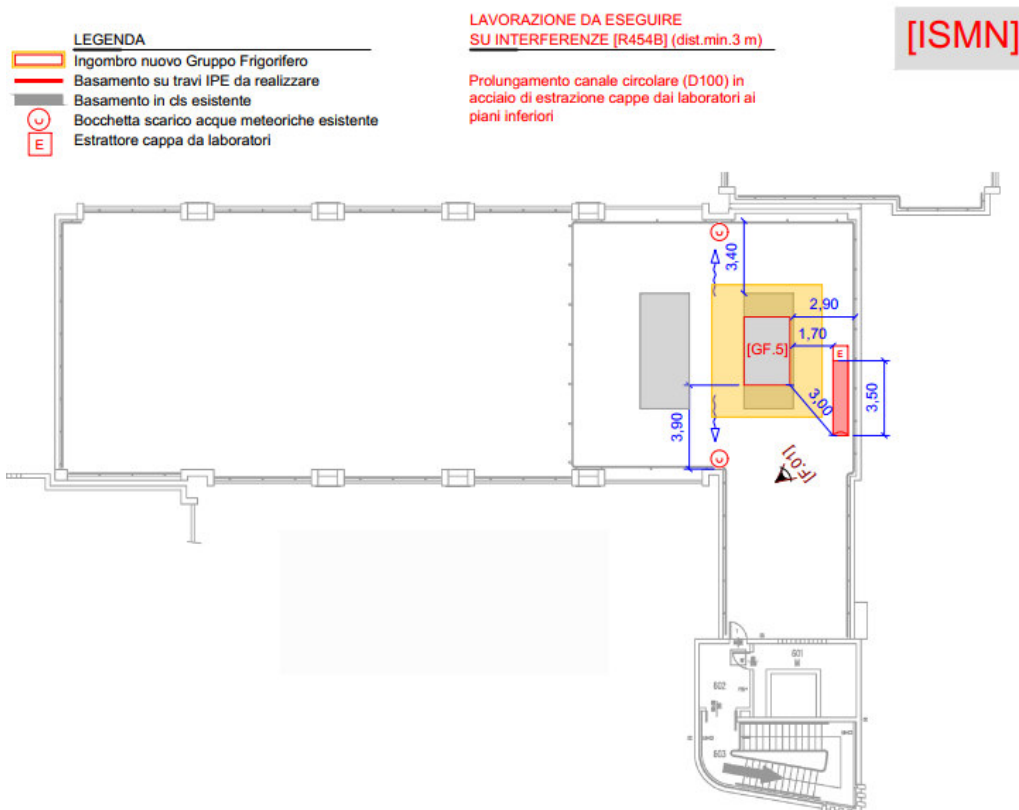
RT RV01

RELAZIONE TECNICA

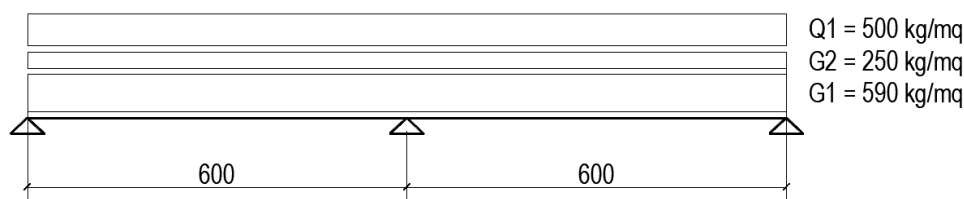
VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Nel riepilogo finale si individueranno le sollecitazioni massime tra le due condizioni, considerando un inviluppo.

### 3.8. FABBRICATO ISMN



Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su n.2 appoggi :



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

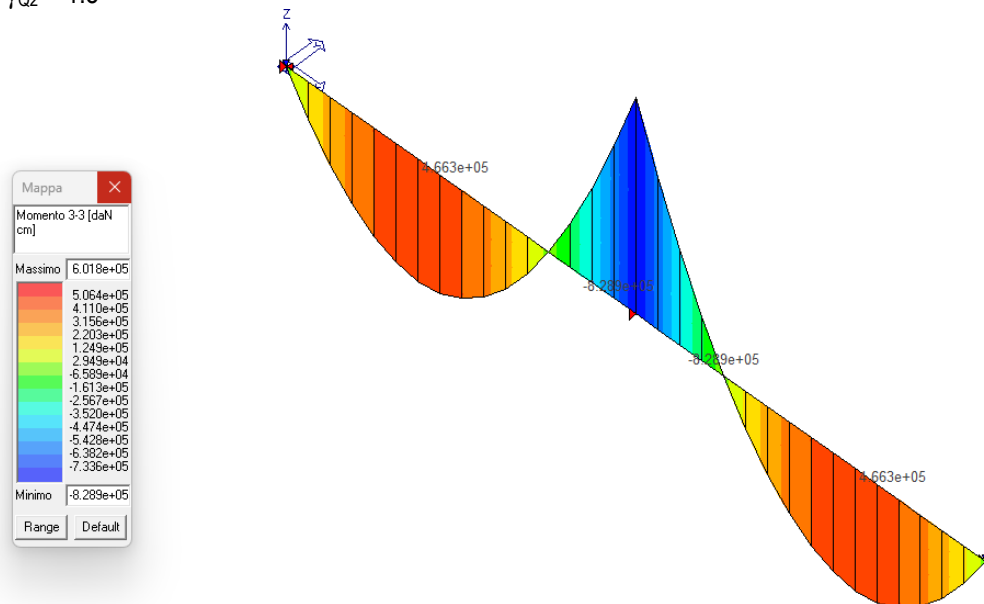
VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove

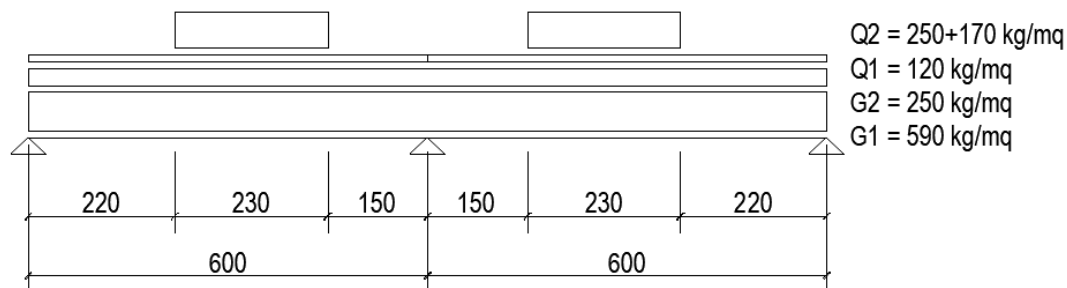
$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$



Sollecitazioni flessionali - ANTE

Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.



Schema statico POST

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

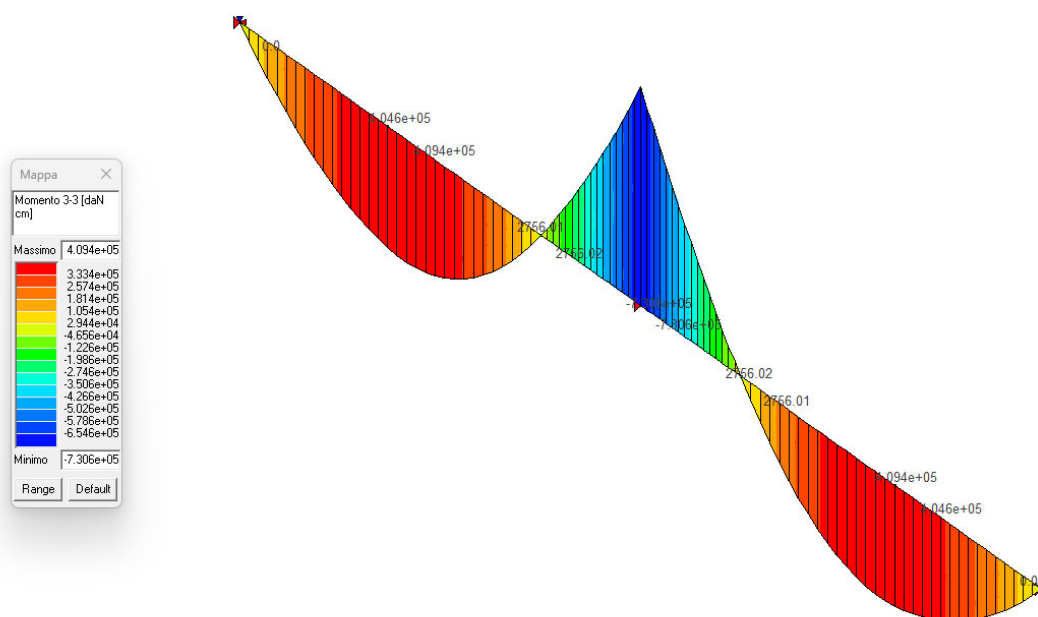
VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Come visibile dallo schema si considera il carico dato dalla macchina su entrambe le campate, questo dato che la situazione attuale prevede due basamenti e quindi due diversi macchinari. Per semplicità si è considerato il medesimo carico della macchina.



Vista copertura ISMN

La macchina a destra è quella oggetto di sostituzione, mentre l'altra è stata sostituita diverso tempo fa. A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1,5$ .



Sollecitazioni flessionali – POST ( a favore di sicurezza il carico della macchina è pari a 190 kg/mq)

Commessa: E1820 CNR

Pag.: --41 di 60

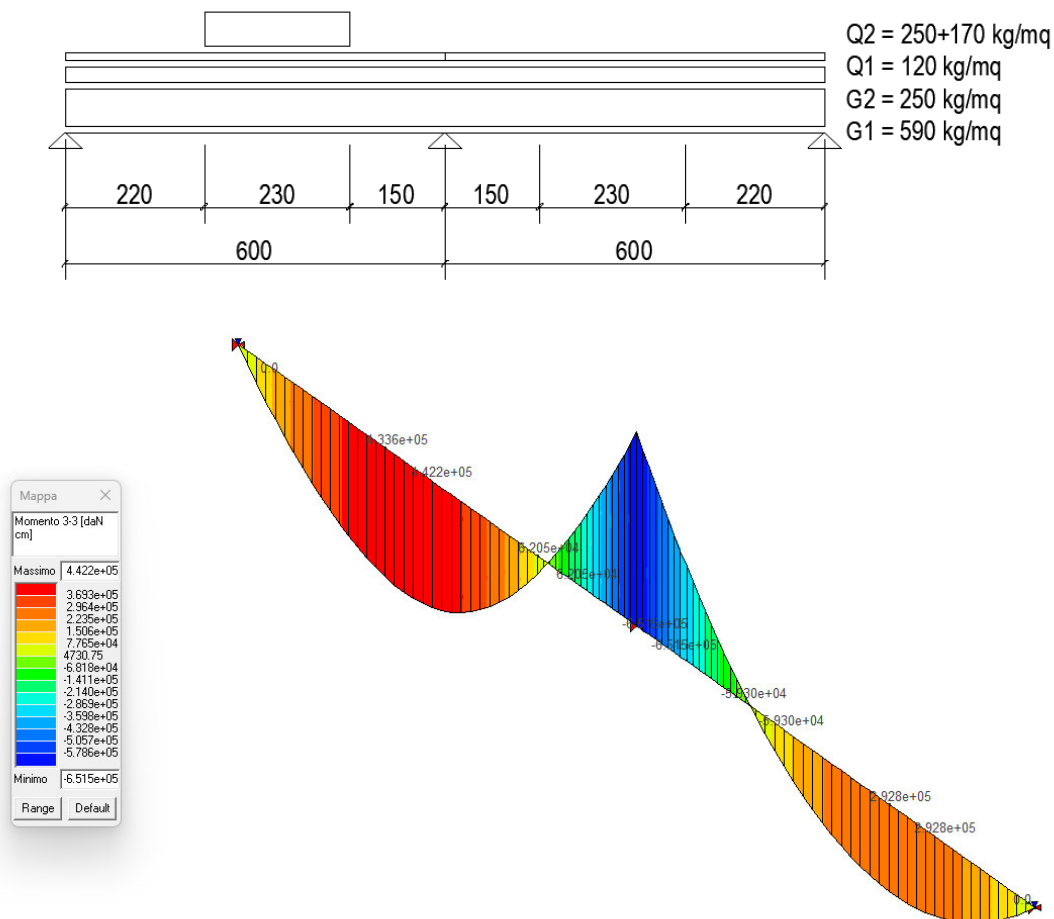
N° rev.	Data:	Motivo della revisione	Emessa da:	Approvata da:
01	Dicembre 2024	Prima emissione	CMZ	CMZ

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Come si evince dalle sollecitazioni, considerare un il carico simmetrico rispetto all'appoggio centrale comporta una situazione maggiormente a sfavore di sicurezza per la sollecitazione in mezzzeria rispetto la situazione con solo una campata caricata dal peso della macchina. Si procede quindi all'individuazione delle sollecitazioni in questa condizione.



Sollecitazioni flessionali – POST ( a favore di sicurezza il carico della macchina è pari a 190 kg/mq)

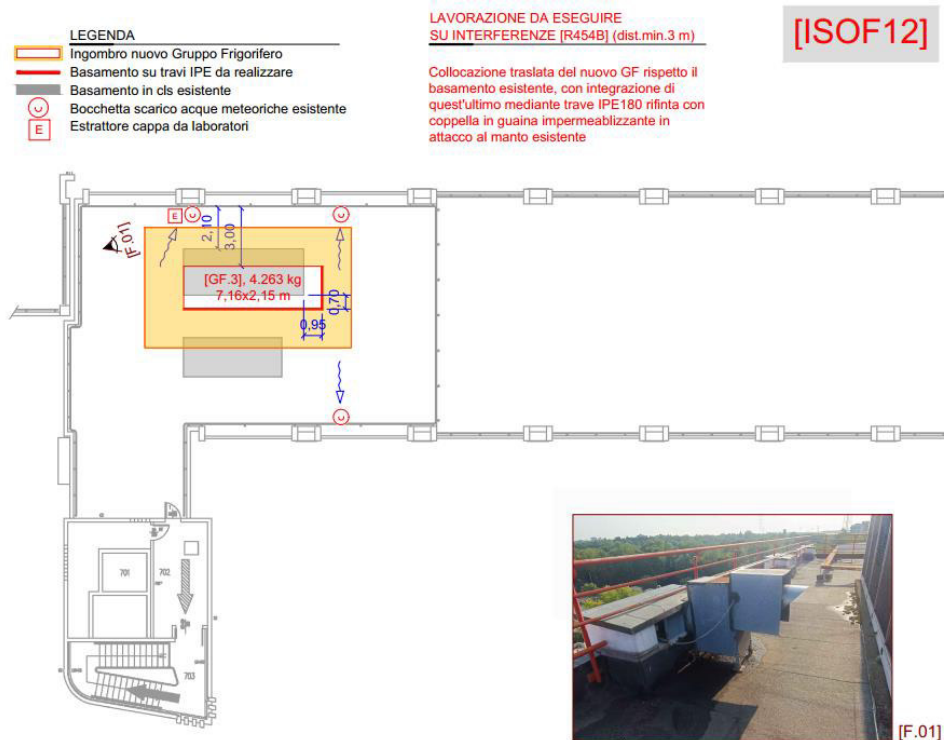
Nel riepilogo finale si individueranno le sollecitazioni massima tra le due condizioni, considerando un involucro.

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

### 3.9. FABBRICATO ISO12

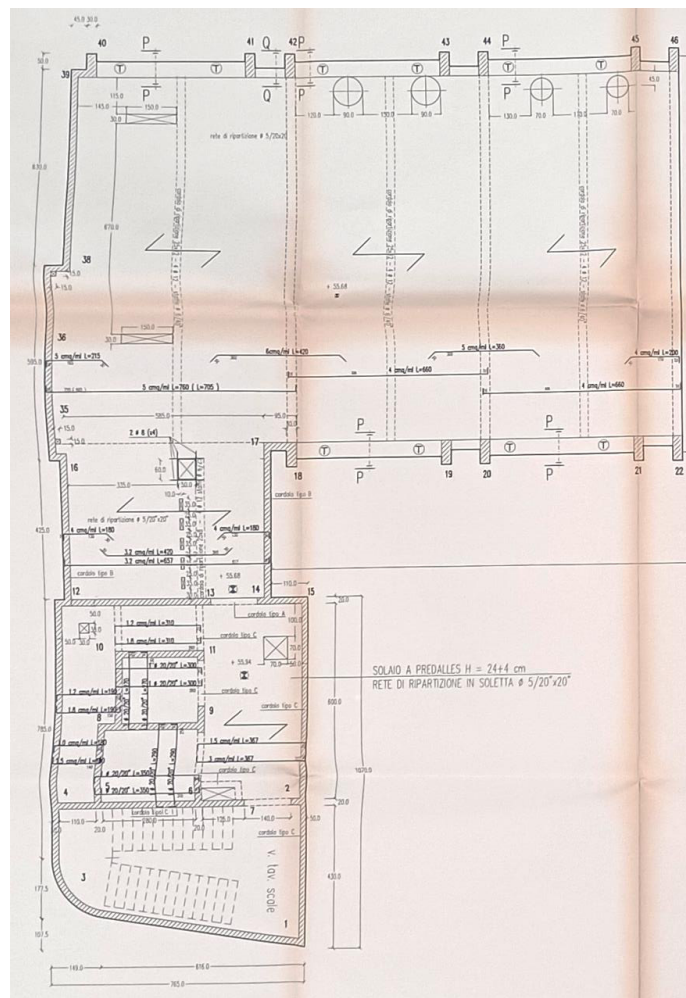


Si riporta di seguito un estratto della pianta delle strutture della copertura:

RT RV01

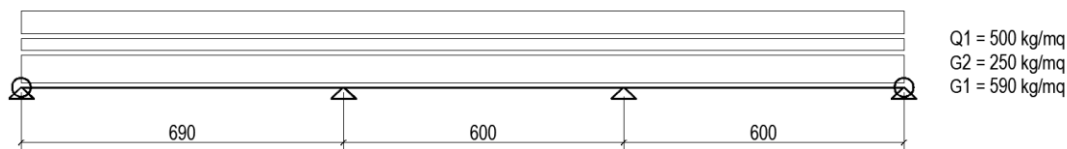
RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Estratto elaborato del progetto strutturale

Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su n.4 appoggi, considerando una % di incastro alle estremità pari al 15% :



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

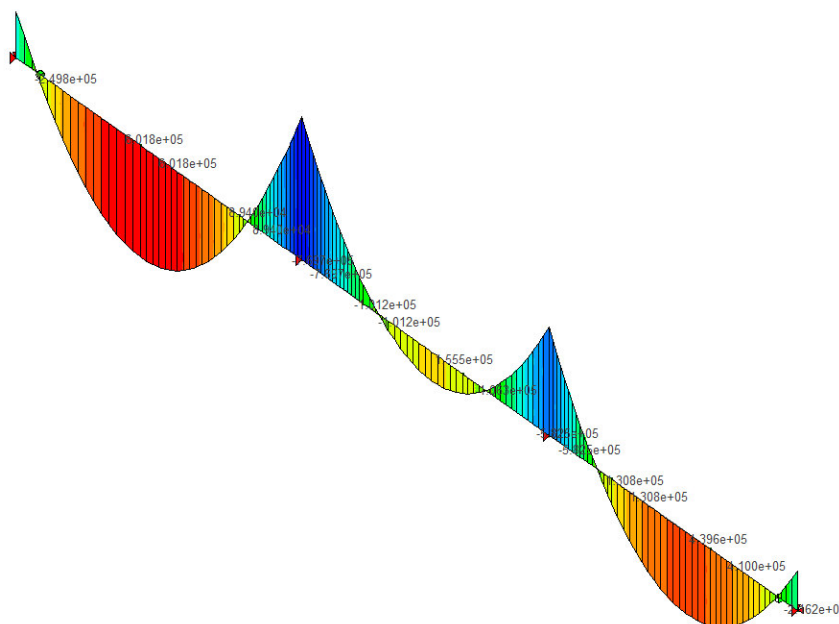
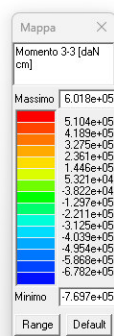
VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove

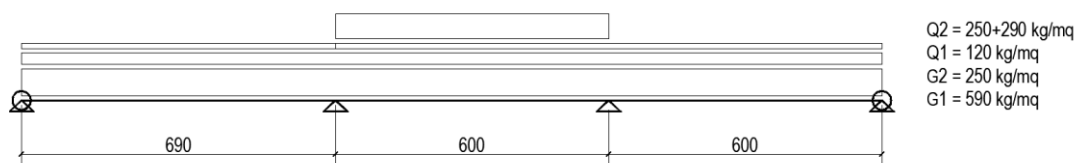
$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$



Sollecitazioni flessionali - ANTE

Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.



Schema statico POST

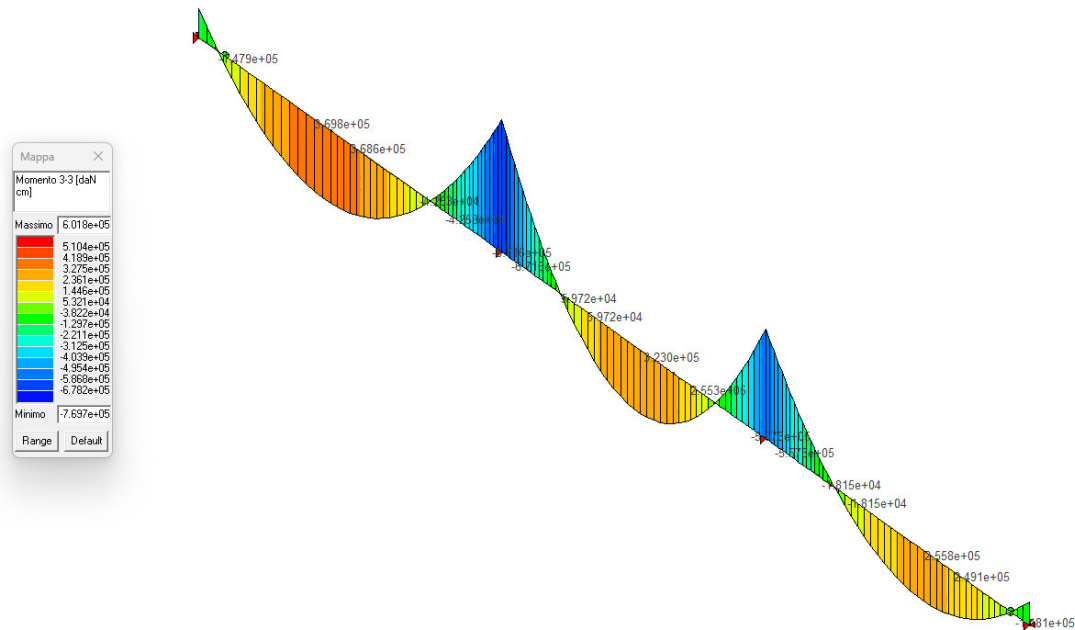
Come visibile dallo schema, si considera il carico dato dalla macchina sulla sola campata centrale.

A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1.5$ .

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Sollecitazioni flessionali – POST

Da un primo confronto nella campata centrale, si evince che

$M_{ANTE} = 15.55 \text{ kNm} < M_{POST} = 32.30 \text{ kNm}$  con un aumento dello stato di sollecitazione nella campata centrale pari al 208%.

Dal progetto strutturale dell'ultimo impalcato del fabbricato emerge che in mezzeria si ha un'armatura pari a 4 cmq/ml ( si faccia riferimento all'immagine precedente)

Si allega la verifica della sezione 100x ( 24 + 4) con 4 cmq/ml

Titolo : \_\_\_\_\_

N° strati barre 1 Zoom

N°	b [cm]	h [cm]	N°	As [cm²]	d [cm]
1	100	28	1	4	23.5

Sollecitazioni S.L.U. Metodo n

N<sub>Ed</sub> 0 kN  
M<sub>Ed</sub> 0 kNm  
M<sub>Ed</sub> 0 kNm

P.to applicazione N  
Centro Baricentro cls  
Coord.[cm] xN 0 yN 0

Tipo rottura  
Lato calcestruzzo - Acciaio snervato

Materiali  
FeB44k C25/30  
E<sub>su</sub> 67.5 % E<sub>c2</sub> 2 %  
f<sub>yd</sub> 373.9 N/mm² E<sub>cu</sub> 3.5  
E<sub>s</sub> 200.000 N/mm² f<sub>cd</sub> 14.17  
E<sub>s</sub>/E<sub>c</sub> 15 f<sub>cc</sub>/f<sub>cd</sub> 0.8  
E<sub>syd</sub> 1.87 % σ<sub>c,adm</sub> 9.75  
σ<sub>s,adm</sub> 255 N/mm² τ<sub>co</sub> 0.6  
τ<sub>c1</sub> 1.829

M<sub>Rd</sub> 34.33 kNm

σ<sub>c</sub> -14.17 N/mm²  
σ<sub>s</sub> 373.9 N/mm²  
ε<sub>c</sub> 3.5 %  
ε<sub>s</sub> 60.04 %  
d 23.5 cm  
x 1.295 x/d 0.05509  
δ 0.7

Tipo Sezione  
Rettan.re Trapezi  
a T Circolare  
Rettangoli Coord.

Metodo di calcolo  
S.L.U. + S.L.U.  
Metodo n

Tipo flessione  
Retta Deviata

N° rett. 100  
Calcola MRd Dominio M-N  
L<sub>0</sub> 0 cm Col. modello  
Precompresso

$M_r = 34.33 \text{ kNm} > 32.30 \text{ kNm}$

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

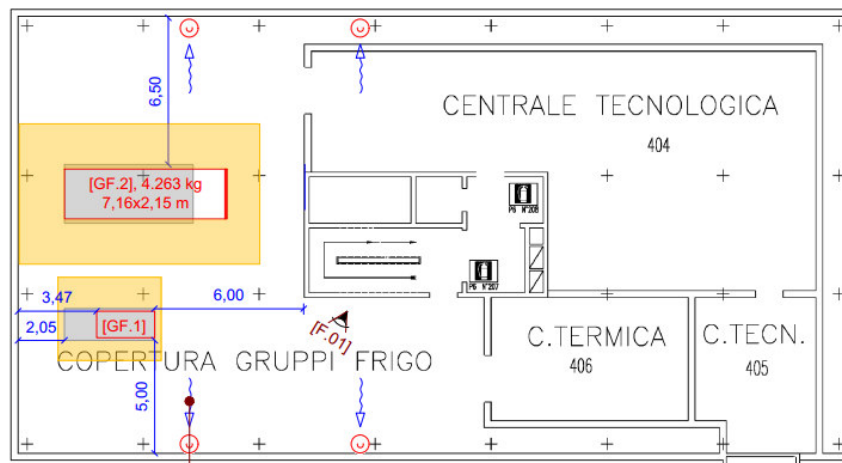
Quindi si può riepilogare che, nonostante le sollecitazioni post installazione, in corrispondenza della campata centrale, subirebbero un aumento pari a circa il 108%, la verifica di resistenza della sezione del solaio rimane comunque soddisfatta ( si precisa che il peso del macchinario di progetto, rispetto quello esistente, passa da 5790 kg a 4263 kg).

### 3.10. FABBRICATO ESA

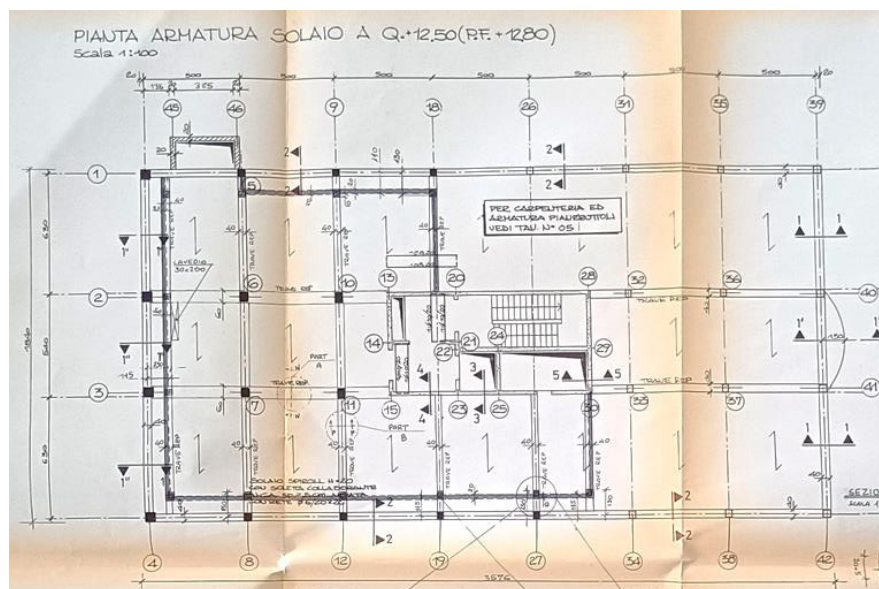
- LEGENDA**
- Ingombro nuovo Gruppo Frigorifero
  - Basamento su travi IPE da realizzare
  - Basamento in cls esistente
  - Bocchetta scarico acque meteoriche esistente
  - E Estrattore cappa da laboratori

LAVORAZIONE DA ESEGUIRE  
SU INTERFERENZE [R454B] (dist.min.3 m)

[ESA]



Si riporta di seguito un estratto della pianta delle strutture della copertura:



Estratto elaborato del progetto strutturale

Commessa: E1820 CNR

Pag.: --47 di 60

N° rev.	Data:	Motivo della revisione	Emessa da:	Approvata da:
01	Dicembre 2024	Prima emissione	CMZ	CMZ

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

In corrispondenza della copertura di questo fabbricato si interviene con la sostituzione di n.2 macchinari.

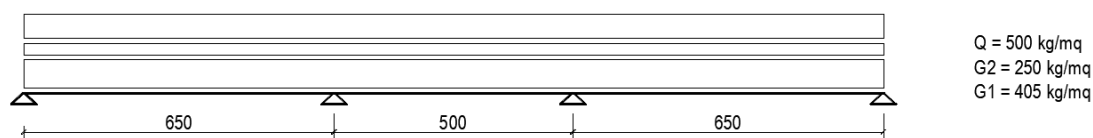
La **macchina indicata GF.1** (nell'immagine sopra allegata) è quella di minor peso e dimensioni, e trasmette alla struttura sottostante un carico pari a 125 kg/mq, che, sommati al peso della soletta di c.a. 250 kg/mq e al peso della neve 120 kg/mq, raggiunge un carico complessivo pari a 495 kg/mq < 500 kg/mq, valore del carico variabile di progetto.

Si può affermare quindi che la situazione post installazione ha un margine di sicurezza almeno pari a quello della situazione di progetto.

La **macchina indicata GF.2** (nell'immagine sopra allegata) è quella di maggior peso e dimensioni, e trasmette alla struttura sottostante un carico pari a 245 kg/mq, che, sommati al peso della soletta di c.a. 250 kg/mq e al peso della neve 120 kg/mq, raggiunge un carico complessivo pari a 615 kg/mq > 500 kg/mq, valore del carico variabile di progetto.

Come fatto nei precedenti casi si confronta il momento sollecitante dato dai carichi previsti da progetto e lo schema statico con i carichi dei macchinari in progetto.

Lo schema statico del solaio di copertura è riconducibile a una trave su più appoggi:



Schema statico da progetto strutturale - ANTE

Si riporta di seguito lo stato sollecitante dell'impalcato, con i carichi permanenti e variabili previsti da progetto. Le considerazioni sono state fatte considerando lo stato di sollecitazione agli Stati limite ultimi. In questo caso la fattorizzazione dei carichi secondo l'espressione

Combinazione Fondamentale \_ SLU (2.5.1)

$$\gamma_{G1} \cdot G_1 + \gamma_{G2} \cdot G_2 + \gamma_P \cdot P + \gamma_{Q1} \cdot Q_{k1} + \gamma_{Q2} \cdot \psi_{02} \cdot Q_{k2} + \gamma_{Q3} \cdot \psi_{03} \cdot Q_{k3} + \dots$$

dove

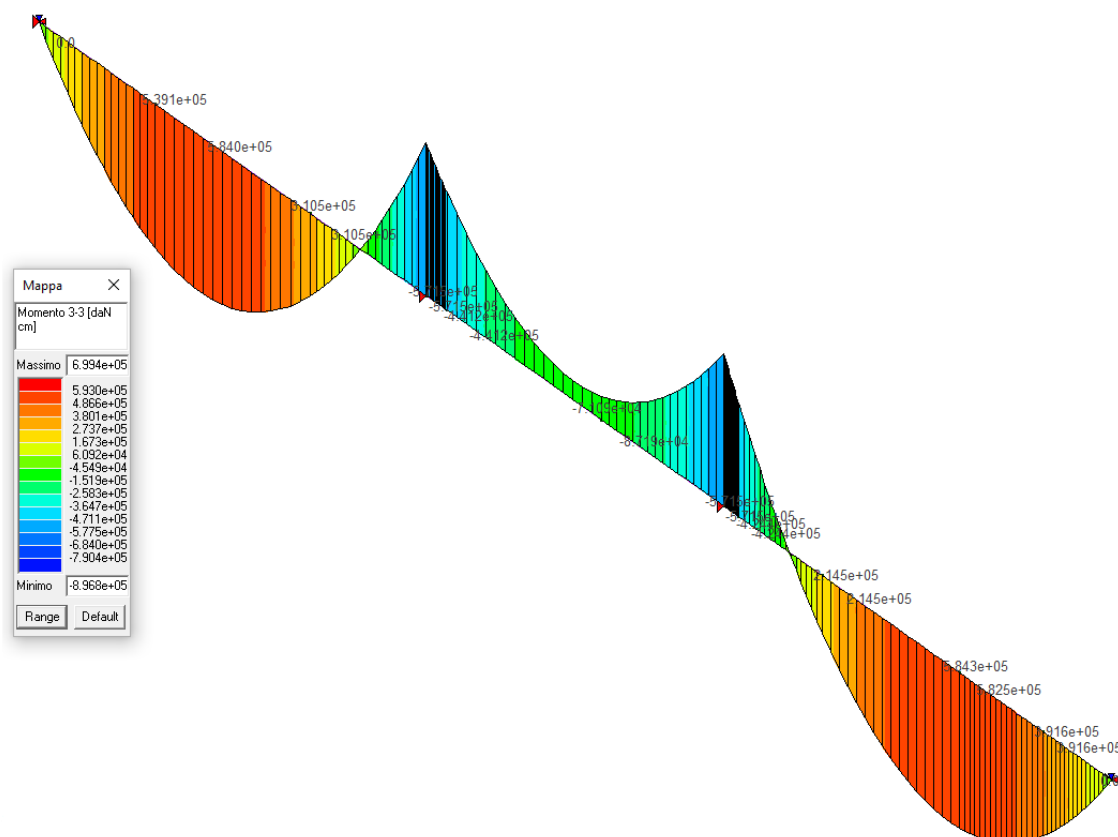
$$\gamma_{G1} = \gamma_{G2} = 1.3$$

$$\gamma_{Q1} = \gamma_{Q2} = 1.5$$

RT RV01

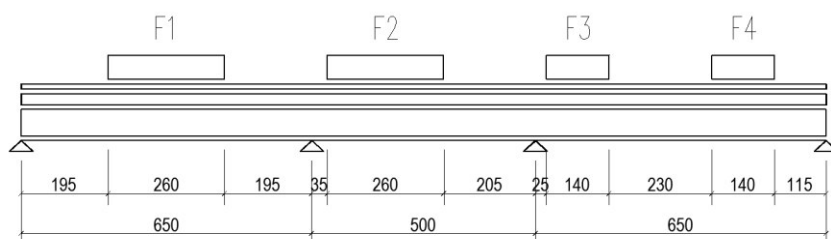
RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Sollecitazioni flessionali - ANTE

Considerando lo stato post installazione, si procede con valutazioni in cui il carico della neve è presente su tutta la superficie, mentre, solo per la campata interessata direttamente dal posizionamento della macchina, si prevede il carico aggiuntivo dato dalla presenza della soletta di ripartizione sp 10 cm e dall'incidenza, su superficie unitaria, del peso stimato della nuova macchina.



Q2 (F3-F4) = 250+125 kg/mq  
Q2 (F1-F2) = 250+245 kg/mq  
Q1 = 120 kg/mq  
G2 = 250 kg/mq  
G1 = 405 kg/mq

Schema statico POST

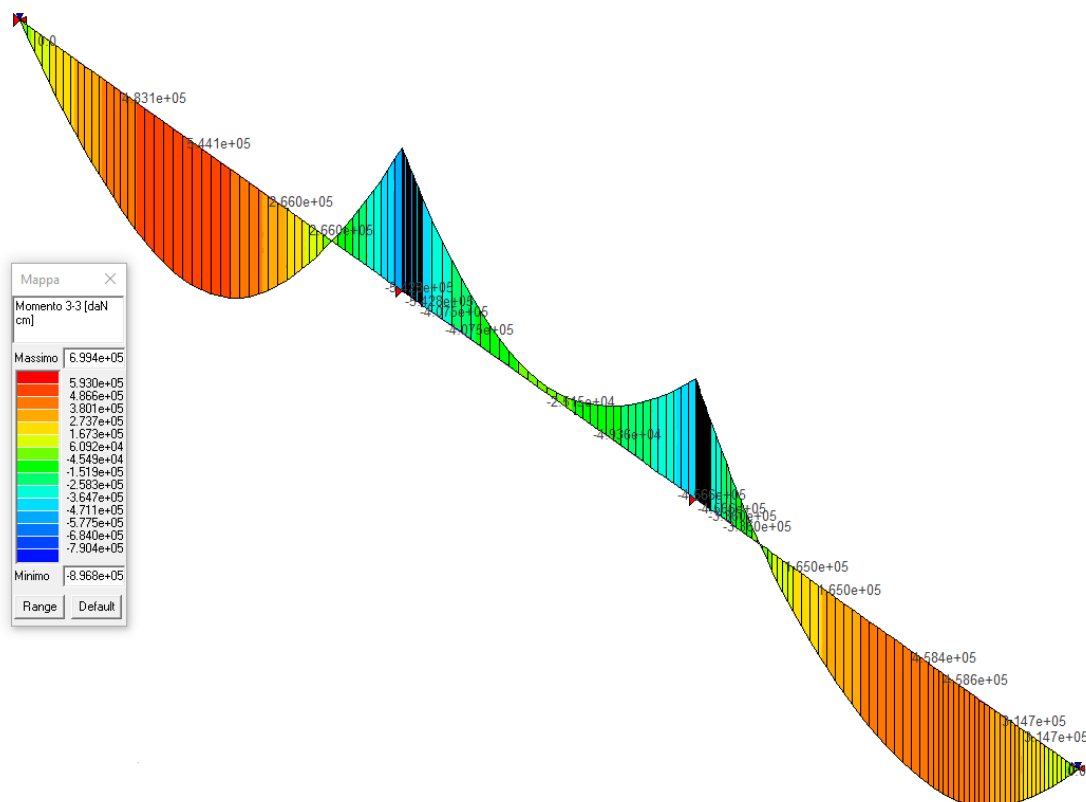
Come visibile dallo schema si considerano più macchine dato che la situazione attuale prevede quattro basamenti e quindi quattro diversi macchinari. Per semplicità, le macchine sostituite in

precedenza sono state considerate analoghe a quelle che attualmente sono oggetto di sostituzione.



Vista copertura ISAC

Le macchine indicate con la freccia rossa sono quelle oggetto di sostituzione, mentre le altre sono state sostituite diverso tempo fa. A favore di sicurezza si è considerata la presenza contemporanea dei vari carichi variabili, considerando sempre il fattore  $\gamma_q = 1,5$ .





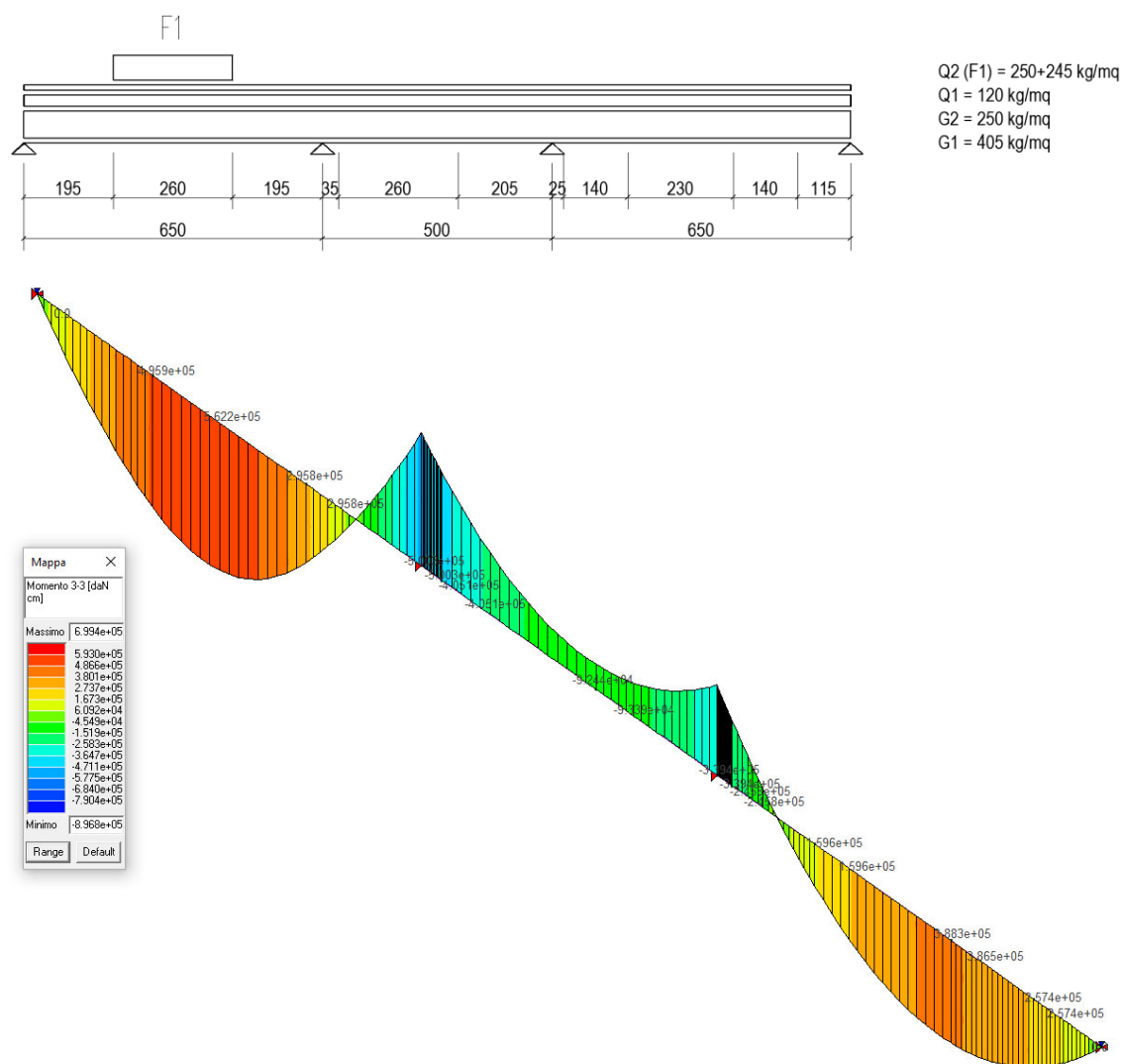
RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

Sollecitazioni flessionali – POST

Come si evince dalle sollecitazioni, considerare un carico simmetrico rispetto all'appoggio centrale comporta una situazione maggiormente a sfavore di sicurezza per la sollecitazione in mezzzeria rispetto la situazione con solo una campata caricata dal peso della macchina. Si procede quindi all'individuazione delle sollecitazioni in questa condizione.



Sollecitazioni flessionali – POST

Da un primo confronto nella campata centrale, si evince che

$M_{ANTE} = -7.11 \text{ kNm} < M_{POST} = -9.24 \text{ kNm}$  con un aumento dello stato di sollecitazione nella campata centrale pari al 130%.

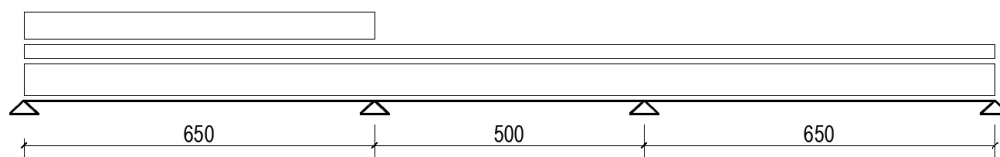
A questo punto, non avendo a disposizione le armature del solaio, si confronta lo schema statico POST intervento, con quello ANTE intervento, considerando il seguente schema di carico:



RT RV01

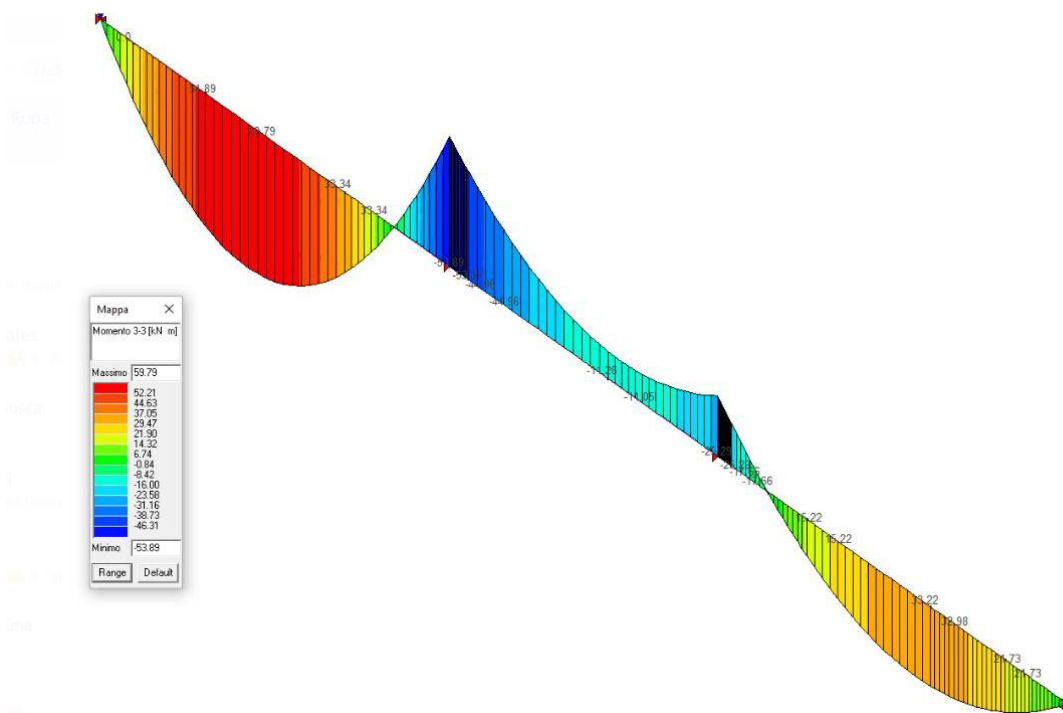
RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Q = 500 kg/mq  
G2 = 250 kg/mq  
G1 = 405 kg/mq

Schema statico POST



Sollecitazioni flessionali – POST

Nel riepilogo finale si individueranno le sollecitazioni massima tra le due condizioni, considerando un involucro.

Si precisa che il peso del macchinario di progetto, rispetto quello esistente, passa da 5790 kg a 3617 kg.

#### 4. CONCLUSIONI

La scrivente, a seguito quindi del sopralluogo effettuato in sito sui vari corpi interessati dalla sostituzione delle macchine, ed in base alle calcolazioni sopra riportate, relativamente alla verifica dell'impalcato di copertura, può concludere che, a fronte di varie valutazioni e

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

approfondimenti, la maggior parte delle situazioni post intervento comporteranno uno stato di sollecitazione pari o inferiore a quanto definito in fase di progetto iniziale. Laddove questa verifica non è stata soddisfatta, si è proceduto con il confronto tra Momento resistente e Momento agente, verificando sempre che l'indice di resistenza fosse maggiore di 1 (verifica soddisfatta).

Nella seguente tabella sono evidenziati in verde i fabbricati su cui occorre modificare il basamento a seguito dello spostamento dei macchinari, ed in rosso quelle situazioni in cui si è proseguito con verifica in termini di resistenza della sezione.

Tutte le situazioni esaminate individuano situazioni in cui lo stato di progetto è pari o superiore a quello POST intervento.

		ANTE INTERVENTO							POST INTERVENTO							VERIFICA		
	Fabbricato	M <sub>1</sub>	M <sub>1-2</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>2-3</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>3-4</sub>	M <sub>4</sub>	M <sub>1</sub>	M <sub>1-2</sub>	M <sub>2</sub>	M <sub>2-3</sub>	M <sub>3</sub>	M <sub>3-4</sub>	M <sub>4</sub>			
		[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]	[kNm]			
Area 1 ANTE	IBE	0	52.96	-82.89	46.63	0	0	0	0	52.84	-70.47	27.24	0	0	0			
Area 2	ISMAR	0	46.63	-82.89	46.63	0	0	0	0	46.56	-76.68	42.49	0	0	0			
Area 3	IMM																	
Area 4	ISAC	0	46.63	-82.89	46.63	0	0	0	0	45.48	-74.43	41.99	0	0	0			
Area 5	IRA	0	46.63	-82.89	46.63	0	0	0	0	45.48	-74.43	41.99	0	0	0			
Area 6	OAS	0	46.63	-82.89	46.63	0	0	0	0	46.74	-75.99	42.90	0	0	0			
Area 7	ISOF4	-20.83	42.64	-32.15	20.75	-62.15	42.64	-20.83	-18	38.34	-57.41	25.55	-49.22	28.11	-13.6	M <sub>2-3</sub> POST > 123% M <sub>2-3</sub> ANTE		
Area 8	ISMN	0	46.63	-82.89	46.63	0	0	0	0	43.36	-73.06	40.94	0	0	0			
Area 9 ANTE	ISOF12	-25	60.18	-76.97	15.55	-58.25	43.96	-21.62	-14.79	36.98	-67.16	32.30	-55.73	25.58	-11.81	M <sub>2-3</sub> POST > 208% M <sub>2-3</sub> ANTE		
Area 10	ESAa	VERIFICATO DATO CHE IL CARICO TOTALE 495 kg/mq < 500 kg/mq DI CARICO DI PROGETTO																
Area 11	ESAb	0	59.79	-57.15	-11.3	57.15	58.4	0	0	56.22	-54.28	-9.24	-45.66	45.86	0			

Di seguito si riportano le valutazioni fatte per quei fabbricati in cui si è reso necessario l'allargamento del basamento, causa spostamento del macchinario.

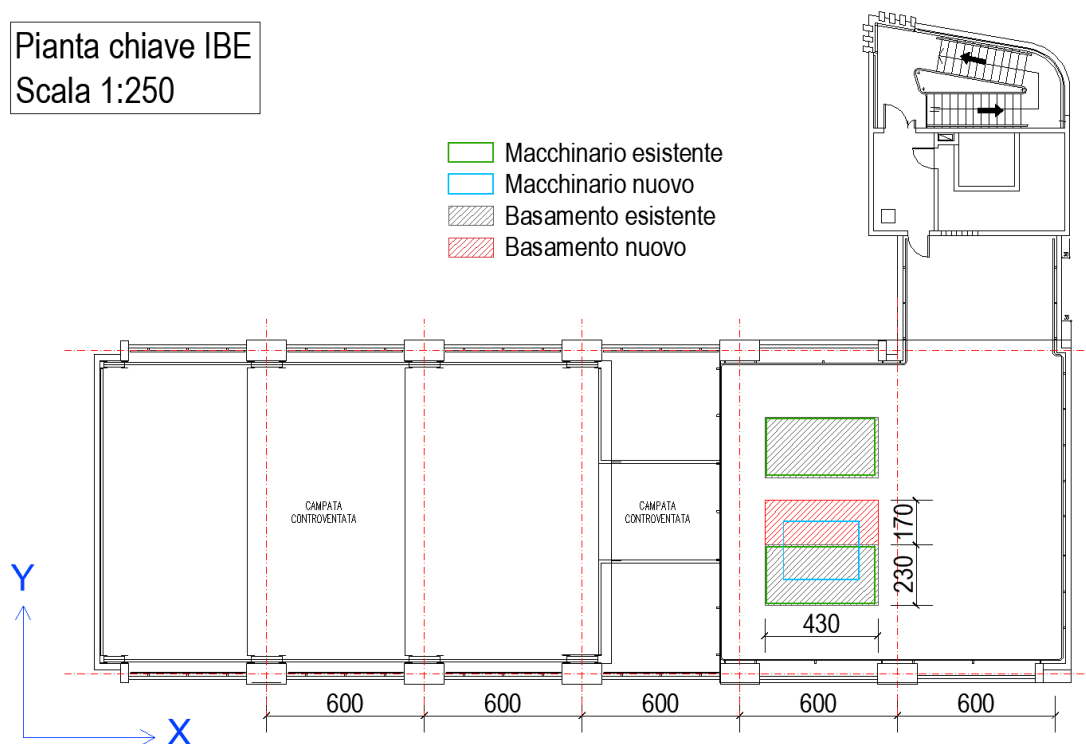
## 5. VERIFICHE STRUTTURALI CON NUOVI BASAMENTI

A seguito della sostituzione dei macchinari posti sulle coperture analizzate in precedenza, si rende necessario, per alcuni di questi, modificare la geometria dei basamenti al fine di rispettare i requisiti geometrici di distanziamento dei macchinari da elementi "sensibili" presenti in copertura. Tali vincoli sono fissati dai progettisti degli impianti.

### 5.1. FABBRICATO IBE

Uno dei macchinari posti sulla copertura del fabbricato IBE viene sostituito e subisce uno spostamento in direzione Y positiva (vedere immagine seguente).

Pianta chiave IBE  
Scala 1:250



Fabbricato IBE situazione di progetto.

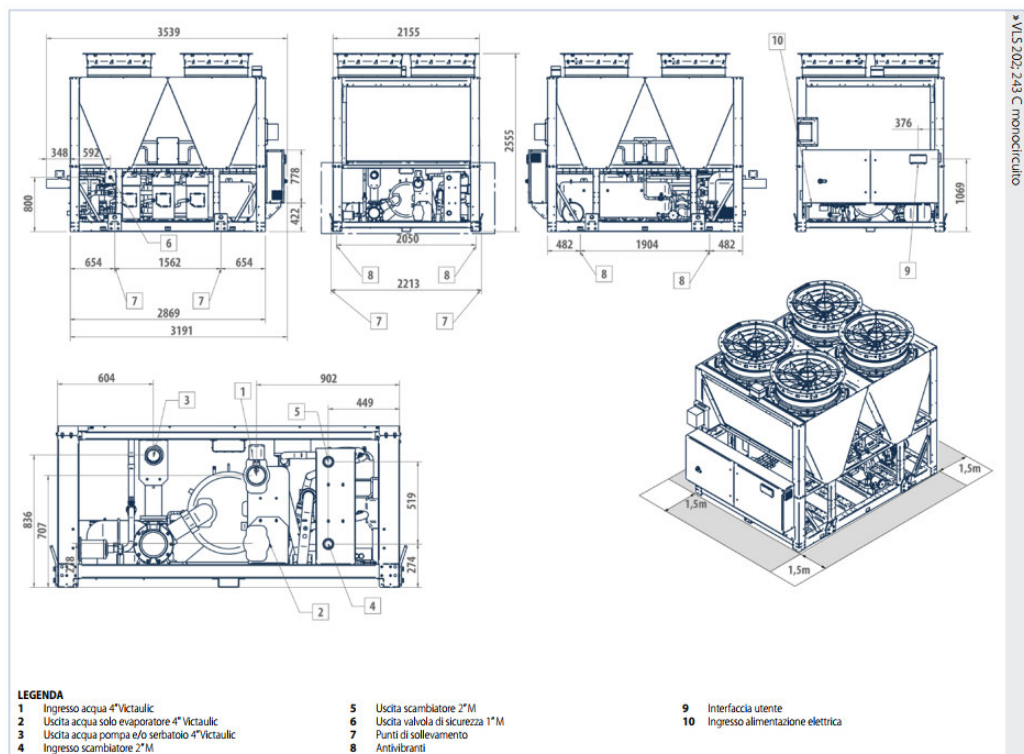
In rosso è indicata la porzione di nuovo basamento da realizzare, il rettangolo verde individua i macchinari esistenti e il rettangolo azzurro il nuovo macchinario da posizionare.

Il macchinario in progetto appoggia su n.4 piedi, due dei quali gravano sul basamento esistente e gli altri due sul basamento nuovo. Si allega scheda tecnica della macchina.

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Agallatti

Nel caso in esame il basamento esistente è impermeabilizzato e non è possibile unire e rendere solidali tra loro i due basamenti (vecchio e nuovo) senza compromettere l'impermeabilizzazione.



È quindi necessario realizzare un nuovo basamento sufficientemente grande a tal punto da uniformare il più possibile il carico per unità di superficie trasmesso complessivamente al solaio. Al fine di riproporre uno stato sollecitante pari a quello previsto nel progetto iniziale, si è

Commessa: E1820 CNR

Pag.: --55 di 60

N° rev.	Data:	Motivo della revisione	Emessa da:	Approvata da:
01	Dicembre 2024	Prima emissione	CMZ	CMZ

RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

considerato che dai 500 kg/mq di carico complessivo variabile si decurta il peso della neve (120 kg/mq) e il peso della soletta sp. 10 cm (250 kg/mq).

A questo punto il carico della macchina può essere assunto pari a

$$500 - (120 - 250) = 130 \text{ kg/mq}$$

Al fine di garantire un tale carico di superficie, il nuovo basamento dovrebbe avere dimensioni planimetriche pari a:

$$A = 1871 \text{ kg} / (2 \times 130) = 7.2 \text{ mq}$$

Considerando un lato di lunghezza pari a 4.30 m (lunghezza basamento esistente), l'altra dimensione in pianta del nuovo basamento sarà:

$$L = 7.20 / 4.30 = 1.67 \text{ ml} \approx 1.70 \text{ ml}$$

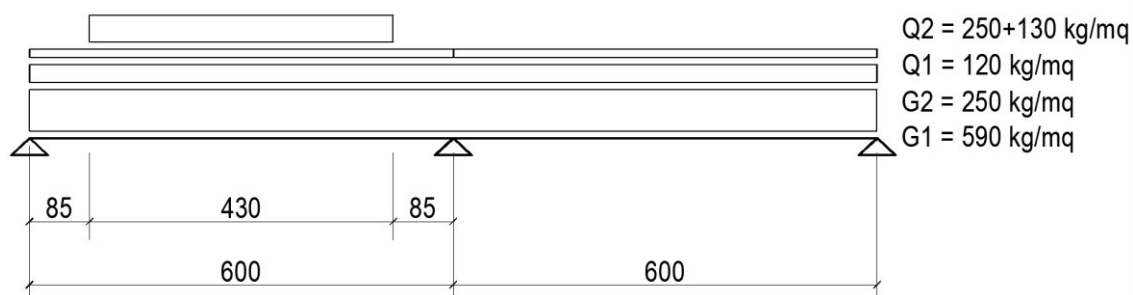
Si veda immagine sopra riportata.

Considerando che le travi principali (indicate con linee rosse nell'immagine precedente) sono ordinate parallelamente alla direzione Y, l'ampliamento del basamento in progetto non comporta una variazione dello schema statico del solaio, ma semplicemente coinvolge un'ulteriore fascia di impalcato, quindi, come riportato al § 3.1, lo stato sollecitante POST intervento è comunque inferiore a quello di progetto.

Nella situazione di nuovo macchinario con basamento modificato al fine di rispettare i requisiti geometrici di distanziamento e di carico sul solaio esistente, si ha:

Fabbricato	L1 base	L2 base	Peso	Incidenza	G1+G2	Q ante	Q post			
			nuova							
	[m]	[m]	[kg]	[kg/mq]			Soletta	Neve	Macchina	Totale
IBE (su basamento nuovo)	1,70	4,30	936	128	840	500	250	120	130	500
IBE (su basamento esistente)	2,30	4,30	936	95	840	500	250	120	95	465

Carichi sul solaio di copertura considerando la situazione di nuovo macchinario con basamento nuovo che consenta di rispettare i requisiti geometrici di distanziamento del macchinario.



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

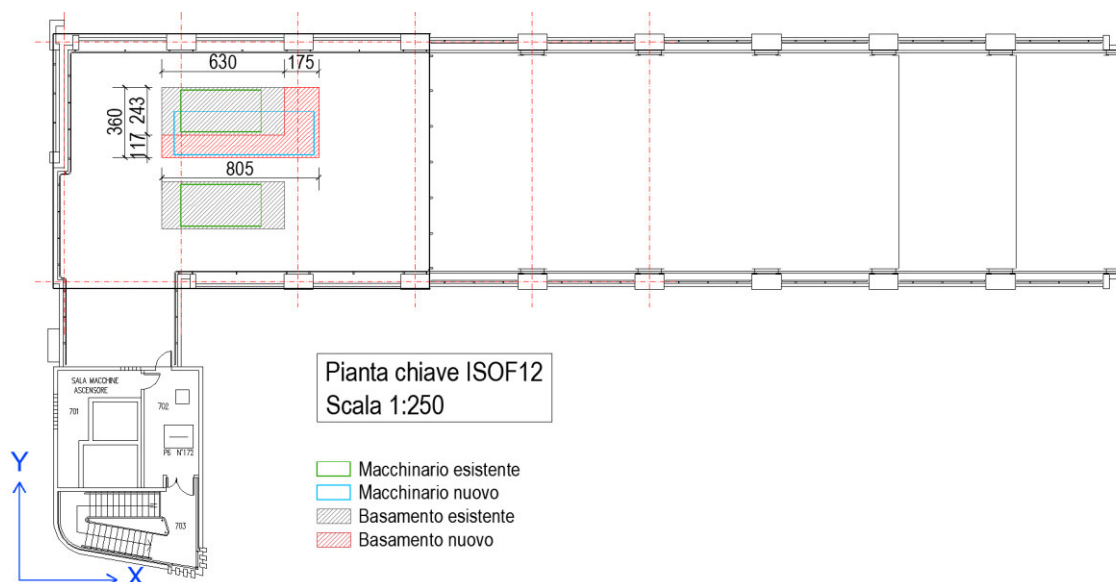
Schema statico solaio di copertura IBE considerando i carichi più gravosi dati dal nuovo macchinario in parte gravante sul nuovo che consenta di rispettare i requisiti geometrici di distanziamento del macchinario

Si osserva che l'ampliamento del basamento comporta soltanto una riduzione dei carichi agenti sul solaio senza modificare lo schema statico.

Ne consegue che lo stato di sollecitazione del solaio sarà sicuramente inferiore di quanto valutato nei precedenti capitoli per il medesimo fabbricato.

## 5.2. FABBRICATO ISOF 12

Uno dei macchinari posti sulla copertura del fabbricato ISOF 12 viene sostituito e subisce uno spostamento in direzione Y negativa e in direzione X positiva.



Fabbricato ISO12 situazione di progetto.

In rosso è indicata la porzione di nuovo basamento da realizzare, il rettangolo verde individua i macchinari esistenti e il rettangolo azzurro il nuovo macchinario da posizionare.

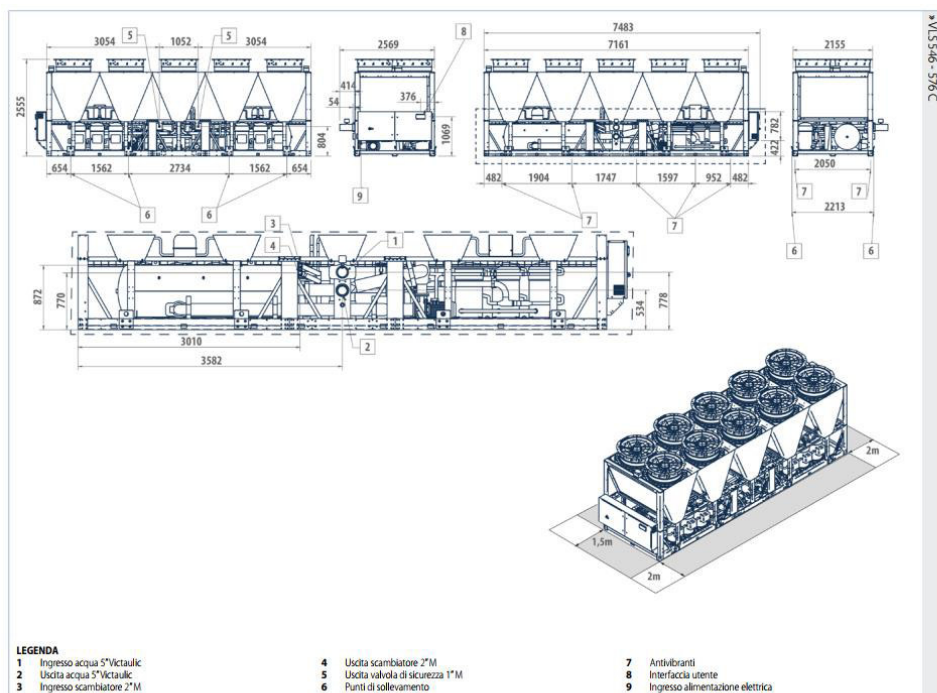
Il macchinario in progetto appoggia su n.10 piedi; alcuni dei quali gravano sul basamento esistente e altri sul basamento nuovo. Si allega scheda tecnica della macchina.



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Agiletti

Nel caso in esame il basamento esistente e quello nuovo verranno resi reciprocamente solidali mediante barre d'armatura inghisate chimicamente nel basamento esistente in modo tale da rendere solidali tra loro i due basamenti (vecchio e nuovo).

Il nuovo basamento, per esigenze legate alla geometria della nuova macchina e alle distanze minime da mantenere, ha una superficie complessiva di 8,05 m x 3,60 m.

Si veda immagine sopra riportata.

Considerando che le travi principali (indicate con linee rosse nell'immagine precedente) sono ordite parallelamente alla direzione Y, l'ampliamento del basamento in progetto modifica lo schema statico del solaio studiato in precedenza, si procede perciò ad una nuova valutazione degli sforzi agenti sull'impalcato.

Nella situazione di nuovo macchinario con basamento modificato, si ha:

Fabbricato	L1 base	L2 base	Peso	Incidenza	G1+G2	Q ante	Q post			
			nuova							
	[m]	[m]	[kg]	[kg/mq]			Soletta	Neve	Macchina	Totale
ISO12	3,60	8,05	4263	147	840	500	250	120	150	520

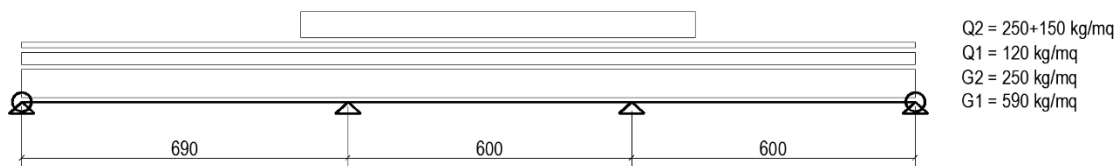
Carichi sul solaio di copertura considerando la situazione di nuovo macchinario con basamento nuovo che consenta di rispettare i requisiti geometrici di distanziamento del macchinario.



RT RV01

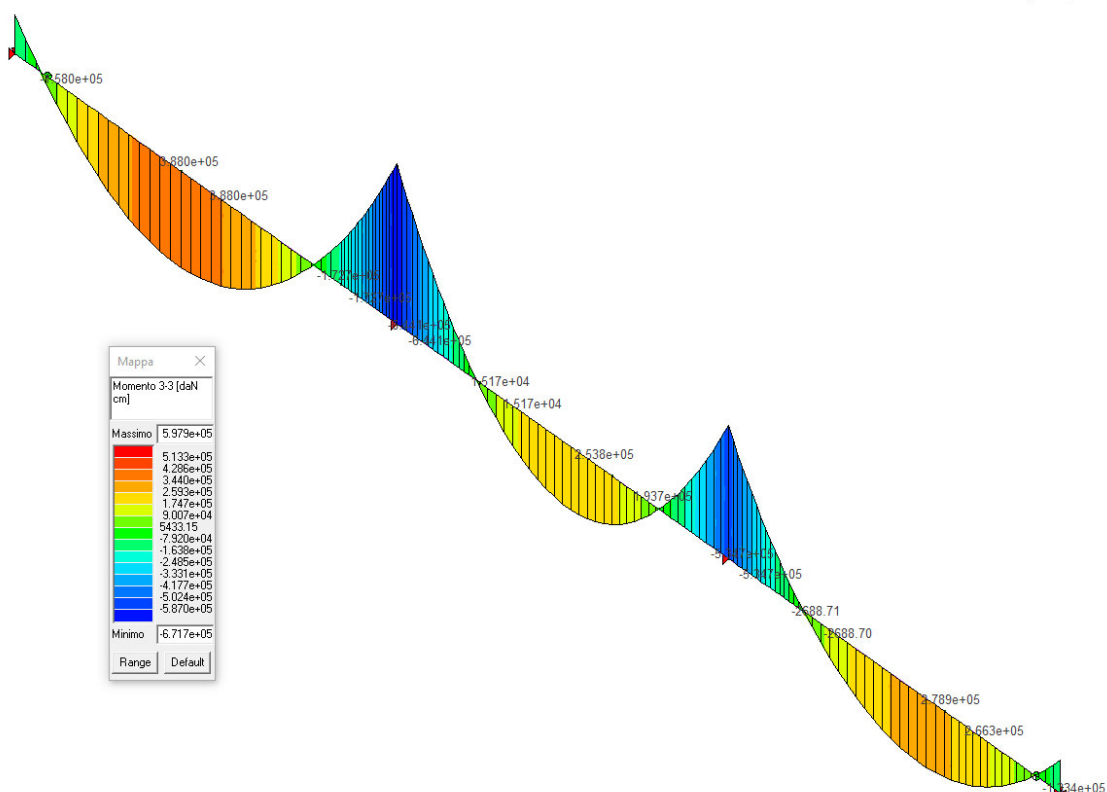
RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA



Schema statico solaio di copertura ISOF12 considerando la situazione di nuovo macchinario con basamento nuovo che consenta di rispettare i requisiti geometrici di distanziamento del macchinario

Di seguito si riportano le sollecitazioni riferite allo schema statico sopra riportato.



Il momento sollecitante in mezzeria è pari a:

$$M = 25.38 \text{ kNm}$$

Da un primo confronto nella campata centrale, si evince che il momento sollecitante appena trovato è inferiore sia al momento agente che al momento resistente valutato al § 3.9.

La verifica si ritiene quindi soddisfatta.



RT RV01

RELAZIONE TECNICA

VERIFICA IMPALCATI ESISTENTI  
CNR BOLOGNA

**Si precisa che rimane onere del committente l'eventuale presentazione della pratica edilizia e dell'annessa pratica strutturale.**

Il Progettista Strutturale



Bologna, lì 18/12/2024