

Saras SpA

Raffineria
Sede legale

I-09018 Sarroch (Cagliari)
S.S. Sulcitana n.195 - Km.19°
Telefono 070 90911
Fax 070 900209



Ministero dell'Ambiente e della Tutela del Territorio e
del Mare - Direzione Generale Valutazioni Ambientali

E.prov DVA - 2012 - 0016141 del 04/07/2012

Spett.le
Ministero dell'Ambiente e della Tutela
del Territorio e del Mare
Direzione Generale per le Valutazioni Ambientali
Divisione IV
Via Cristoforo Colombo, 44 - 00147 Roma
c.a. Dott Giuseppe LO PRESTI

e p.c. Spett.le
Presidente della Commissione Istruttoria
AIA-IPPC c/o ISPRA
Via Vitaliano Brancati, 60 - 00144 Roma (RM)
c.a. Ing. Dario TICALI

Spett.le
ISPRA
Servizio Interdipartimentale per l'Indirizzo
il Coordinamento e il Controllo delle Attività Ispettive
Via Vitaliano Brancati, 48 - 00144 Roma (RM)
c.a. Ing. Alfredo PINI

Spett.le
ARPAS
Dipartimento di Cagliari
Viale Ciusa, 6 - 09100 Cagliari (CA)
c.a. Dott.ssa Angela Maria MEREU

Spett.le
ARPAS
Direzione tecnico-scientifica
Via Palabanda, 9 - 09100 Cagliari (CA)
c.a. Dott.ssa Clara RONI



Sarroch, 21 giugno 2012

Oggetto: Modifiche non sostanziali: sistema di recupero vapori presso il terminale marittimo.

Riferimento: DSA-DEC-2009-000230 del 24.03.2009 - Autorizzazione Integrata Ambientale dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC) della società Saras SpA sito in Sarroch (CA).

Con riferimento all'oggetto il sottoscritto Francesco Marini, gestore dell'impianto complesso "Raffineria e Impianto di Gassificazione a Ciclo Combinato (IGCC)" della società Saras SpA, trasmette in allegato una nota su quanto in oggetto (pagina 34 del PI) con la richiesta di revoca della prescrizione.

Si allega copia del bonifico contenente il Codice Riferimento Operazione di 2.000 €, come indicato nell'allegato III del Decreto Interministeriale del 24 aprile 2008.

Restando a disposizione per qualsivoglia chiarimento in merito, porgiamo

Cordiali saluti

GLP
IP

SARAS SpA
Francesco Marini

Direzione generale
Sede amministrativa
I-20122 Milano
Galleria de Cristoforis 8
Telefono 02 77371
Fax 02 76020640

Direzione relazioni pubbliche e
affari amministrativi
I-00187 Roma
Salita S. Nicola da Tolentino 1/b
Telefono 06 4203521
Fax 06 42035222

Cap. Soc. Euro 54.629.666,67 int. vers.
Reg. Imprese Cagliari, Cod. Fisc. e
P. Iva 00136440922



SARAS

Stabilimento di Sarroch (CA)

Impianto Complesso "RAFFINERIA + IGCC"

Emissioni non convogliate in aria

Carico e scarico dei prodotti leggeri

**Installazione di un sistema di recupero vapori presso il terminale marittimo
(pagina 34 del Parere Istruttorio)**

Sarroch, 21 giugno 2012



1. PREMESSA.....	3
2. SCOPO	5
3. CONCLUSIONI	6

ALLEGATO 1 - TAVOLA SCHEMA PONTILE

ALLEGATO 2 - RELAZIONE FINZI E ASSOCIATI

ALLEGATO 3 - CD ROM



SARAS

1. PREMESSA

Si riportano di seguito in ordine cronologico le conclusioni contenute nelle comunicazioni inviate dal Gestore avente come oggetto la prescrizione contenuta nel Parere Istruttorio (pagina 34) relativa alla installazione presso il terminale marittimo di un sistema di recupero vapori.

31.08.2009

Per lo studio della soluzione ottimale del sistema di recupero VOC sono state valutate due soluzioni planimetriche alternative:

1. Installazione di un sistema di recupero vapori sul terminale marittimo. Questa alternativa risulta infattibile in quanto sia gli spazi richiesti, sia le sollecitazioni derivanti risulterebbero completamente incompatibili con le strutture portanti esistenti. Una soluzione di questo porterebbe alla realizzazione di nuove importanti strutture di supporto a mare con un impatto logistico insostenibile sugli spazi di attracco e manovra. SARAS SpA
2. Installazione di un sistema di recupero vapori a terra collegato tramite tubazioni al terminale marittimo. Questa soluzione alternativa prevede sulle strutture del terminale marittimo le sole attrezzature per le connessioni Pontile – nave (ovvero i bracci di carico, le packages di arresto fiamma per ogni punto di carico, un sistema di 4 soffianti da circa 200 kW cad., in grado di fornire sufficiente pressione ai vapori recuperati per giungere fino a un sistema di trattamento a terra e tutte le opportune tubazioni di trasferimento di grosso diametro). L'impianto vero e proprio di trattamento e recupero sarebbe installato sulla terraferma in prossimità della radice del pontile.

Tutte le verifiche condotte dallo Studio Finzi, sulla base delle informazioni scaturite dallo studio di fattibilità sviluppato con la società APS, hanno indicato, in questo caso, la sostanziale inidoneità delle esistenti strutture a mare a sopportare un simile ampliamento. In particolare lo studio ha evidenziato come i carichi derivanti dalle attrezzature, dalle pipeline e dalle apparecchiature rotanti in funzione, porterebbero le relative sollecitazioni a valori incompatibili con il mantenimento di adeguati margini di sicurezza del pontile. A fronte di questi risultati, è nostra intenzione passare ad analizzare le altre possibili alternative, che prevedono la trasformazione degli idrocarburi leggeri in CO₂ e acqua tramite un processo di combustione catalitica.

Studieremo le possibili tecnologie già sperimentate in questo campo e verificheremo la compatibilità del sistema con le attrezzature esistenti.

Prevediamo di completare e presentare lo studio all'Autorità Competente e all'Ente di Controllo entro Dicembre 2009.

23.12.2009

La realizzazione di un sistema di recupero dei vapori durante le operazioni di carico delle navi cisterna al pontile non è compatibile con le attuali strutture esistenti nel nostro terminale marittimo (Saras ha trasmesso una richiesta di modifica non sostanziale all'AIA, prot. 183 del 31 agosto 2009).

L'alternativa proposta è quella di utilizzare un sistema di combustione, termica o catalitica, dei vapori che si generano durante le operazioni di carico delle benzine e della virgin naphta nelle navi cisterna. Questa alternativa è attualmente in fase di studio per verificarne la fattibilità operativa e la compatibilità strutturale con l'esistente terminale marino.



SARAS

I tempi prospettati da Saras per la valutazione di questa alternativa si sono rilevati particolarmente ristretti (31.12.09) in quanto sono necessarie attività di campionamento dei vapori, in uscita dagli sfiati delle navi cisterna, al fine di determinare la concentrazione dei COV per le successive valutazioni.

In ogni caso per la realizzazione di sistemi di questo tipo (progettazione, acquisto materiali, messa in opera e collaudo) saranno necessari almeno 36-48 mesi.

Per la valutazione di una delle due alternative proposte: sistema di combustione termica o catalitica sarà necessario un tempo più lungo; si prevede il completamento entro il primo semestre del 2010.

30.06.2010

I dati di concentrazioni di VOC nei gas emessi durante il caricamento delle navi derivanti dal modello di calcolo ed anche dai preliminari dati sperimentali portano a orientare la scelta della tecnologia nel processo di Ossidazione termica rigenerativa.

Essendo tale tecnologia più complessa e pesante dell'altra, verrà nei prossimi mesi valutata anche in termini di compatibilità con la struttura del pontile.

Le nuove attività di campionamento permetteranno di dimensionare in maniera più corretta l'impianto tenendo conto anche delle condizioni meteo estive. Gli ulteriori dati sperimentali permetteranno, inoltre, di calibrare il modello conservativo al caso reale, al fine di avere uno strumento idoneo sia per il dimensionamento dell'impianto che per la successiva fase di gestione dello stesso. A valle della verifica strutturale e dell'attività sperimentale e di dimensionamento dell'impianto, verrà predisposta e trasmessa una nuova relazione tecnica di avanzamento del progetto.

27.12.2010

I dati di concentrazioni di VOC nei gas emessi durante il caricamento delle navi derivanti dal modello di calcolo ed anche dai preliminari dati sperimentali, avevano indicato, vedi la relazione "Misure per la riduzione delle emissioni dei VOC durante le attività di carico e scarico delle Navi" trasmessa il 30 giugno 2010, come sistema migliore il processo di Ossidazione termica rigenerativa. La valutazione di compatibilità con la struttura del pontile indica che questa soluzione sembra la migliore anche dal punto di vista strutturale. I dati sperimentali verificati anche nel periodo estivo hanno permesso di confermare il modello conservativo al caso reale, da utilizzare come strumento idoneo sia per il dimensionamento dell'impianto che per la successiva fase di gestione dello stesso. A questo punto potranno essere avviate le attività di progettazione reale di un impianto di ossidazione termica rigenerativa, inizialmente come "basic" di processo definitivo e successivamente come progettazione esecutiva che ci permetterà di definire esattamente dimensioni e pesi e procedere quindi alla verifica strutturale delle attuali strutture del pontile. A seguito di queste verifiche sarà progettato il sistema di collegamento dai pontili P1, P2, P3, e P4 all'impianto, che si prevede di installare in posizione baricentrica rispetto ai pontili di cui sopra; inoltre si provvederà alla progettazione dei sistemi di collegamento nave-pontile.



SARAS

16.07.2011

Richiesta di revoca della prescrizione del sistema di recupero dei vapori presso il terminale marittimo in relazione al peso totale di un eventuale impianto di ossidazione termica, che genererebbe un carico sulla capacità portante dei pali della struttura del pontile non accettabile.

Alla data odierna, non avendo avuto riscontro alla nostra del 16.07.2011, il Gestore ripresenta la richiesta di revoca della prescrizione.

Per promemoria si allega un CD ROM contenente tutte le comunicazioni di cui sopra, precedentemente trasmesse.

2. SCOPO

La realizzazione di un sistema di recupero dei vapori durante le operazioni di carico delle navi cisterna al pontile non è compatibile con le attuali strutture esistenti nel nostro terminale marittimo (Saras ha trasmesso una richiesta di modifica non sostanziale all'AIA, prot. 183 del 31 agosto 2009).

L'alternativa studiata è quella di utilizzare un sistema di ossidazione termica dei vapori che si generano durante le operazioni di carico delle benzine e della virgin naphta nelle navi cisterna.

Sono state studiate due alternative al fine di verificarne la fattibilità operativa e la compatibilità strutturale con l'esistente terminale marino.

I dati tecnici indicativi dei due sistemi studiati sono i seguenti:

- sistema del tipo ad ossidazione termica rigenerativa ha permesso di identificare alcuni parametri di base e dimensionamenti di massima:
 - Portata 20.000 Nm³/h
 - Dimensioni di ingombro: 4m x 15m x 7m
 - Peso approssimativo: 30.000 Kg
- sistema del tipo ad ossidazione termica recuperativa ha permesso di identificare alcuni parametri di base e dimensionamenti di massima:
 - Portata 12.000 Nm³/h
 - Dimensioni di ingombro: 4m x 10m x 15m
 - Peso approssimativo: 40.000 Kg

Prima di procedere alla fase di ingegnerizzazione del sistema, è stata effettuata una verifica di compatibilità con la struttura del pontile.



SARAS

La soluzione meno gravosa dal punto di vista strutturale, comporta un peso minimo di 30.000 kg.

L'unica zona dove è possibile ubicare l'impianto (area "A"), come indicato nella tavola (allegata 1), è una posizione baricentrica rispetto ai pontili P1/P2 e P3/P4.

Al peso dell'impianto dovrebbero poi essere addizionati i pesi delle tubazioni di collegamento dai pontili P1, P2, P3, e P4 all'impianto, che graverebbero ulteriormente sulle strutture del pontile.

Il peso totale genererebbe un ulteriore carico sulla capacità portante dei pali che non risulta accettabile, pertanto l'intervento di cui sopra risulta non è compatibile con le attuali strutture del pontile (vedi relazione Finzi e Associati, allegato 2).

3. CONCLUSIONI

Con la presente si richiede la revoca della prescrizione del sistema di recupero dei vapori presso il terminale marittimo. Si tenga presente che il terminale marittimo si trova a significativa distanza dal più vicino centro abitato che non risulta pertanto esposto a inquinamento olfattivo.

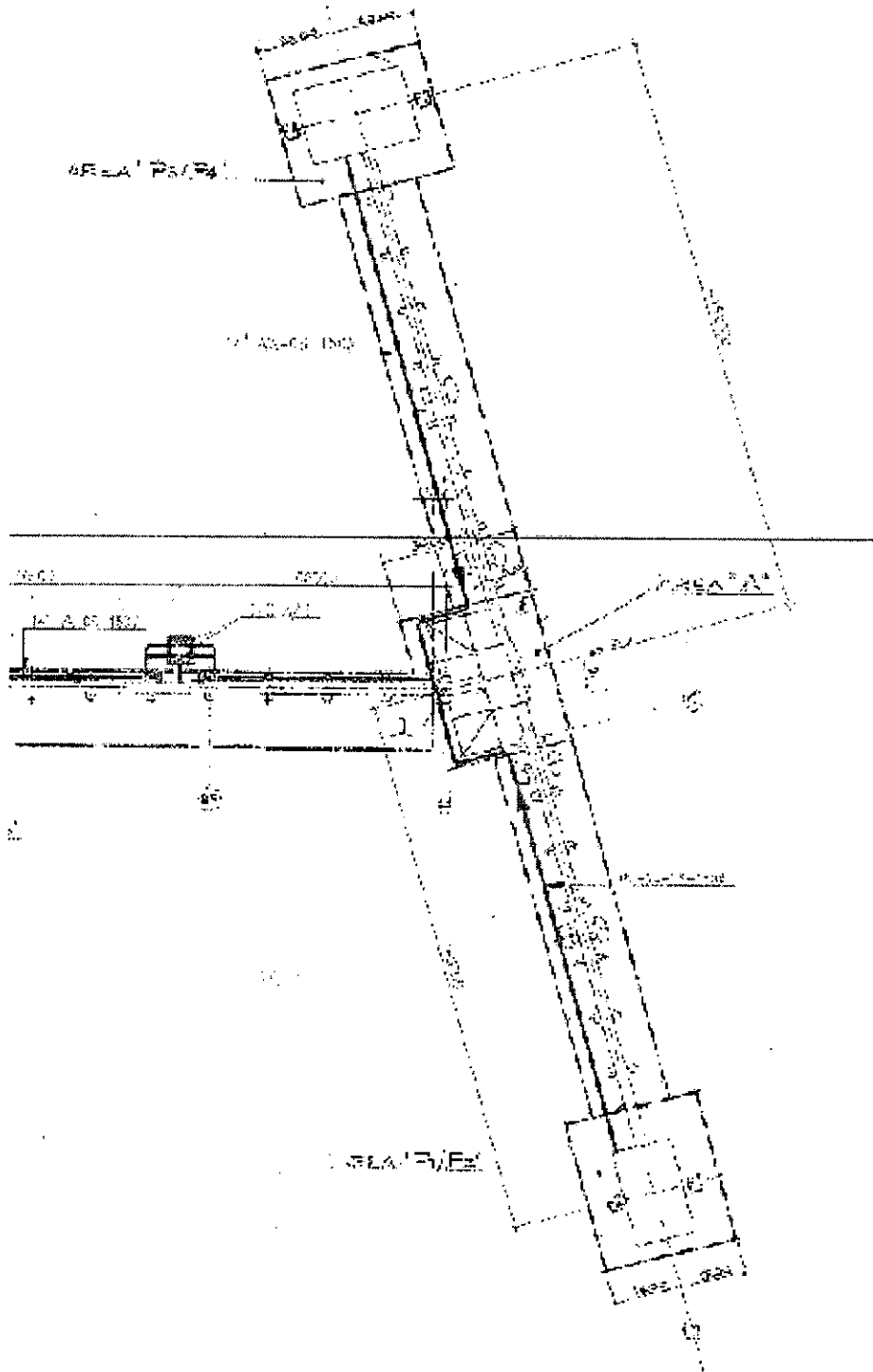


SARAS

ALLEGATO 1



SARAS



Saras: Impianto di Sarroch

Installazione di un inceneritore di idrocarburi sul pontile principale della Raffineria Analisi di fattibilità strutturale

Riferimenti

1. Finzi Associati *Variazione dei carichi permanenti ed accidentali a seguito dell'ampliamento della Sala Controllo rispetto ai documenti di riferimento per le verifiche delle strutture della Piattaforma e dei pali di fondazione*, documento 27 agosto 2007
2. Finzi Associati, Saras Raffineria di Sarroch. *Ampliamento della Sala Controllo alla Testa Pontile. Relazione di calcolo del progettista delle opere in acciaio*, documento del 12 luglio 2007.
3. - Disegni EL PL 3513 del 04/04/06, rev. 2.
4. - Disposizione quadri, Pianta a elevazione 6.85 m.
5. - Disposizione quadri, prese F.M., impianti di condizionamento. Pianta a elevazione 14.18 m.
6. Finzi Associati, *"Verifiche strutturali per la sopraelevazione della Sala Controllo sulla Piattaforma intersezione"*, documento del 18 maggio 2006.
7. SARTEC: *"Analisi carichi permanenti gravanti su struttura sala controllo pontile"* documento Excel del 20 marzo 2007.

La posizione di massima dell'inceneritore di idrocarburi è desumibile dalla allegata planimetria.

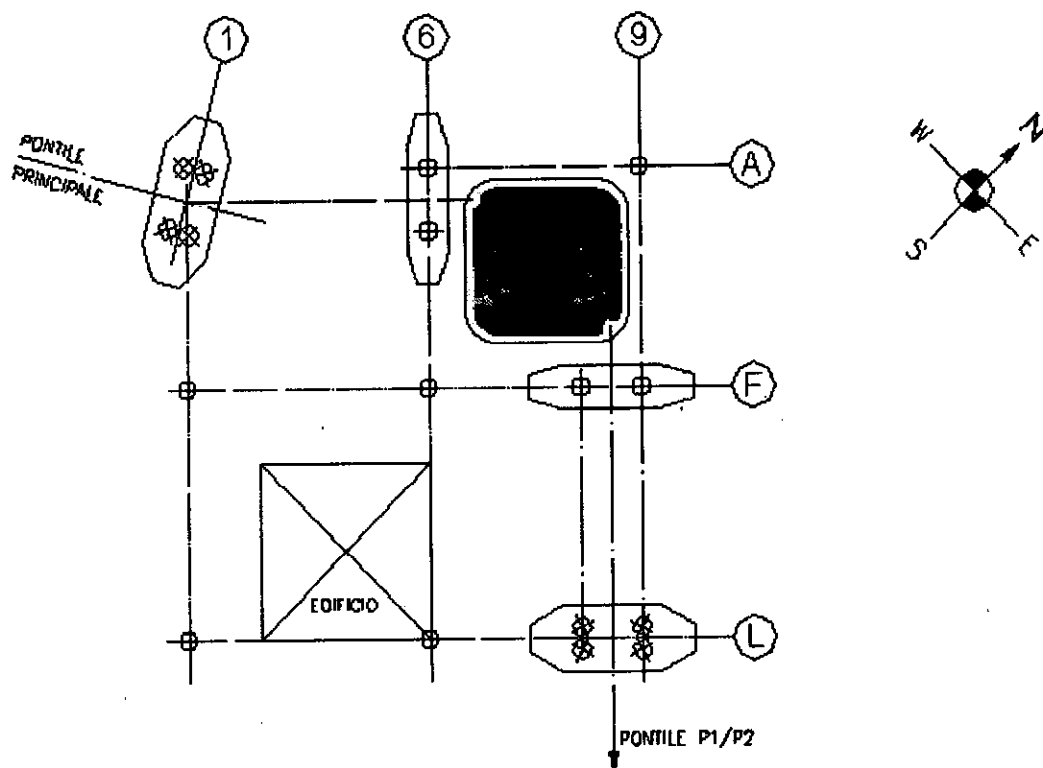


Fig. 1: planimetria della piattaforma intersezione, e posizione dell'impianto in oggetto. Una diversa collocazione, sulla stessa piattaforma intersezione, non muta il risultato della analisi di fattibilità.

Sono previste due possibili soluzioni, indicate con A e B.

Dimensioni

Caso (A) = base 4×7 m, altezza 15 m; Caso (B) = base 4×10 m, altezza 15 m.

Pesi

Peso del package nudo dichiarato dal fornitore:

Caso (A) = 30.000 kg; Caso (B) = 40.000 kg.

Peso complessivo, comprendente tubazioni, valvole, ed attrezzature accessorie:

Caso (A) = 40.000 kg; Caso (B) = 50.000 kg.

Analisi di fattibilità

La analisi è effettuata con riferimento ai documenti citati, ed in particolare al documento [1], quando si rese necessaria la modifica della sala controllo per esigenze operative del terminale marittimo. La struttura della nuova Sala Controllo è quella indicata nei disegni Sartec del marzo 2007. I carichi permanenti valutati da Sartec, coerentemente ai disegni, sono pari a 142 t, documento [7]. Non comprendono le attrezzature e i carichi accidentali.

I carichi delle attrezzature e quelli accidentali ammontano a:

CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO quota +6,850	Kg.	10 000.00
CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO quota +9,710	Kg.	10 000.00
CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO quota +14,180	Kg.	7750.00
CARICHI ACC. PER COPERTURA quota +17,610	Kg.	6 560.00
CARICHI APPARECCHIATURE quota +6,850	Kg.	8 150.00
CARICHI APPARECCHIATURE quota +9,710	Kg.	5 000.00
CARICHI APPARECCHIATURE quota +14,180	Kg.	2 160.00
CARICHI APPARECCHIATURE ED ANTENNA quota +17,610	Kg.	1 480.00

Nel calcolo degli accidentali, la norma di riferimento e le circolari allegate consentono di assumere l'intero carico accidentale presente in copertura, e di sommare una frazione dell'accidentale ai piani sottostanti, pari a 0.9, 0.8, 0.8, del carico accidentale di riferimento.

Sommando il carico dovuto alle attrezzature con la frazione di carico accidentale sopra richiamata, tra attrezzature e accidentale il carico messo in conto è pari a:

Copertura	8.04 t
Solaio a quota 14.18	9.135 t
Solaio a quota 9.71	13.00 t
Solaio a quota 6.85	16.15 t.

totale	46.325 t

Agli effetti delle verifiche strutturali, la nuova Sala controllo pesa

$$(G + L)_{\text{Nuova Sala}} = 188.325 \text{ t,}$$

ove G sono i carichi permanenti pari a 142 t,

L sono i carichi delle attrezzature ed accidentali pari a 46.325 t.

Milano 12 luglio 2011

I documenti citati [1, 2] mostrano che l'incremento dei carichi, reso necessario per la costruzione della Nuova Sala controllo, è accettabile, ma al limite dell'ammissibile per quanto riguarda la capacità portante dei pali.

In conseguenza, un ulteriore carico come quello prospettato per la costruzione del inceneritore di idrocarburi, non è accettabile. Nel presente calcolo non è stato messo in conto il carico eolico. Avendo l'inceneritore un certo ingombro, il carico eolico ne risulterebbe incrementato, ed aggraverebbe ulteriormente la capacità portante dei pali.

In fede,

Alberto Castellani, progettista della Nuova Sala Controllo sul Pontile.

Milano 12 luglio 2011



Allegati:

- 1 Finzi Associati *Variazione dei carichi permanenti ed accidentali a seguito dell'ampliamento della Sala Controllo rispetto ai documenti di riferimento per le verifiche delle strutture della Piattaforma e dei pali di fondazione*, documento 27 agosto 2007
- 2 Finzi Associati, Saras Raffineria di Sarroch. *Ampliamento della Sala Controllo alla Testa Pontile. Relazione di calcolo del progettista delle opere in acciaio*, documento del 12 luglio 2007.
- 3 - Disegni EL PL 3513 del 04/04/06, rev. 2.
- 4 - Disposizione quadri, Pianta a elevazione 6.85 m.
- 5 - Disposizione quadri, prese F.M., impianti di condizionamento. Pianta a elevazione 14.18 m.
- 6 Finzi Associati, *"Verifiche strutturali per la sopraelevazione della Sala Controllo sulla Piattaforma intersezione"*, documento del 18 maggio 2006.
- 7 SARTEC: *"Analisi carichi permanenti gravanti su struttura sala controllo pontile"* documento Excel del 20 marzo 2007.

Allegato n° 1

Variazione dei carichi permanenti ed accidentali a seguito dell'ampliamento della Sala Controllo rispetto ai documenti di riferimento per le verifiche delle strutture della Piattaforma e dei pali di fondazione

Si fa riferimento ai documenti:

1. Finzi Associati, Saras Raffineria di Sarroch. Ampliamento della Sala Controllo alla Testa Pontile. Relazione di calcolo del progettista delle opere in acciaio", documento del 12 luglio 2007.
2. EBX: "Sartec. Piattaforma Intersezione Edificio Uffici. Relazione tecnica calcoli di verifica strutturale ", Documento CV RT 3038 del 26/04/04.
3. Disegni EL PL 3513 del 04/04/06, rev. 2.
-Disposizione quadri, Pianta a elevazione 6.85 m.
-Disposizione quadri, prese F.M., impianti di condizionamento. Pianta a elevazione 14.18 m.
4. Finzi Associati, "Verifiche strutturali per la sopraelevazione della Sala Controllo sulla Piattaforma intersezione", documento del 18 maggio 2006.
5. EBX, "Verifiche strutturali per la sopraelevazione edificio uffici su piattaforma Thi (sovraccarico 85 t)", rapporto del 9 febbraio 2006.
6. SARTEC: "Analisi carichi permanenti gravanti su struttura sala controllo pontile" documento Excel del 20 marzo 2007.

La struttura in oggetto è quella indicata nei disegni Sartec del marzo 2007. I carichi permanenti valutati da Sartec, coerentemente ai disegni, sono pari a 142 t, documento [6]. Non comprendono le attrezzature e i carichi accidentali.

I carichi delle attrezzature e quelli accidentali ammontano a:

CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO +6,850	Kg.	10 000.00
CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO +9,710	Kg.	10 000.00
CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO +14,180	Kg.	7750.00
CARICHI ACC. PER COPERTURA (NEVE+ UOMO) +17,610	Kg.	6 560.00
CARICHI APPARECCHIATURE +6,850	Kg.	8 150.00
CARICHI APPARECCHIATURE +9,710	Kg.	5 000.00
CARICHI APPARECCHIATURE +14,180	Kg.	2 160.00
CARICHI APPARECCHIATURE ED ANTENNA +17,610	Kg.	1 480.00
Totale	t	51.1

Nel calcolo degli accidentali, la norma di riferimento e le circolari allegate, consentono di assumere l'intero carico accidentale alla copertura, e di sommare una frazione dell'accidentale ai

piani sottostanti. Assumeremo la frazione pari a 0.9, 0.8, 0.8, rispettivamente ai piani a quota 14.18, 9.71, e 6.85 m.

In totale, tra attrezzature e accidentale i carichi sono:

Copertura	8.04 t
Solaio a quota 14.18	9.135 t
Solaio a quota 9.71	13.00 t
Solaio a quota 6.85	16.15 t.

Agli effetti delle verifiche strutturali, la nuova Sala controllo pesa

$$(G + L)_{\text{Nuova Sala}} = 188.325 \text{ t,}$$

ove G sono i carichi permanenti pari a 142 t,

L sono i carichi delle attrezzature ed accidentali pari a 46.325 t.

Tale valore deve essere confrontato con la somma dei carichi sulla piattaforma, dovuti alla Sala Controllo esistente, utilizzati nel documento EBX di riferimento, che è quello del 26/04/2004, citato al punto [2]:

EBX: "Piattaforma intersezione edificio uffici. Relazione tecnica calcoli di verifica strutturale", documento CV-RT 3038 del 26/04/2004.

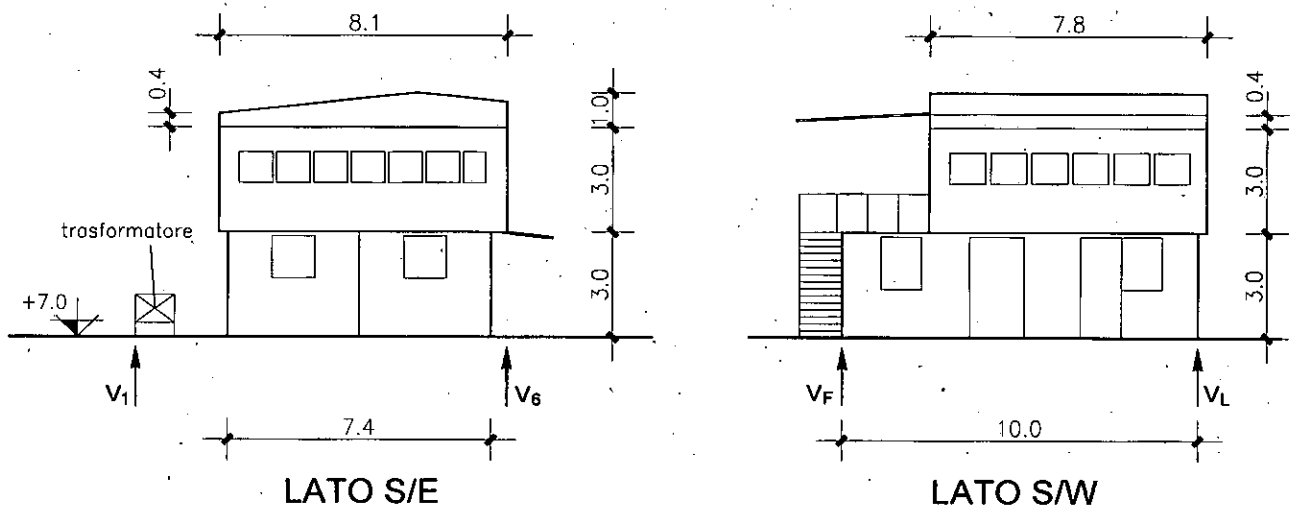


Figura 1: Prospetti della Sala Controllo esistente.

Nel documento EBX del 26/04/04, i carichi permanenti attribuiti alla Sala Controllo ammontavano a 121,4 t, così articolati:

Struttura in acciaio	54.4 t,
Edificio prefabbricato	67.0

Totale	121.4

I carichi sono ripartiti sulle quattro colonne come segue. La somma, tratta dal documento EBX citato, ripete il valore 121.4 t.

$$V_{1F} = 13,2 + 13,6 = 26,8 \text{ t}$$

$$V_{6F} = 20,8 + 13,6 = 34,4 \text{ t}$$

$$V_{1L} = 12,2 + 13,6 = 25,8 \text{ t}$$

$$V_{6L} = 20,8 + 13,6 = 34,4 \text{ t}$$

totale	121.4 t
--------	---------

Tale carico è comprensivo di 15 t di attrezzature. Il carico accidentale complessivo era stato valutato pari a 0.2 t/m^2 distribuito su circa 100 m^2 , per un totale di 20 t, da sommarsi al carico permanente, per un totale pari a 141.4 t.

Il carico totale messo in conto nelle verifiche EBX è quindi pari a 141.4 t.

Ai fini delle verifiche delle strutture della Piattaforma e dei pali di fondazione, dopo la costruzione della Nuova Sala Controllo, il documento di riferimento è quello del 9 febbraio 2006,

Ebx, "Verifiche strutturali per la sopraelevazione edificio uffici su piattaforma Thi (sovraccarico 85 t)", rapporto del 9 febbraio 2006.

Tale rapporto attesta che le strutture della Piattaforma e i pali di fondazione possono sopportare un carico pari a quello della precedente Sala Controllo, più 85 t, ovvero un carico complessivo (permanente più attrezzature più carico accidentale), pari a

$$(G + L)_{\text{Ammissibile}} = 226.4 \text{ t.}$$

La differenza tra le due valutazioni del carico

$$(G + L)_{\text{Ammissibile}} - (G + L)_{\text{Nuova Sala}} = 226.4 - 188.325 \text{ t} = 38 \text{ t}$$

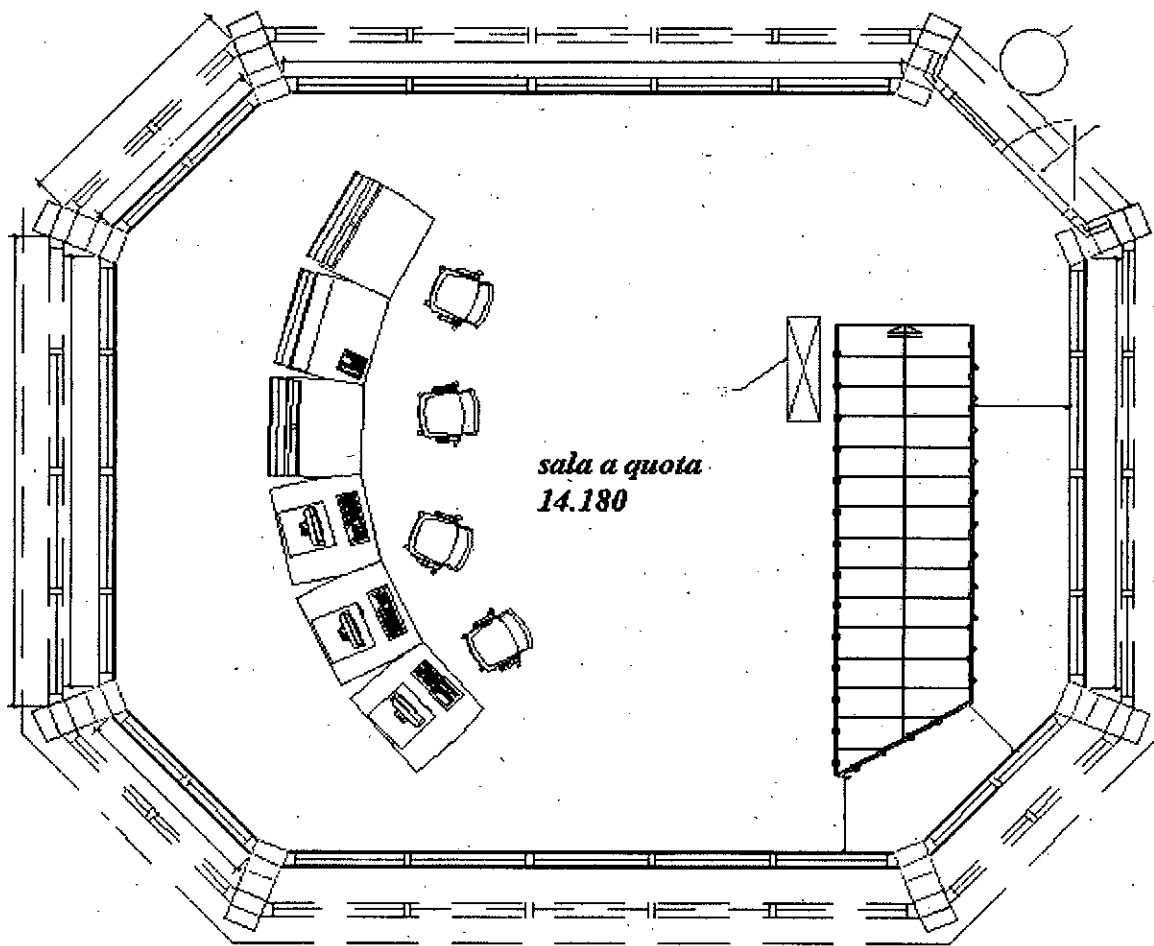
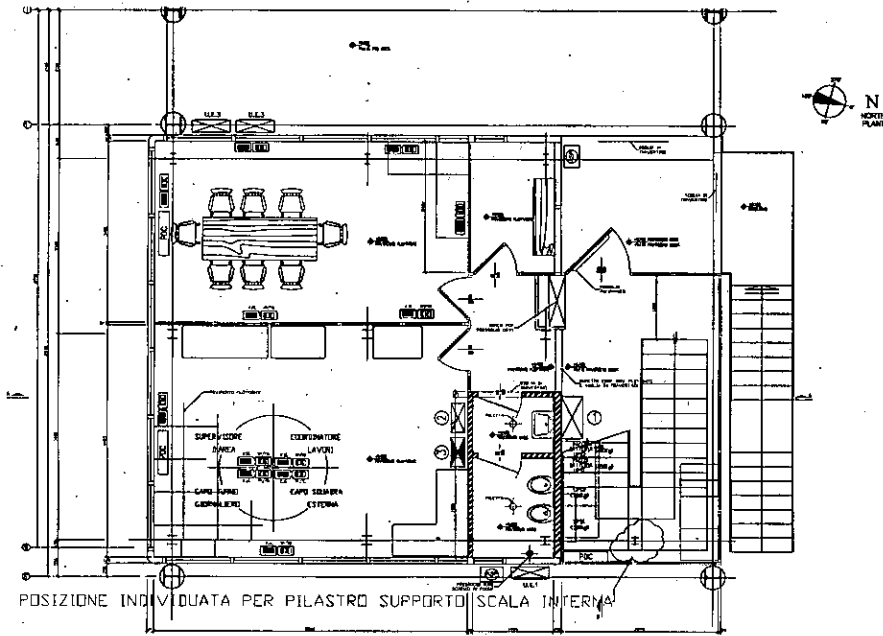
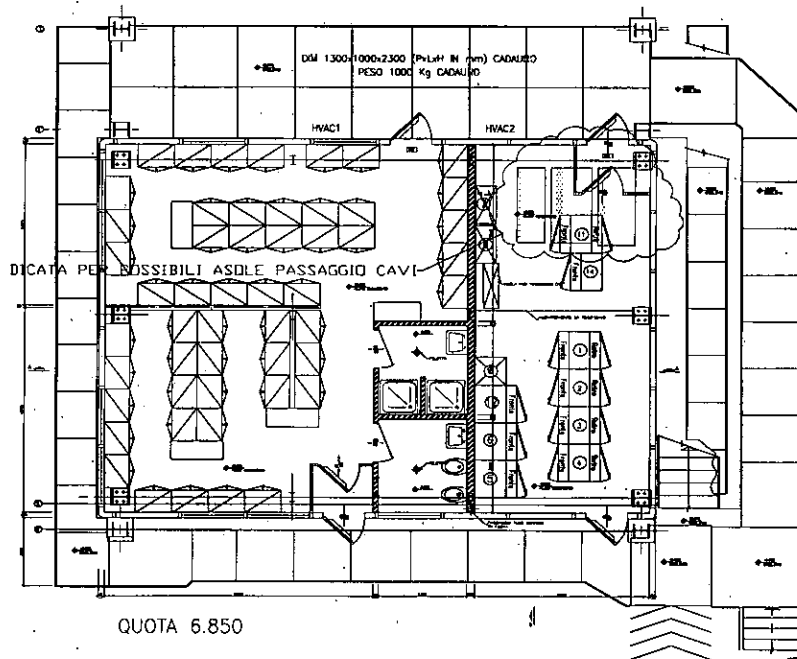


Fig. 2: Solaio a quota 14.18 m. Peso complessivo delle attrezzature 2.16 t. Carico accidentale, 250 kg/m², distribuito sulla superficie restante disponibile, pari a circa 8.75 t. Peso complessivo 10.91 t.



QUOTA 9.710

Fig. 3: Solaio a quota 9.710. Attrezzature, peso complessivo 5 t. Carico accidentale, 250 kg/m², distribuito sulla superficie restante disponibile, pari a circa 10 t. Peso complessivo 15 t.



QUOTA 6.850

Fig. 4: Solaio a quota 6.85 m. Peso complessivo delle attrezzature installate: nuovi quadri elementi esistenti, peso HVAC1 e HVAC2 1 t per un totale di 8.15 t. Carico accidentale, 250 kg/m², distribuito sulla superficie restante disponibile, pari a circa 10 t. Peso complessivo 18.15 t.

Allegato n° 2

Saras Raffineria di Sarroch

Ampiamiento della Sala Controllo alla Testa Pontile

Relazione di calcolo del progettista delle opere in acciaio

Il sottoscritto Alberto Castellani, nato a Milano il 1 maggio 1938, con studio in Milano, V.le Giustiniano 10, iscritto all'albo degli ingegneri della provincia di Milano al numero 10167 dal 1974, ha avuto incarico di eseguire il progetto statico delle strutture in acciaio relative alle opere in oggetto, progettate per conto di Sartec, SARAS ricerche e Tecnologie Srl, avente sede trav. 2° strada, Macchiareddu-Grogastu, 09032 Assemini, (CA).

La struttura è definita dai seguenti disegni strutturali.

Disegni strutturali

sigla	rev.	data	TITOLO
801-CM-85	5	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta a quota +6.850
801-CM-86	5	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta a quota +9.710
801-CM-87	5	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta a quota +14.180
801-CM-88	1	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta a quota +15.430
801-CM-89	5	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta a quota +17.530
801-CM-90	3	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – vista filo “6”
801-CM-91	2	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – vista filo “1”
801-CM-92	3	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – vista filo “L”
801-CM-93	3	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – vista filo “F”
801-CM-94	3	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – vista filo “1”
801-CM-95	3	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – sezione “A-A”
801-CM-96	3	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – sezione “B-B”
801-CM-97	2	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta grigliati e lamiera (quota +6.850) (valido solo per opere civili)
801-CM-98	2	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta grigliati e lamiera (quota +9.710) (valido solo per opere civili)
801-CM-99	2	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta grigliati e lamiera (quota +14.180) (valido solo per opere civili)
801-CM-100	2	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – pianta grigliati e lamiera (quota +17.530) (valido solo per opere civili)
801-CM-111	3	30/11/06	Sala controllo pontile – passerella accesso lato nord ovest – sezioni “C-C”, “D-D”, “E-E”, “F-F”, “G-G”

801-CM-112	0	30/11/06	Sala controllo pontile – dettagli carpenterie
801-CM-113	1	30/11/06	Sala controllo pontile – dettagli carpenterie
801-CM-114	0	30/11/06	Sala controllo pontile – dettagli carpenterie piastre di base
801-CM-115	0	30/11/06	Sala controllo pontile – dettagli asola a quota +6.85/6.13
801-CM-116	0	30/11/06	Sala controllo pontile – dettagli carpenterie
801-ED-41	2	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – nodi di attacco a esistente – pianta
801-ED-42	3	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – nodi di attacco a esistente – nodo “6-L”
801-ED-43	3	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – nodi di attacco a esistente – nodo “1-L”
801-ED-44	2	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – nodi di attacco a esistente – nodo “6-F”
801-ED-48	6	30/11/06	Ampl. sala controllo pontile – pianta a quota +17.530 (copertura)
801-ED-49	6	30/11/06	Sala controllo pontile – prospetti
801-ED-50	3	30/11/06	Sala controllo pontile – sezioni tipiche e dettagli costruttivi
801-ED-51	3	30/11/06	Sala controllo pontile – impianti di scarico e adduzione idrica - piante
801-ED-53	2	30/11/06	Sala controllo pontile – dettagli connessioni pannelli tamponatura
801-ED-54	2	30/11/06	Sala controllo pontile – dettaglio attacchi pannelli parete
801-ED-55	2	30/11/06	Sala controllo pontile – abaco serramenti e pareti mobili interne
801-ED-56	1	30/11/06	Sala controllo pontile – abaco serramenti e pareti mobili esterne
801-ED-57	0	30/11/06	Sala controllo pontile – dettagli asola a quota +6.850 e +6.130

Specifiche di fornitura e di esecuzione

CV-ST-3000	3	30/11/06	Specifica tecnica per la fornitura in opera di box prefabbricati
CV-ST-3001	3	30/11/06	Specifica tecnica per rinforzo attacchi nuova struttura
CV-ST-3002	3	30/11/06	Specifica tecnica per solette in c.a. per nuovi piani a ampl. piani esistenti
CV-ST-3003	3	30/11/06	Specifica tecnica per opere di finitura
PM-RT0010	5	30/11/06	Sala controllo pontile – relazione descrittiva fasi di lavoro
CV-PL-3066	0	30/11/06	Ampliamento sala controllo pontile – planimetria ubicazione interventi

Norme di riferimento

1. Legge 5/11/1971, N° 1086 - "Norme per la disciplina delle opere in calcestruzzo armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".
2. Legge 2/2/1974, N° 74 - "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".
3. Decreto Ministeriale 6/1/1996, "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".
4. Decreto Ministeriale 16/1/1996, "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

5. Decreto Ministeriale 16/1/1996, "Norme tecniche relative alle costruzioni in zone sismiche".

Descrizione della Sala e della struttura della Piattaforma intersezione, sulla quale è fissata

La Sala controllo esistente è stata progettata nel 1968 da Polytecna Harris. E' descritta nei disegni seguenti:

1. Polytecna Harris, "Saras-Sala controllo e magazzini, attrezzi e antincendio. Pianta e sezioni", disegno H- 273 – S- 268, del 6/9/1968, rev.3.
2. Polytecna Harris, "Saras-Sala controllo e magazzini, attrezzi e antincendio. Pianta e sezioni. Particolari", disegno H- 273 – S- 269-1, del 6/9/1968.
3. Polytecna Harris, "Saras- Ristrutturazione ufficio capo posto. Carpenteria", disegno 049/11 DE – J 001/2 del 30 /06/1972.

Rispetto alla configurazione progettata da Polytecna Harris, la struttura ha subito un intervento successivo, descritto nel disegno:

4. Tre P Progetti, "Pontile, Particolari carpenterie", disegno Saras 801 – CM -71, del 7/07/1997, rev. 1.

L'interesse a identificare la costruzione esistente è dovuto alla necessità di valutare i carichi attualmente esistenti sulla Piattaforma intersezione, e la loro variazione dovuta ai carichi che si intendono applicare. Peraltro l'intervento non si configura come ristrutturazione di una costruzione esistente, ma come nuova costruzione, in quanto la Nuova Sala è strutturalmente separata dalla costruzione esistente.

La nuova struttura è composta da una gabbia in carpenteria metallica, sorretta da sei colonne, disposte sulle teste di pali della Piattaforma intersezione. Le due colonne HEB 300 sul filo 1' servono per poter controventare la struttura durante il montaggio. L'orientamento di queste due colonne è a 90° rispetto a quello delle restanti quattro colonne, le quali mantengono l'orientamento delle colonne esistenti. E' possibile calare la gabbia dall'alto, ed appoggiarla alla piattaforma senza rimuovere alcuna struttura della Sala Controllo esistente. Deve soltanto essere rimosso lo scivolo sul filo 6', tra le quote 6.4 e 6.8 metri.

La copertura è costituita da una superficie piana, praticabile, con una antenna ed una struttura per sorreggerla come principale carico. Ai fini delle verifiche sono stati considerati 150 kg/m². E' stata inoltre considerata la possibilità di sorreggere un carico concentrato pari a 200 kg su una posizione qualsiasi della copertura.

Una possibile sequenza di montaggio è descritta nel seguito.

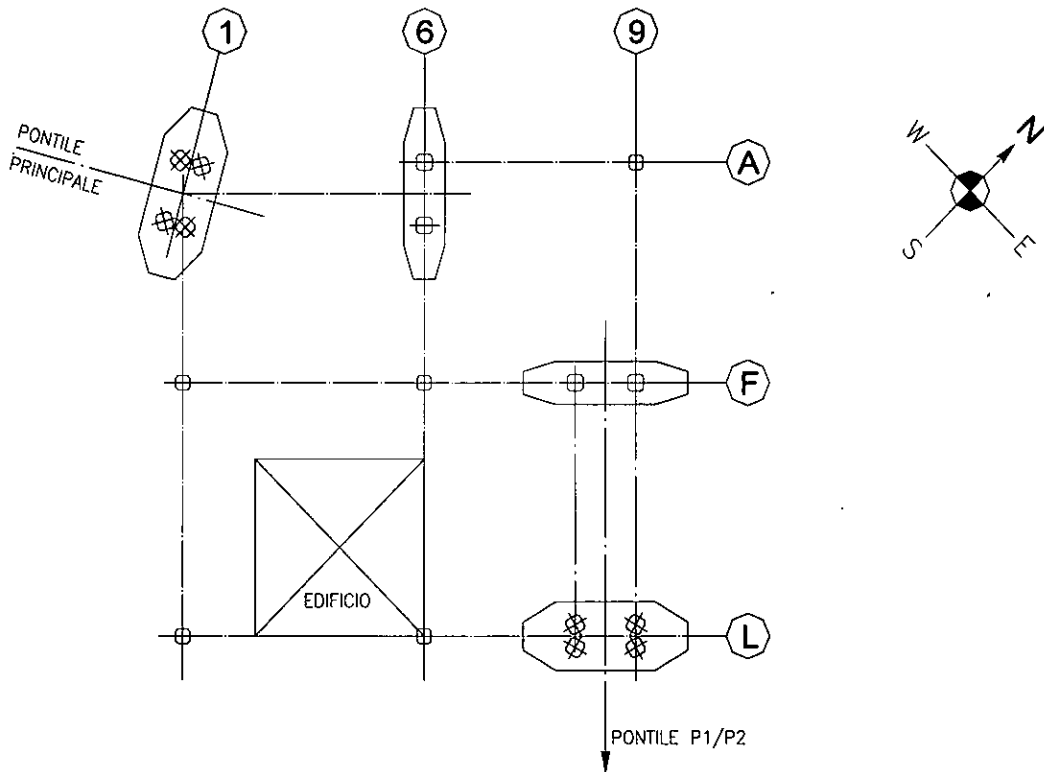


Fig. 1 Pianta della piattaforma intersezione tra il pontile principale, ed il pontile P1 / P2.

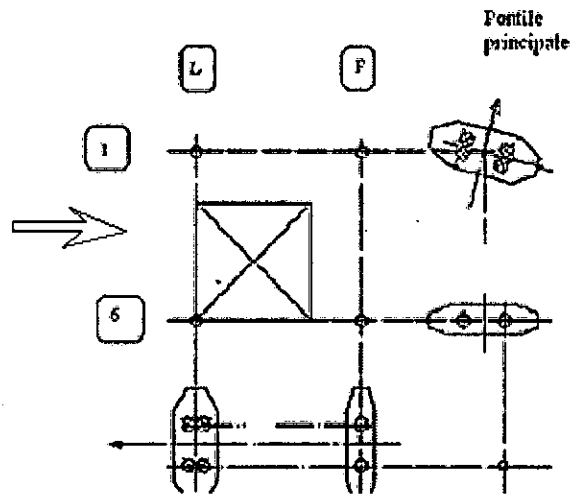
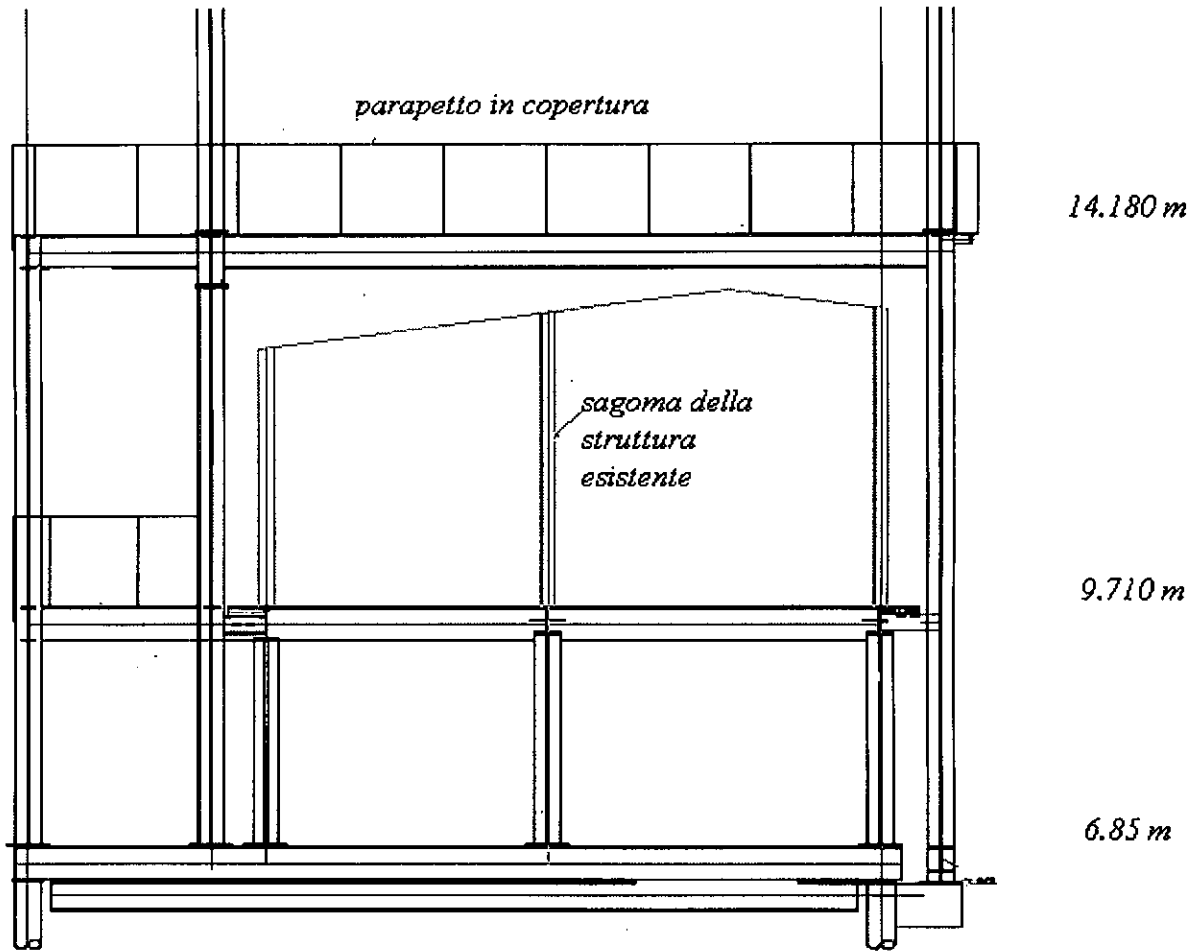


Fig. 2: Vista da Sud Est. Quote dal livello del mare dei solai.

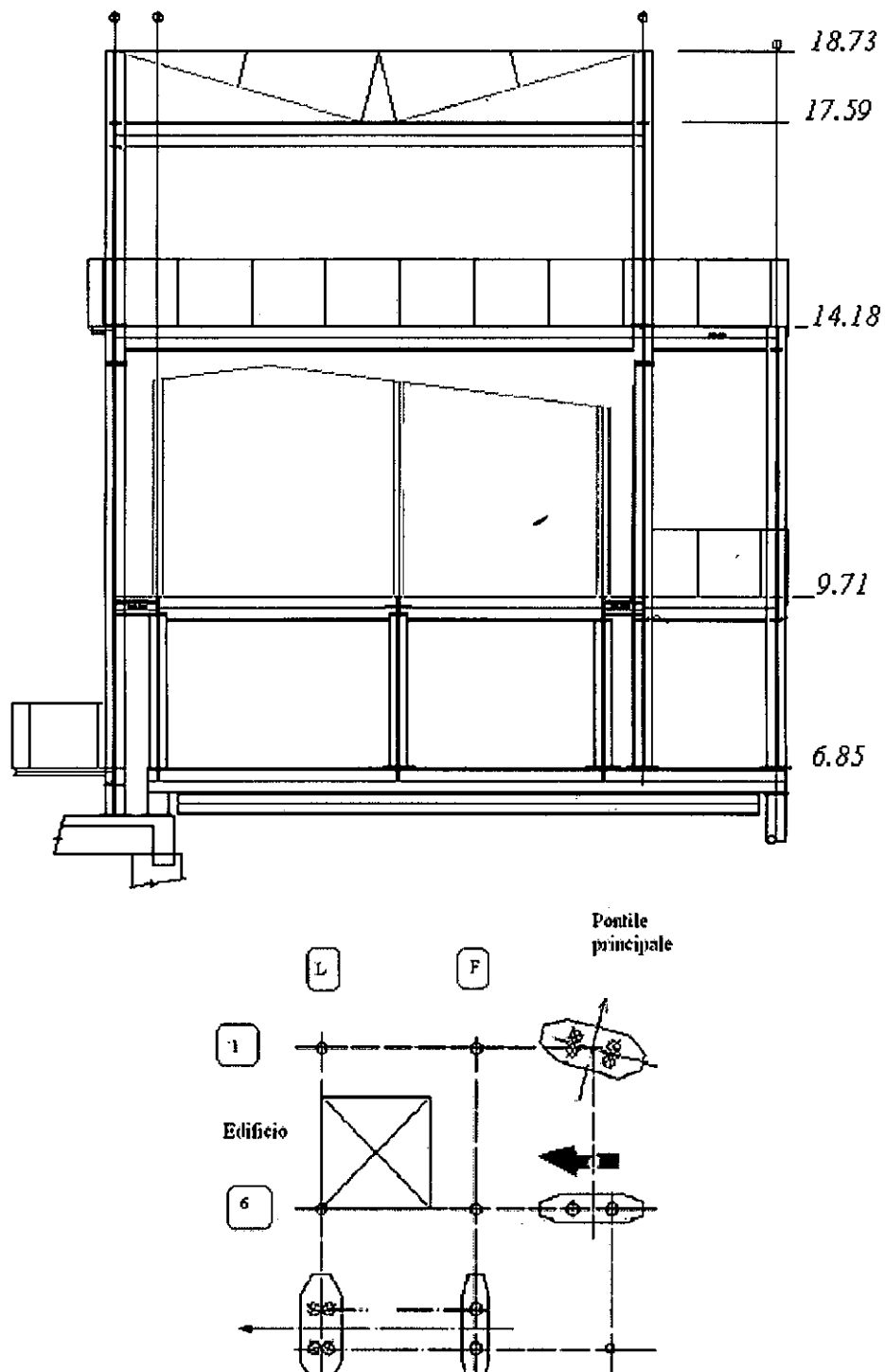


Fig. 3. Vista da Nord Ovest. Quote dal livello del mare dei solai.

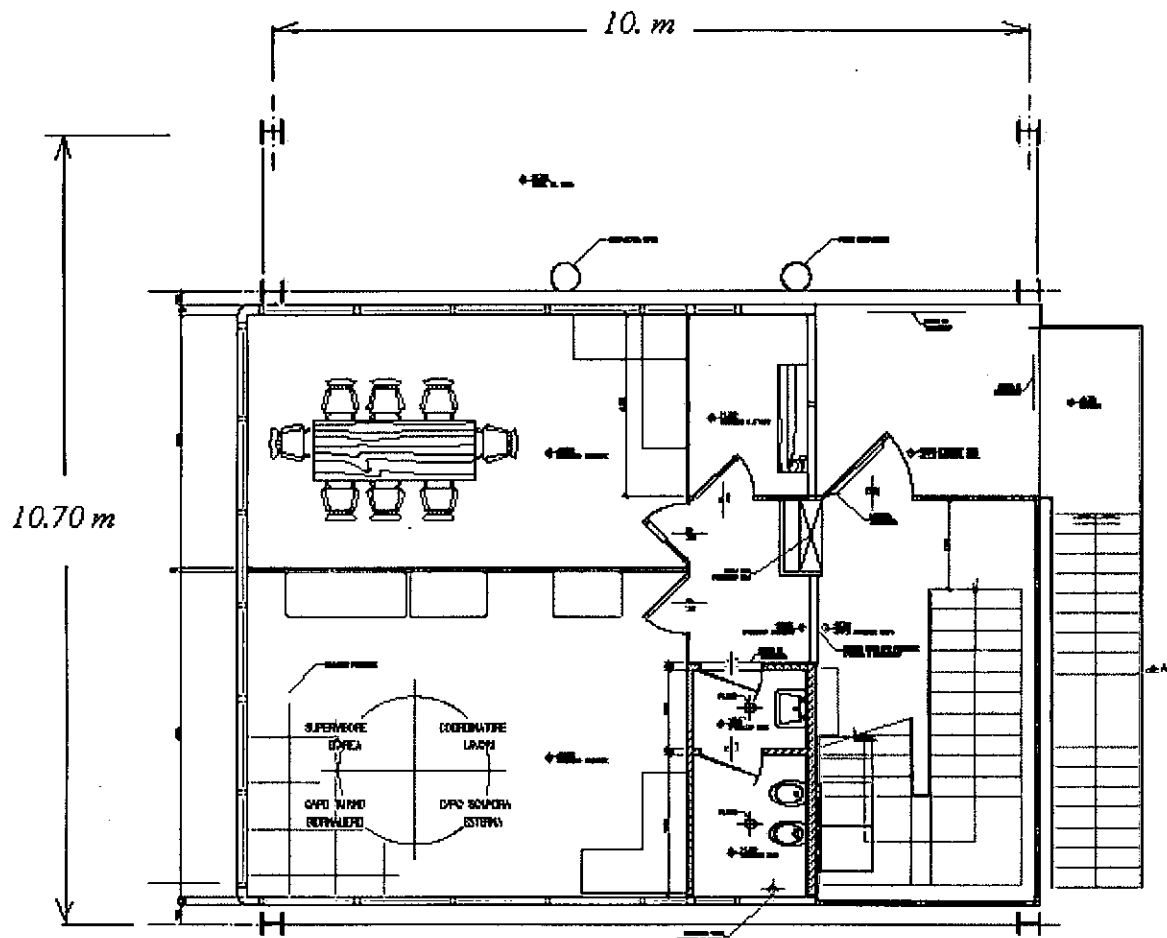


Figura 4: dimensioni in pianta.

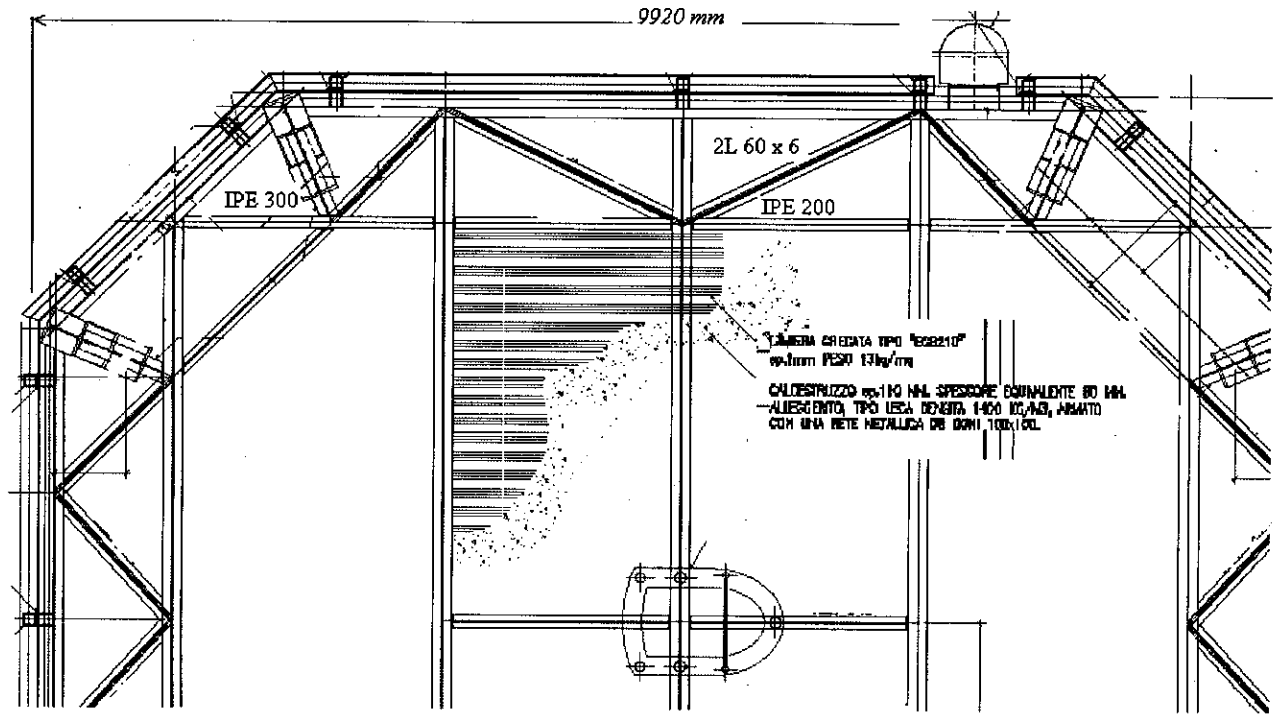


Figura 5: pianta ottagonale della copertura.

Variatione dei carichi permanenti ed accidentali a seguito dell'ampliamento della Sala Controllo rispetto ai documenti di riferimento per le verifiche delle strutture della Piattaforma e dei pali di fondazione

Si fa riferimento ai documenti:

5. EBX: "Sartec. Piattaforma Intersezione Edificio Uffici. Relazione tecnica calcoli di verifica strutturale", Documento CV RT 3038 del 26/04/04.
6. Disegni EL PL 3513 del 04/04/06, rev. 2.
-Disposizione quadri, Pianta a elevazione 6.85 m.
-Disposizione quadri, prese F.M., impianti di condizionamento. Pianta a elevazione 14.18 m.
7. Finzi Associati, "Verifiche strutturali per la sopraelevazione della Sala Controllo sulla Piattaforma intersezione", documento del 18 maggio 2006.
8. EBX, "Verifiche strutturali per la sopraelevazione edificio uffici su piattaforma Thi (sovraccarico 85 t)", rapporto del 9 febbraio 2006.
9. SARTEC: "Analisi carichi permanenti gravanti su struttura sala controllo pontile" documento Excel del 20 marzo 2007.

La struttura in oggetto è quella indicata nei disegni Sartec del marzo 2007. I carichi permanenti valutati da Sartec, coerentemente ai disegni, sono pari a 142 t, documento [9]. Non comprendono le attrezzature e i carichi accidentali.

I carichi delle attrezzature e quelli accidentali, richiamati nelle figure 7, 8, e 9, ammontano a:

CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO +6,850	Kg.	10 000.00
CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO +9,710	Kg.	10 000.00
CARICHI ACC. PER UFFICI NON APERTI PUBBLICO +14,180	Kg.	7750.00
CARICHI ACC. PER COPERTURA (NEVE+ UOMO) +17,610	Kg.	6 560.00
CARICHI APPARECCHIATURE +6,850	Kg.	8 150.00
CARICHI APPARECCHIATURE +9,710	Kg.	5 000.00
CARICHI APPARECCHIATURE +14,180	Kg.	2 160.00
CARICHI APPARECCHIATURE ED ANTENNA +17,610	Kg.	1 480.00
Totale	t	51.1

Nel calcolo degli accidentali, la norma di riferimento e le circolari allegate, consentono di assumere l'intero carico accidentale alla copertura, e di sommare una frazione dell'accidentale ai piani sottostanti. Assumeremo la frazione pari a 0.9, 0.8, 0.8, rispettivamente ai piani a quota 14.18, 9.71, e 6.85 m.

In totale, tra attrezzature e accidentale i carichi sono:

Copertura	8.04 t
Solaio a quota 14.18	9.135 t
Solaio a quota 9.71	13.00 t
Solaio a quota 6.85	16.15 t.

Agli effetti delle verifiche strutturali, la nuova Sala controllo pesa

$$(G + L)_{\text{Nuova Sala}} = 188.325 \text{ t,}$$

ove G sono i carichi permanenti pari a 142 t,

L sono i carichi delle attrezzature ed accidentali pari a 46.325 t.

Tale valore deve essere confrontato con la somma dei carichi sulla piattaforma, dovuti alla Sala Controllo esistente, utilizzati nel documento EBX di riferimento, che è quello del 26/04/2004, citato al punto [5]:

EBX: "Piattaforma intersezione edificio uffici. Relazione tecnica calcoli di verifica strutturale", documento CV-RT 3038 del 26/04/2004.

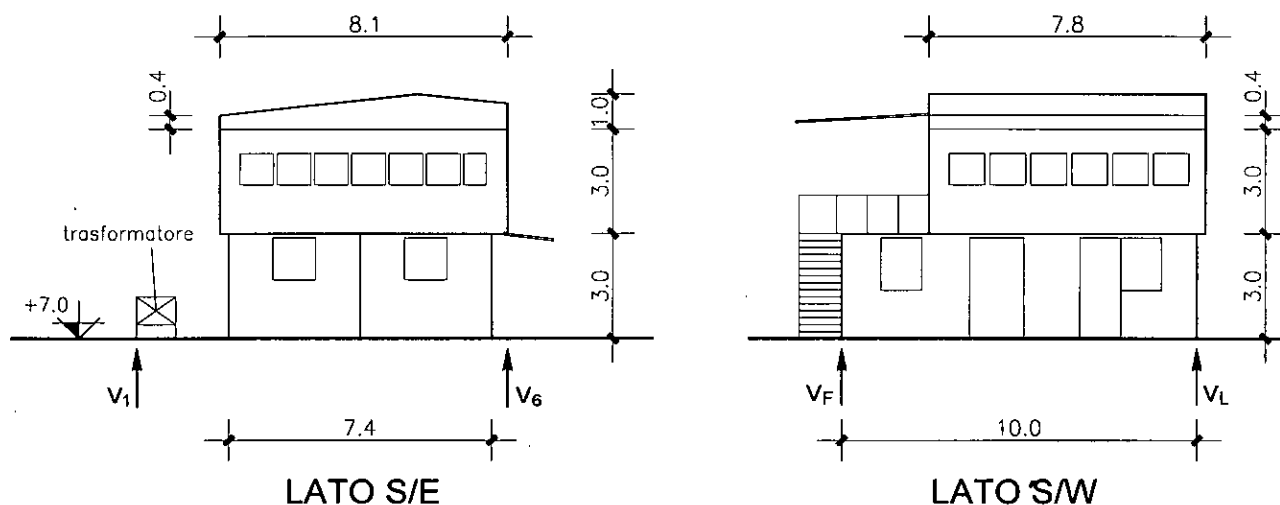


Figura 6: Prospetti della Sala Controllo esistente.

Nel documento EBX del 26/04/04, i carichi permanenti attribuiti alla Sala Controllo ammontavano a 121.4 t, così articolati:

Struttura in acciaio	54.4 t,
Edificio prefabbricato	67.0

Totale	121.4

I carichi sono ripartiti sulle quattro colonne come segue. La somma, tratta dal documento EBX citato, ripete il valore 121.4 t.

$$V_{1F} = 13,2 + 13,6 = 26,8 \text{ t}$$

$$V_{6F} = 20,8 + 13,6 = 34,4 \text{ t}$$

$$V_{1L} = 12,2 + 13,6 = 25,8 \text{ t}$$

$$V_{6L} = 20,8 + 13,6 = 34,4 \text{ t}$$

$$\text{totale} \quad 121.4 \text{ t}$$

Tale carico è comprensivo di 15 t di attrezzature. Il carico accidentale complessivo era stato valutato pari a 0.2 t/m^2 distribuito su circa 100 m^2 , per un totale di 20 t, da sommarsi al carico permanente, per un totale pari a 141.4 t.

Il carico totale messo in conto nelle verifiche EBX è quindi pari a 141.4 t.

Ai fini delle verifiche delle strutture della Piattaforma e dei pali di fondazione, dopo la costruzione della Nuova Sala Controllo, il documento di riferimento è quello del 9 febbraio 2006,

Ebx, "Verifiche strutturali per la sopraelevazione edificio uffici su piattaforma Thi (sovraccarico 85 t)", rapporto del 9 febbraio 2006.

Tale rapporto attesta che le strutture della Piattaforma e i pali di fondazione possono sopportare un carico pari a quello della precedente Sala Controllo, più 85 t, ovvero un carico complessivo (permanente più attrezzature più carico accidentale), pari a

$$(G + L)_{\text{Ammissibile}} = 226.4 \text{ t.}$$

La differenza tra le due valutazioni del carico

$$(G + L)_{\text{Ammissibile}} - (G + L)_{\text{Nuova Sala}} = 226.4 - 188.325 \text{ t} = 38 \text{ t}$$

è un ulteriore margine di sicurezza a disposizione.

Carichi permanenti ed accidentali sulle tre solette sulla base dei disegni EL PL 3513 del 04/04/06

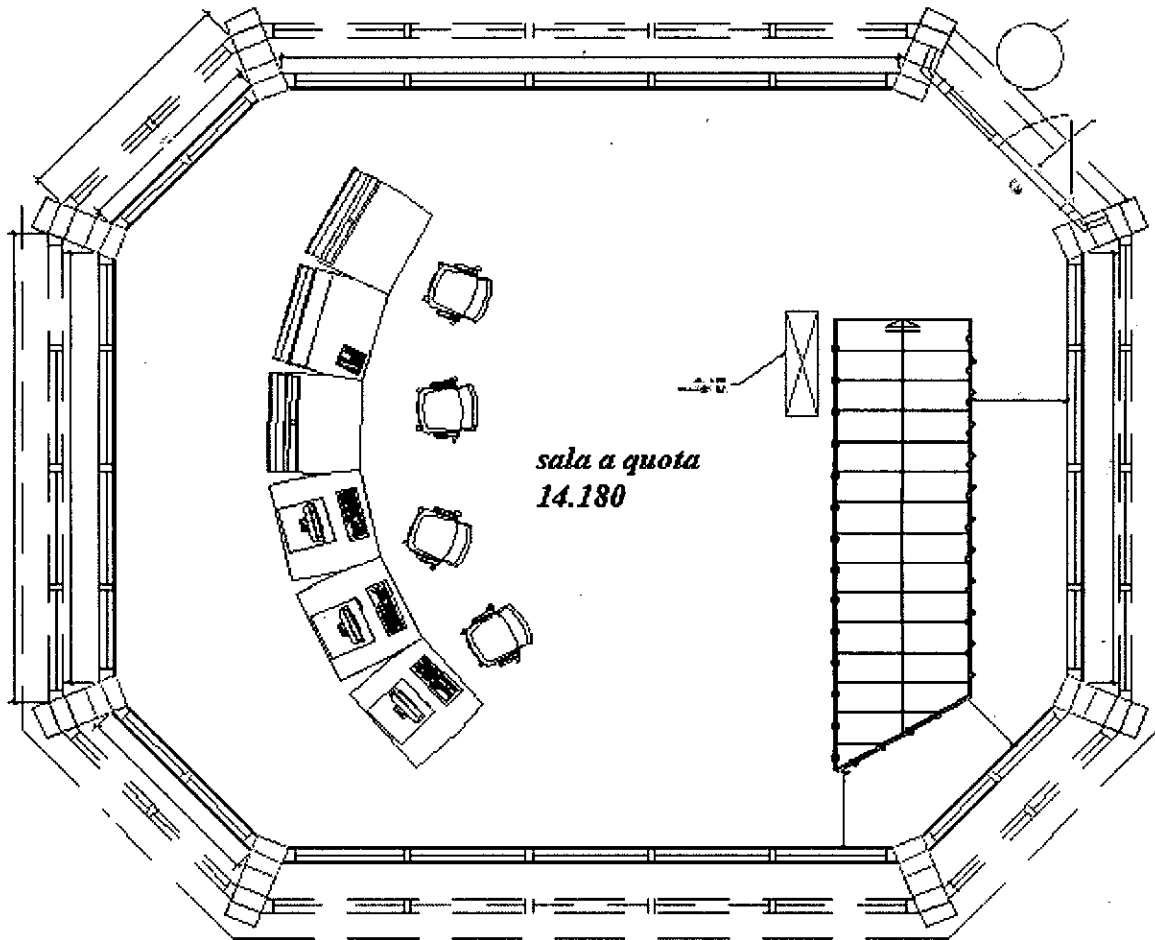


Fig. 7: Solaio a quota 14.18 m. Peso complessivo delle attrezzature 2.16 t. Carico accidentale, 250 kg/m², distribuito sulla superficie restante disponibile, pari a circa 8.75 t. Peso complessivo 10.91 t.

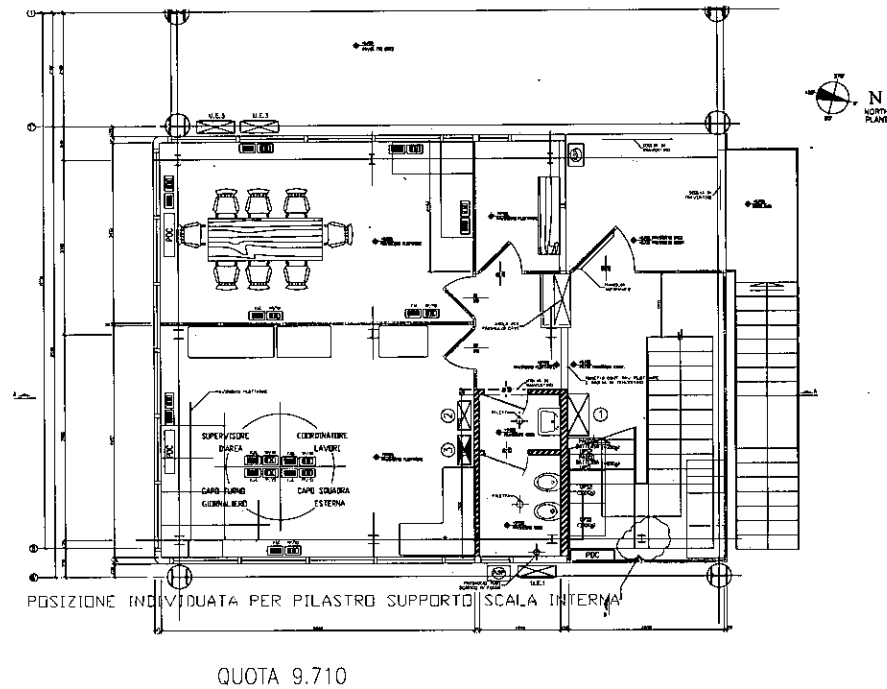


Fig. 8: Solaio a quota 9.710. Attrezzature, peso complessivo 5 t. Carico accidentale, 250 kg/m², distribuito sulla superficie restante disponibile, pari a circa 10 t. Peso complessivo 15 t.

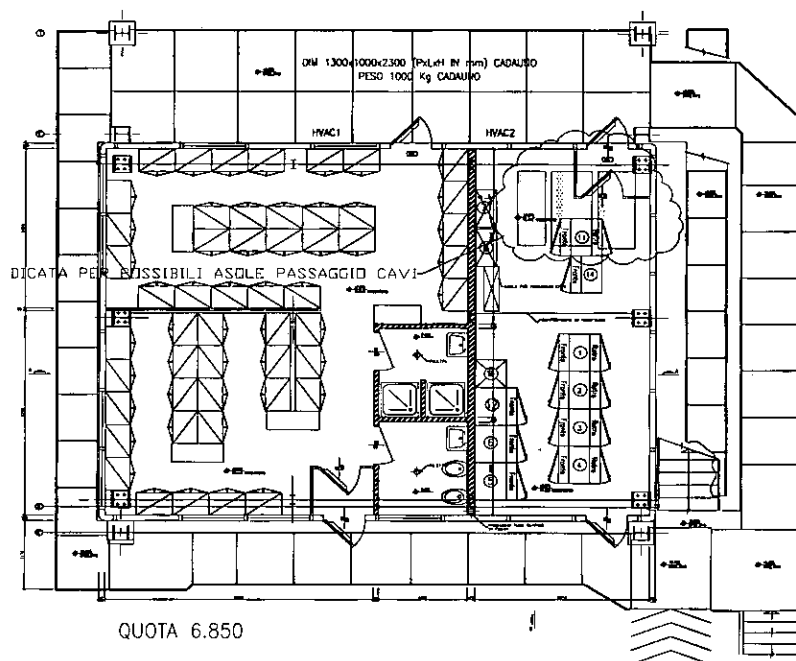


Fig. 9: Solaio a quota 6.85 m. Peso complessivo delle attrezzature installate: nuovi quadri elementi esistenti, peso HVAC1 e HVAC2 1 t per un totale di 8.15 t. Carico accidentale, 250 kg/m², distribuito sulla superficie restante disponibile, pari a circa 10 t. Peso complessivo 18.15 t.

Rispetto ai disegni preliminari Sartec 801 –CB 3468 B e 801 –CB 3466 B, la struttura progettata si è appesantita, per la necessità di assicurare il dovuto controventamento durante la fase di costruzione, trasporto e montaggio. Ciò ha comportato una verifica di resistenza della Piattaforma intersezione, della quale si dirà in un prossimo paragrafo.

Richiami sulla adeguatezza della struttura di supporto, costituita dalla Piattaforma intersezione

In vista della sistemazione della Sala controllo, la Piattaforma intersezione che la sorregge è stata analizzata nuovamente dal punto di vista della sicurezza strutturale, ed è stata prospettato un intervento di ristrutturazione e rinforzo, limitato alle strutture della Piattaforma. L'analisi e l'intervento sono descritti nei due documenti seguenti:

10. EBX, "Sartec. Piattaforma Intersezione Edificio Uffici. Relazione tecnica. Calcoli di verifica strutturale" Commessa/ Job: 2003501-ING010/502, Doc. N.: CV-RT 3038, Rev.: 0/1
11. EBX, "Sartec. Rinforzo Piattaforma Intersezione THI, relazione tecnica e di calcolo", Commessa/ Job : 2003501- ING010/502. Doc. N.: CV-RT 3038 Rev. 0/2

La verifica della Piattaforma intersezione è stata effettuata sulla base dei carichi dovuti al vento, alle onde marine, ed alle attrezzature, richiamati nel seguito. Essi coincidono negli intenti con i carichi assunti nel progetto originario eseguito da Polytecna Harris nel 1968. Sono peraltro stati aggiornati alle nuove normative vigenti, come verrà precisato più oltre.

La relazione [10] di verifica statica per la Piattaforma Intersezione THI, è stata eseguita da EBX Engineering nel 2004, nell'ambito del Piano di Stabilizzazione Strutturale del Terminale Petrolifero SARAS. Ha messo in luce la possibile criticità di alcuni pali di fondazione della struttura in particolare nei quadripodi Sud Est e Sud Ovest per eccesso di sollecitazioni di trazione e compressione, ed inoltre un quadro di particolare sfruttamento delle travi dei sistemi strutturali di congiungimento.

Le principali azioni messe in conto da EBX sono le azioni delle onde, calcolate sulla base dei metodi raccomandati dalle BS 6349 e, ove applicabili, in accordo alle API RP 2A – “API Recommended practice for planning, designing and constructing fixed offshore platforms.”

L'onda di progetto assunta in base ai precedenti studi sul clima locale del moto ondoso ha le seguenti caratteristiche:

$$\begin{aligned}H_s &= 3,5 \text{ m (altezza significativa)} \\H_{MAX} &= 6,0 \text{ m (altezza massima di progetto)} \\T_M &= 7,2 \text{ s (periodo medio)} \\T_P &= 10 \text{ s (periodo di picco)}\end{aligned}$$

Il periodo di ritorno è stimato essere compreso tra i 25 e 50 anni.

Le possibili direzioni di provenienza dell'onda di progetto, tenendo conto anche dei fenomeni di rifrazione, sono comprese entro il settore $90^\circ - 120^\circ$ N mentre nel settore di traversia secondario corrispondente al 1° quadrante ($0^\circ - 90^\circ$ N) dato il limitato fetch l'energia del moto ondoso risulta modesta anche con venti forti del 1° quadrante.

Le azioni di attrito delle tubazioni sui supporti in seguito a variazioni termiche, sono calcolate assumendo un coeff. di attrito medio sulla totalità delle linee pari a $\mu = 0,15$ e $\mu = 0,30$ qualora si consideri una sola linea. Le verifiche di resistenza sono svolte con il metodo delle tensioni ammissibili, considerando deterministicamente varie combinazioni di carico che comprendono anche condizioni di vento e di moto ondoso, combinate in modo da rappresentare condizioni estreme ma possibili.

In conseguenza, Saras Ricerche e Tecnologie Spa , Sartec, ha dato corso allo studio e al progetto esecutivo per il rinforzo della piattaforma, descritta da una relazione di calcolo e di verifica statica, [11]. A seguito di tale verifica, per ovviare all'impegno dei pali, è stato optato per una soluzione che non comportasse la infissione di nuovi pali bensì agisse direttamente sui pali di fondazione in subacqueo mediante connessioni e controventature a telaio.

Questa opzione resa opportunamente leggera studiando diverse varianti di intervento, si è rivelata efficace sia nella diminuzione delle rotazioni della piattaforma sia – conseguentemente – nella riduzione delle sollecitazioni sui pali critici e nella diminuzione dello sfruttamento delle travi superiori. Le modifiche di rinforzo disegnate per la struttura consistono nei seguenti punti:

A. Interventi meccanici :

montaggio di telai e barre di controventatura in materiali tubolari da 4",6",8" e 10" di diametro tra le quote -4 m s.l.m.m. e -8 m s.l.m.m. :questi telai sono fissati ai pali di fondazione alle due quote citate mediante cravatte in acciaio e piastre nodali , complessivamente 34 cravatte con 120 piastre si su cravatte che terminali sulle strutture tubolari .

L'intervento è pienamente illustrato nei disegni in pianta alla quote -4 e -8 m s.l.m.m. (dis.EBX 033.04-DE-J-01_02) e in vista (033.04-DE-J-03_07), con tutti i dettagli delle piastre e cravatte in altre tavole riportate in capitolato .

Per ridurre le sollecitazioni di trazione su tre pali critici situati sui quadripodi 89 e 92 (segnatamente 89-b e 92 b-c) anche dal punto di vista della resistenza del terreno allo sfilamento, si è provveduto al progetto di appesantimento alla base dei suddetti pali con opportuni blocchi di C.A. solidarizzati alla sezione del palo (vedi disegno 033.04-DE-J-12) mediante tiranti.

B Interventi civili

Il disegno 034.04-DE-D-01 allegato al capitolato d'appalto 033.04-DA-C-01 riporta l'intervento di rinforzo sulle travi di bordo che collegano il nodo F1 con il traversone della stilata 89 ed il nodo L6 con il traversone del punto fisso 92 .In particolare l'intervento consiste nell'ampliamento della sezione delle travi in questione da 30x40 cm a 60x54 cm con l'inserimento di armature longitudinali d = 20 mm, staffature e spilli adeguati

Si rimanda ai documenti relativi alla Piattaforma intersezione per la descrizione dell'intervento. Nel seguito si assume che la Piattaforma sia in grado di sopportare l'incremento dei carichi, dovuto alle nuove strutture, e comprensive delle apparecchiature, delle finiture, e degli arredi, (in totale 188.325 t - 141.4 t). Ad intervento eseguito, la Piattaforma è anche in grado di sopportare l'incremento dei carichi eolici, dovuti sia all'aggiornamento della Normativa in proposito, sia dell'aumento delle superfici esposte.

Per quanto riguarda le fondazioni, è stata richiesta l'esecuzione di una serie di prove geotecniche, per la valutazione delle caratteristiche meccaniche dei terreni in sito, al fine di stimare la capacità portante dei pali.

Indagini sul terreno di fondazione

L'esecuzione del sondaggio è avvenuta nel periodo compreso tra settembre e novembre 2006, per cura della società GeoTechna S.r.l..

12. SOIL "EBX ENGINEERING Terminale Marino Saras S.p.a., Indagine Geotecnica Specifica Tecnica, del 15/2/06.
13. EBX ENGINEERING "Sarroch (CA) Terminale Marino Saras S.p.A. Relazione Geotecnica Palo c.a.p. battuto. B 28/02/07 Seconda Emissione
14. GeoTechna S.r.l. "Saras S.P.A. - Raffinerie di Sarroch - Realizzazione del Terminale Marino - Relazione sulle Indagini Geotecniche"
15. SOIL S.r.l. "EBX Engineering - Sarroch (CA) - Terminale Marino Saras S.p.A. - Indagine Geotecnica - Specifica Tecnica", doc. n. 0950-C-A0-CS-001-A-11, del 15/02/2006.

Nell'ultima relazione citata, [15], sono stati riassunti e interpretati i risultati dell'indagine in sito eseguita per cura della GeoTechna S.r.l. nel già citato periodo compreso tra il settembre ed il novembre 2006, [14], ed è stata ricalcolata la capacità portante dei pali di fondazione del pontile esistente. La stima dei parametri di resistenza dei materiali incontrati è stata improntata sulla base della classificazione dei materiali e delle prove SPT.

Per i pali con sezione quadrata con smussi, 58×58 cm, aventi penetrazione sotto il L.M.M. 24 m, con infissione nel terreno pari a 11 m, la capacità portante ultima stimata è risultata pari a 2815 kN. Tale valore è congruo con l'analisi effettuata da EBX per la Piattaforma intersezione, [10] e [11].

Oltre alla valutazione della capacità portante per la tipologia di palo di fondazione, il documento [15] fornisce ulteriori elementi:

- commento alle indagini eseguite;
- interpretazione delle indagini e schematizzazione geotecnica del terreno di fondazione.

Data la importanza dell'argomento, Saras ha infatti chiamato in causa più consulenti per definire la portata dei pali. Le conclusioni riportate nel documento [15] sono da ritenersi condivise dai vari consulenti, ed in particolare dal sottoscritto.

Modello di calcolo della Nuova Sala controllo

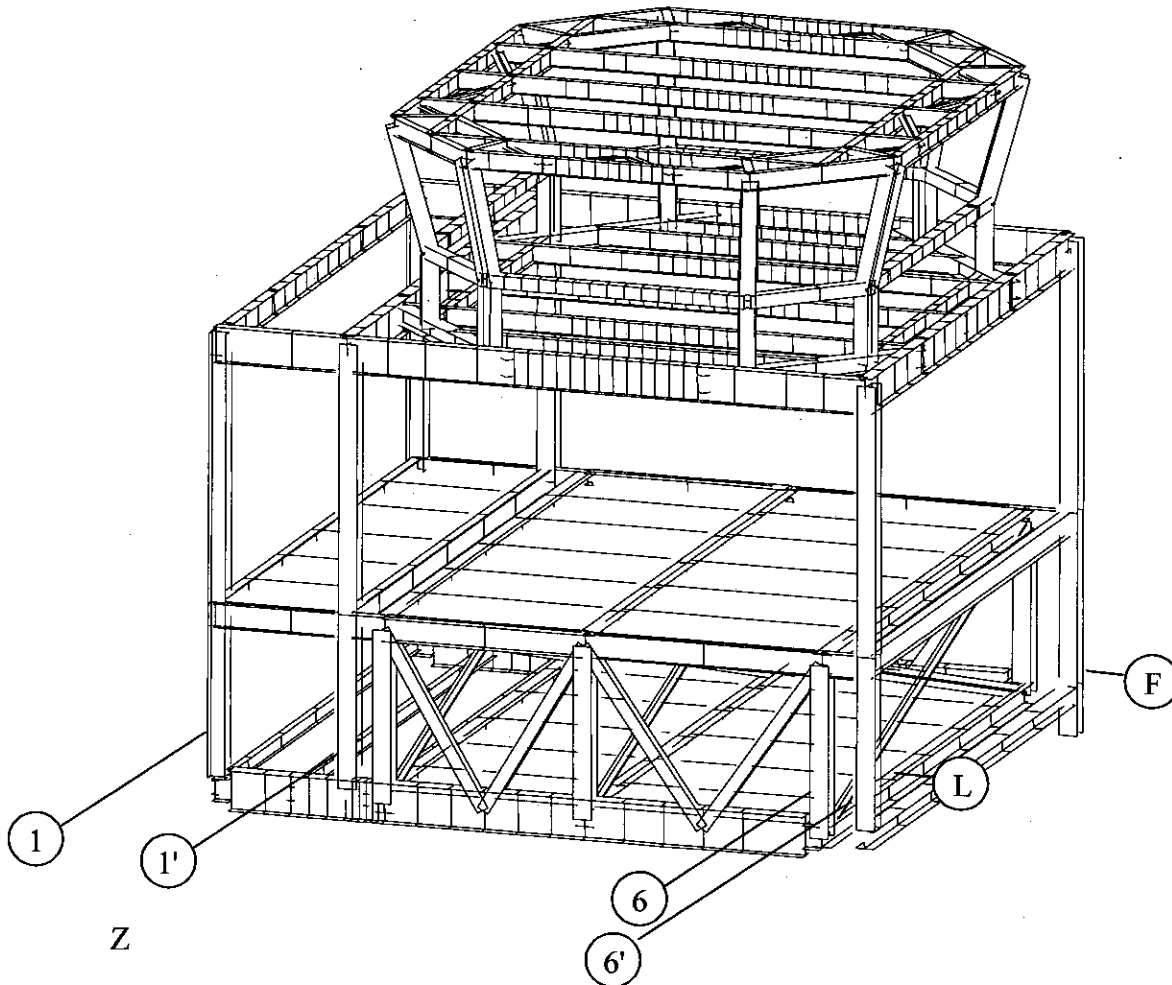


Figura 10: modello di calcolo.

Per come è organizzata, la struttura portante della sopraelevazione è unita alla struttura esistente soltanto agli effetti delle azioni orizzontali in fase di costruzione, ed è indipendente agli effetti di quelle gravitazionali e di quelle orizzontali in fase di esercizio. E'interessata significativamente dal carico di servizio della Sala, pari a 250 kg/m^2 .

La variazione di carico sulla piattaforma è analizzata nel documento:

16. Finzi Associati, "Variazione dei carichi permanenti ed accidentali a seguito dell'ampliamento della Sala Controllo rispetto ai documenti di riferimento per le verifiche delle strutture della Piattaforma e dei pali di fondazione", documento del luglio 2007.

La variazione dei carichi gravitazionali, comprensiva dei carichi di esercizio, rispetto alla struttura esistente, risulta pari a 188.325 – 141.4 t, come è già stato richiamato. Tale valore è coerente con quanto assunto da EBX nelle analisi strutturali della Piattaforma intersezione, [10] e [11], e con quanto assunto da Soil per le verifiche dei pali di fondazione, [15].

Per quanto riguarda il peso degli elementi strutturali, esso risulta congruo con l'elenco materiali computato da Sartec e riportato nel paragrafo seguente.

Elementi strutturali: identificazione e lunghezza

HEA-300	+6850	9 700.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
IPE-120	+6730	2 497.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
IPE-120	+6730	170.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
IPE-120	+6730	7 583.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
IPE-120	+6730	953.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-160	+6850	3 100.00	801-CM-85	Passerella
IPE-240	+6850	2 670.00	801-CM-85	Passerella
CNP-100	+7030	960.00	801-CM-85	Passerella
CNP-100	+7030	960.00	801-CM-85	Passerella
CNP-100	+7030	960.00	801-CM-85	Passerella
CNP-100	+7030	960.00	801-CM-85	Passerella
CNP-100	+7030	960.00	801-CM-85	Passerella
CNP-100	+7030	960.00	801-CM-85	Passerella
CNP-180	+7030	1 810.00	801-CM-85	Passerella
CNP-100	+7030	1 060.00	801-CM-85	Passerella
CNP-180	+7030	3 578.00	801-CM-85	Passerella
CNP-180	+7030	1 061.00	801-CM-85	Passerella
CNP-180	+7030	1 858.00	801-CM-85	Passerella
CNP-180	+7030	820.00	801-CM-85	Passerella
CNP-180	+7030	620.00	801-CM-85	Passerella
INP-120	+6850	338.00	801-CM-85	Passerella
INP-120	+6850	402.00	801-CM-85	Passerella
INP-120	+6730	1 188.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 068.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 068.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 068.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 068.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 068.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 068.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 068.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 068.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	1 592.00	801-CM-85	1 Dis. 801-CM-103
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente

INP-120	+6730	700.00	801-CM-85	Piccola carp. di colleg. esistente
INP-120	+6850	1 709.00	801-CM-85	Passerella lato nord
CNP-160	+6850	1 753.00	801-CM-85	Passerella lato nord
CNP-180	+7030	6 359.00	801-CM-85	Passerella lato nord
CNP-180	+7030	6 819.00	801-CM-85	Passerella lato nord
IPE-140	+6850	1 250.00	801-CM-85	Passerella lato nord
IPE-140	+6850	1 250.00	801-CM-85	Passerella lato nord
IPE-140	+6850	1 250.00	801-CM-85	Passerella lato nord
IPE-140	+6850	1 250.00	801-CM-85	Passerella lato nord
INP-120	VARIABILE	1 471.00	801-CM-107	Scivolo accesso
INP-120	VARIABILE	1 471.00	801-CM-107	Scivolo accesso
INP-120	VARIABILE	1 471.00	801-CM-107	Scivolo accesso
INP-120	VARIABILE	3 077.00	801-CM-107	Scivolo accesso
INP-120	VARIABILE	3 077.00	801-CM-107	Scivolo accesso
CNP-140	VARIABILE	1 465.00	801-CM-107	Cosciale scaletta accesso
CNP-140	VARIABILE	1 465.00	801-CM-107	Cosciale scaletta accesso
CNP-180	VARIABILE	640.00	801-CM-107	Gamba supporto passerella
CNP-180	VARIABILE	640.00	801-CM-107	Gamba supporto passerella
CNP-180	VARIABILE	800.00	801-CM-107	Gamba supporto passerella
CNP-180	VARIABILE	800.00	801-CM-107	Gamba supporto passerella
CNP-180	VARIABILE	580.00	801-CM-111	Gamba supporto passerella
CNP-180	VARIABILE	580.00	801-CM-111	Gamba supporto passerella
CNP-180	VARIABILE	580.00	801-CM-111	Gamba supporto passerella
L-100x12	Controvento	5 390.00	801-CM-85/92	2695 x 2
L-100x12	Controvento	5 420.00	801-CM-85/92	2710 x 2
L-100x12	Controvento	5 764.00	801-CM-85/92	2882 x 2
L-100x12	Controvento	5 764.00	801-CM-85/92	2882 x 2
L-100x12	Controvento	5 764.00	801-CM-85/93	2882 x 2
L-100x12	Controvento	5 764.00	801-CM-85/93	2882 x 2
L-100x12	Controvento	5 420.00	801-CM-85/93	2710 x 2
L-100x12	Controvento	5 390.00	801-CM-85/93	2695 x 2
UPN-120	Controvento	3 526.00	801-CM-85/93	1763 x 2
UPN-120	Controvento	3 480.00	801-CM-85/93	1763 x 2
HEB-300	Verticali	5 135.00	801-CM-85/90	1 Dis. 801-CM-103
HEB-300	Verticali	5 505.00	801-CM-85/90	1 Dis. 801-CM-103
HEB-300	Verticali	4 800.00	801-CM-85/94	2 Dis. 801-CM-104
HEB-300	Verticali	4 800.00	801-CM-85/94	2 Dis. 801-CM-104
HEB-300	Verticali	4 790.00	801-CM-85/91	2 Dis. 801-CM-104
HEB-300	Verticali	4 790.00	801-CM-85/91	2 Dis. 801-CM-104
HEB-300	Verticali	2 495.00	801-CM-85/90	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	Verticali	2 495.00	801-CM-85/90	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	Verticali	2 495.00	801-CM-85/90	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	Verticali	2 495.00	801-CM-85/90	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	Verticali	2 495.00	801-CM-85/90	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	Verticali	2 495.00	801-CM-85/90	3 Dis. 801-CM-105
IPE-400	+9710	10 000.00	801-CM-86	2 Dis. 801-CM-104
IPE-400	+9710	9 700.00	801-CM-86	2 Dis. 801-CM-104
IPE-400	+9710	2 004.00	801-CM-86	2 Dis. 801-CM-104

IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-160	+9620	2 160.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
IPE-400	+9710	2 004.00	801-CM-86/94	2 Dis. 801-CM-104
CNP-180	+9750	1 470.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
HEA-140	+9570	1 470.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
HEA-140	+9570	1 470.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
CNP-180	+9750	2 472.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
CNP-180	VARIABILE	2 874.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
CNP-180	+8211	730.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
CNP-180	VARIABILE	2 623.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
CNP-180	+9750	2 472.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
CNP-180	VARIABILE	2 874.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
CNP-180	+8211	730.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
CNP-180	VARIABILE	2 623.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
HEA-280	+9710	9 700.00	801-CM-86/109	1 Dis. 801-CM-103
IPE-400	+9710	440.00	801-CM-86/92	Per collegamento con esistente
IPE-400	+9710	440.00	801-CM-86/93	Per collegamento con esistente
HEA-280	+9710	500.00	801-CM-86/92	Per collegamento con esistente
HEA-280	+9710	500.00	801-CM-86/93	Per collegamento con esistente
HEA-140	VARIABILE	1 728.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
L-60x6	+8211	1 000.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
L-60x6	+6850	1 000.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
L-100x8	+9570	140.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
L-100x8	+9570	140.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
L-100x8	+9570	140.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
L-100x8	+9570	140.00	801-CM-86/109	Scala Accesso a +9710
IPE-600	+14,18	10 000.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-600	+14,18	10 000.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	+14,18	3 905.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-160	+14,18	784.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-160	+14,18	2 135.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-160	+14,18	2 135.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-160	+14,18	784.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	+14,18	3 905.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 135.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-240	+14,18	1 400.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 135.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
CNP-140	+14,32	1 390.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	+14,18	3 905.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-160	+14,18	784.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-160	+14,18	2 135.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-160	+14,18	2 135.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-160	+14,18	784.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
HEB-300	+14,18	3 905.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	1 941.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105

IPE-600	+14,18	10 000.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	10 910.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	305.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	305.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	9 015.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-600	+14,18	10 920.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-200	+14,18	4 238.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-270	+14,18	5 948.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-300	+14,18	8 540.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-300	+14,18	8 540.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	1 034.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-300	+14,18	8 540.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-270	+14,18	5 948.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-200	+14,18	4 238.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-600	+14,18	10 920.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	9 015.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 160.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 160.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 160.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 160.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 160.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 160.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 160.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
IPE-120	+14,18	2 160.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	455.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	455.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	455.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	305.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	455.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	455.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	455.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	455.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	305.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	385.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	385.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	385.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	385.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-120x60x8	+14,18	385.00	801-CM-87	3 Dis. 801-CM-105
L-45x4	+14,52	1 580.00	801-CM-87	Supporto pavimento flottante
Tubo 300x150x8	+15430	5 575.00	801-CM-88	4 Dis. 801-CM-106
Tubo 300x150x8	+15430	5 575.00	801-CM-88	4 Dis. 801-CM-106
Tubo 300x150x8	+15430	3 975.00	801-CM-88	4 Dis. 801-CM-106
Tubo 300x150x8	+15430	3 975.00	801-CM-88	4 Dis. 801-CM-106
Tubo 300x150x8	+15430	1 818.00	801-CM-88	4 Dis. 801-CM-106
Tubo 300x150x8	+15430	1 818.00	801-CM-88	4 Dis. 801-CM-106
Tubo 300x150x8	+15430	1 818.00	801-CM-88	4 Dis. 801-CM-106
Tubo 300x150x8	+15430	1 818.00	801-CM-88	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	6 310.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	2 143.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	1 879.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	1 879.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	2 143.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106

IPE-200	+17,530	2 143.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	1 879.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	1 879.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	2 143.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	6 310.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	2 553.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	1 776.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	2 553.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	1 776.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	1 776.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	2 553.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-200	+17,530	1 776.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	2 553.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	4 710.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	6 444.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	8 320.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	8 320.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	8 320.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	6 444.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	4 710.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	788.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	788.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	788.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	788.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	788.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	788.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	788.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
IPE-300	+17,530	788.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 580.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	4 200.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	4 200.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 580.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 652.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 784.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 784.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 652.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 580.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	4 200.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	4 200.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 580.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 652.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 784.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 784.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
L-60x6	+17,530	2 652.00	801-CM-89	4 Dis. 801-CM-106
HEA-280	Verticale Piano.S.C.	3 159.00	801-CM-87	4 Dis. 801-CM-106
HEA-280		3 159.00	801-CM-87	4 Dis. 801-CM-106
HEA-280		3 159.00	801-CM-87	4 Dis. 801-CM-106
HEA-280		3 159.00	801-CM-87	4 Dis. 801-CM-106
HEA-280		3 159.00	801-CM-87	4 Dis. 801-CM-106
HEA-280		3 159.00	801-CM-87	4 Dis. 801-CM-106
HEA-280		3 159.00	801-CM-87	4 Dis. 801-CM-106

PIASTRA	+6850	360x500x35	801-CM-85/114	2 Dis. 801-CM-104
PIASTRA	+6850	360x500x35	801-CM-85/114	2 Dis. 801-CM-104
PIASTRA	+6850	360x360x25	801-CM-85/113	2 Dis. 801-CM-104
PIASTRA	+6850	360x360x25	801-CM-85/113	2 Dis. 801-CM-104
PIASTRA	+11680	(290x410x10)x12	801-CM-86/113	Piastra mont. giunto colonne
PIASTRA	+11680	(110x410x12)x24	801-CM-86/113	Piastra mont. giunto colonne
PIASTRA	+11680	(200x360x8)x12	801-CM-86/113	Piastra mont. giunto colonne
PIASTRA	+14180	325x325x20	801-CM-87/112	4 Dis. 801-CM-106
PIASTRA	+14180	325x325x20	801-CM-87/112	4 Dis. 801-CM-106
PIASTRA	+14180	325x325x20	801-CM-87/112	4 Dis. 801-CM-106
PIASTRA	+14180	325x325x20	801-CM-87/112	4 Dis. 801-CM-106
PIASTRA	+14180	325x325x20	801-CM-87/112	4 Dis. 801-CM-106
PIASTRA	+14180	325x325x20	801-CM-87/112	4 Dis. 801-CM-106
PIASTRA	+14180	325x325x20	801-CM-87/112	4 Dis. 801-CM-106
PIASTRA	+14180	325x325x20	801-CM-87/112	4 Dis. 801-CM-106
PIASTRA	+9710	150x500x15	801-CM-85/92	Per montaggio controventi
PIASTRA	+9710	150x700x15	801-CM-85/92	Per montaggio controventi
PIASTRA	+9710	150x500x15	801-CM-85/92	Per montaggio controventi
PIASTRA	+6850	600x360x15	801-CM-85/92	Per montaggio controventi
PIASTRA	+6850	600x360x15	801-CM-85/92	Per montaggio controventi
PIASTRA	+6850	150x500x15	801-CM-85/93	Per montaggio controventi
PIASTRA	+9710	150x700x15	801-CM-85/93	Per montaggio controventi
PIASTRA	+9710	150x500x15	801-CM-85/93	Per montaggio controventi
PIASTRA	+6850	600x360x15	801-CM-85/93	Per montaggio controventi
PIASTRA	+6850	600x360x15	801-CM-85/93	Per montaggio controventi
PIASTRA	+6850	260x320x15	801-CM-85/95/112	Per montaggio controvento int.
PIASTRA	+6040	200x200x10	801-CM-107	Per passerella esterna lato nord
PIASTRA	+6040	200x200x10	801-CM-107	Per passerella esterna lato nord
PIASTRA	+6040	1500x150x10	801-CM-107	Arrivo scivolo esterno
PIASTRA	+6040	200x200x10	801-CM-107	Per passerella esterna lato nord
PIASTRA	+6040	200x200x10	801-CM-107	Per passerella esterna lato nord
PIASTRA	+6040	200x200x10	801-CM-107	Per passerella esterna lato nord
PIASTRA	+6040	200x200x10	801-CM-107	Per passerella esterna lato nord
PIASTRA	+6850	85x127x10	801-CM-86/109	Attacco scala con pass. Esist.
PIASTRA	+6850	85x127x10	801-CM-86/109	Attacco scala con pass. Esist.
PIASTRA	+6270	220X220X10	801-CM-111	Attacco passerella con str. Esist
PIASTRA	+6270	114X67X10	801-CM-111	Attacco passerella con str. Esist
PIASTRA	+6270	114X67X10	801-CM-111	Attacco passerella con str. Esist
PIASTRA	+6270	114X67X10	801-CM-111	Attacco passerella con str. Esist
PIASTRA	+6270	114X67X10	801-CM-111	Attacco passerella con str. Esist
PIASTRA	+8110	570x250x15	801-CM-85/95/112	Per montaggio controvento int.
PIASTRA	+9710	490x250x15	801-CM-85/95/112	Per montaggio controvento int.
CNP-140	Cosciale	4 577.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	+11946	800.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	Cosciale	3 549.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	Cosciale	3 549.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	+11609	1 085.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	+11609	1 085.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	+11609	800.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	+11609	1 063.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
HEA-140	Saetta	1 044.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
HEA-140	Piantana	2 066.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.

HEA-140	Saetta	1 287.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	+11776	1 064.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-160	+11946	1 238.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-160	+11946	1 238.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	Cosciale	4 577.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	Supp. Grad.	310.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
CNP-140	+11609	395.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
IPE-120	+9710	470.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
IPE-120	+9710	470.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
Piatto 60x5	Variabile	38 340.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.
L-35x5	Variabile	81 840.00	801-CM-110	Scala interna accesso s.c.

Il peso proprio della struttura e i sovraccarichi permanenti sono determinati sulla base dei disegni di progetto in accordo con le norme tecniche di cui al D.M.L.L.PP. 16 gennaio 1996.

Carichi eolici

Alle stesse norme di cui al D.M.L.L.PP. 16 gennaio 1996 ci si riferisce per valutare le azioni del vento sulle strutture.

La velocità del vento di riferimento, $V_{ref} = 28$ m/s per la zona 5 (Sardegna Sud orientale), è associata ad un periodo di ritorno pari a 50 anni. Esposizione categoria IV; classe di rugosità .22. I dati essenziali del calcolo delle azioni del vento sono i seguenti:

Altezza totale	18.73
Larghezza alla altezza caratteristica	9.00
Profondità alla altezza caratteristica	9.00
Periodo del primo modo di vibrare	0.50
Smorzamento rispetto al critico	0.05
Coefficiente di rugosità	0.22
Coefficiente Z_0	0.30

DYNAMIC FACTOR $C_d = 8.827829E-01$

Quota m	superficie m^2	C_d	azione t
6.85	12.15	1.20	1.04
9.71	31.50	1.20	2.90
14.18	37.00	1.20	3.92
17.55	40.59	1.20	4.62
18.73	4.50	1.20	0.52

Taglio alla base, quota 0.0 = 12.999697 t
MOMENTO ALLA BASE, quota 0.0 = 181.720444 tm

Le verifiche di resistenza sono state svolte col metodo delle tensioni ammissibili considerando deterministicamente varie combinazioni di carico che comprendono le condizioni di vento.

Le verifiche di resistenza sono risultate tutte verificate con buon margine di sicurezza. Sono pure soddisfatte, ma con margine prossimo ad 1, le verifiche nei riguardi della deformabilità della struttura. La verifica è stata eseguita assumendo che i sei punti di appoggio della struttura alle teste

dei pali della Piattaforma intersezione siano dei semplici appoggi, ovvero delle cerniere per il modello di calcolo. La verifica della deformabilità ha comportato l'incremento della sezione di alcune colonne, e la realizzazione di particolari nodi, illustrati nel file Autocad allegato. Tali dettagli sono stati inclusi nei disegni strutturali elencati.

Struttura porta antenna ed antenna

17. Saras Ricerche e Tecnologie, "Saras Sarroch. Ampliamento Sala Controllo. Testa Pontile. Pianta a + 17.610", disegno 801 – CM- 89, rev. 6.
18. Saras Ricerche e Tecnologie, "Saras Sarroch. Ampliamento Sala Controllo. Pianta grigliati e lamiera soletta a + 17.61", disegno 801 – CM- 100, rev. 3.
19. Saras Ricerche e Tecnologie, "Saras Sarroch. Ampliamento Sala Controllo. Strutture porta antenne, dettegli carpenterie", disegno 801 – CM- 117, rev. 0.
20. Saras Ricerche e Tecnologie, "Saras Sarroch. Ampliamento Sala Controllo Testa Pontile. Pianta a quota 17.610, (carpenteria)", disegno 801 – ED 48, rev. 6.
21. Saras Ricerche e Tecnologie, "Saras Sarroch. Ampliamento Sala Controllo Testa Pontile. Sezioni tipiche e dettagli costruttivi", disegno 801 – ED - 50, rev. 4.

Anche per la antenna le azioni prodotte dal vento sono calcolate in osservanza delle norme vigenti¹. Il Decreto Ministeriale 16/1/1996 e la relativa Circolare Ministeriale non contengono istruzioni per il calcolo del coefficiente c_d , o coefficiente dinamico. Per questo si è fatto riferimento alla Norma comunitaria, EN 1991 Eurocode 1 - Actions on structures.

Montaggio della struttura

La preparazione dei sei punti di appoggio della carpenteria metallica è oggetto di una specifica di esecuzione:

22. Finzi Associati: "SARAS. Sala controllo sulla Piattaforma intersezione pontile principale e pontile P1/P2. Misure necessarie sui sei punti di appoggio, prima del montaggio degli elementi strutturali", documento del 12 giugno 2007.

Il disegno Autocad allegato contiene una indicazione della possibile sequenza di operazioni per il montaggio della carpenteria, richiamata nelle figure seguenti. Il montaggio è in realtà un

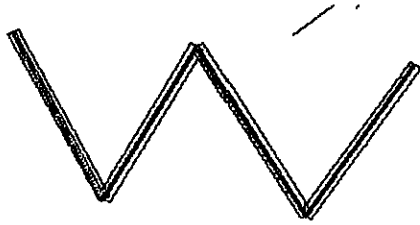
¹Decreto Ministeriale 16/1/1996, "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi".

Circolare 4/7/1996, "Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi", di cui al decreto ministeriale 16 gennaio 1996".

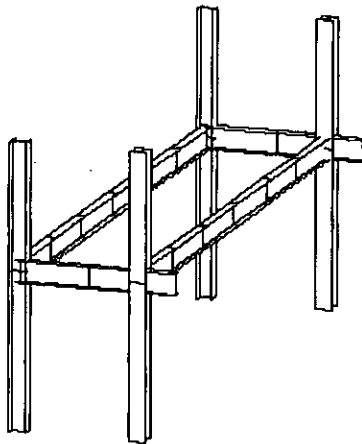
Decreto Ministeriale 6/1/1996, "Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche".

compito affidato all'Impresa costruttrice. I disegni allegati sono un'indicazione della fattibilità della operazione.

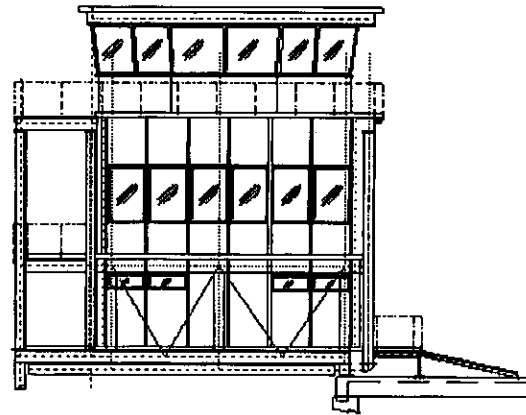
Il montaggio della struttura condiziona il disegno di alcuni dettagli costruttivi. Sono illustrati nel disegno allegato al presente relazione, e sono stati incorporati nei disegni strutturali Sartec.



1) Controventamento della struttura esistente, ove indicato.



2) montaggio della parte 2
preassemblata



posizione dei controventi

Fig. 11: operazioni preliminari.

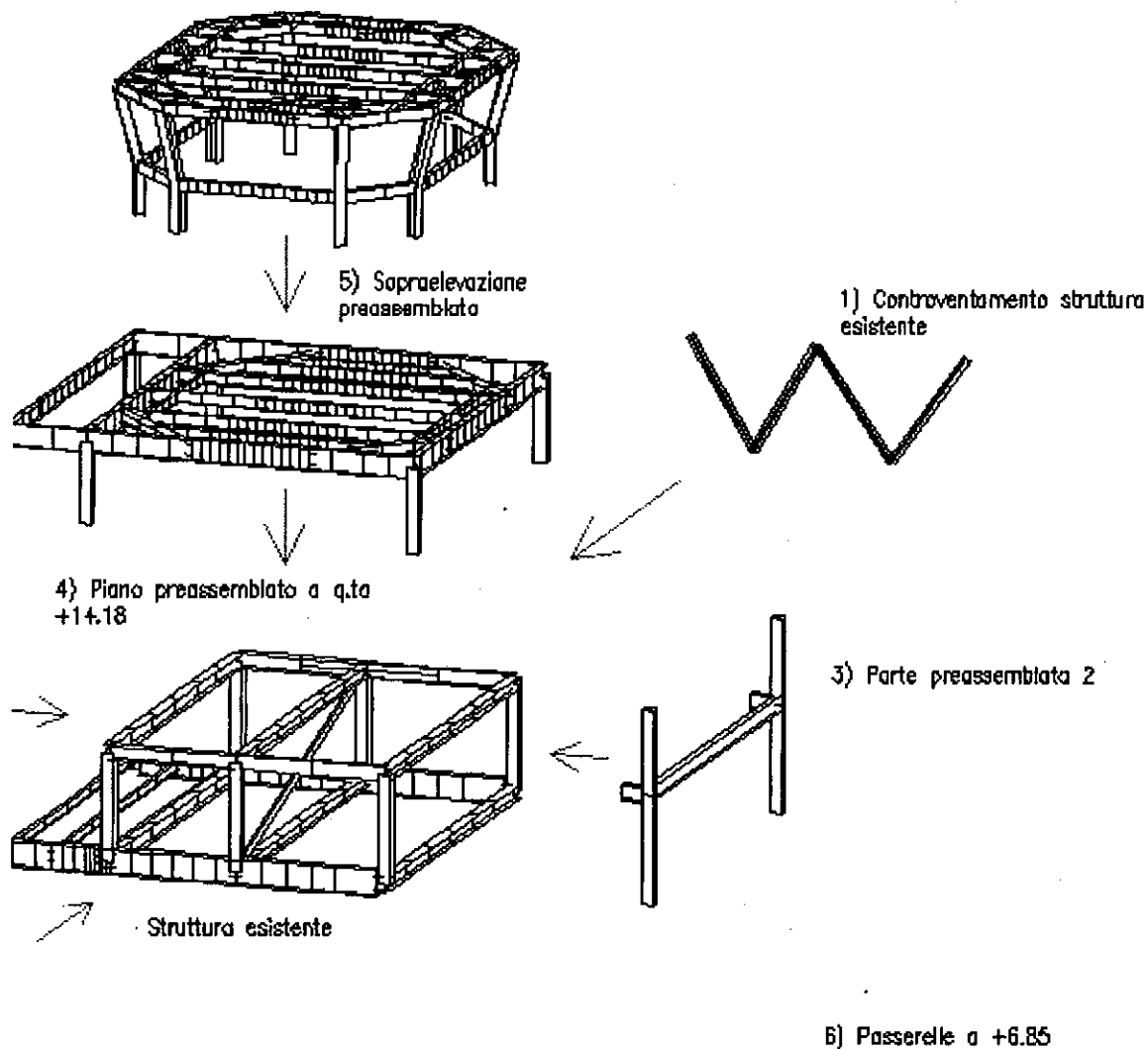


Fig. 12: fasi di montaggio.

Il progettista delle strutture in c.a. e acciaio

Dott. ing. Alberto Castellani

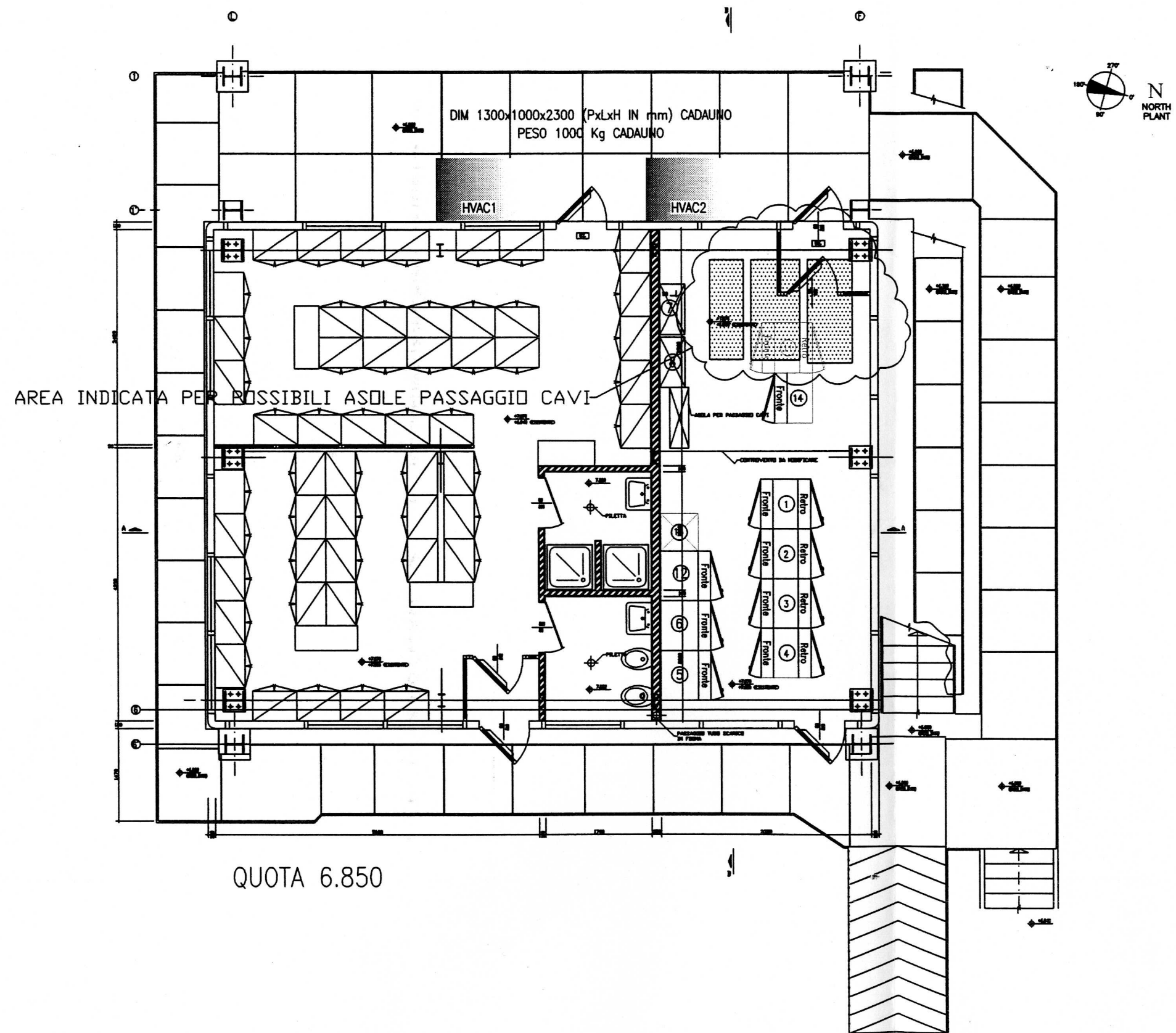
A. Castellani

Ordine degli Ingegneri della Provincia di Milano

al n° 10167

Milano 12 luglio 2007.

Allegato n° 3



LEGENDA

ARMADI NUOVI		Kg
①	ARMADIO HPM 5/6 PONTILI 800X800X2100mm - FRONTE/RETRO	250
②	ARMADIO MARSHALLING ALLARMI 800X800X2100mm - FRONTE/RETRO	200
③	ARMADIO HPM 3/4 ISOLE 800X800X2100mm - FRONTE/RETRO	250
④	ARMADIO LCN EXTENDER 800X800X2100mm - FRONTE/RETRO	200
⑤	ARMADIO SERVER SVT/FTE 800X800X2100mm - FRONTE	250
⑥	ARMADIO PATCH PANNEL F.O. 800X800X2100mm - FRONTE	150
⑦	QUADRO DI ALIMENTAZIONE 800X400X2000 FRONTE	100
⑧	QUADRO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE LUCE /F.M. DI PIANO	100
ARMADI ESISTENTI		Kg
⑪	ARMADIO PM 11/12 800X800X2100mm - FRONTE/RETRO	250
⑫	ARMADIO PDS17 (F.O. ETHERNET) 800X800X2100mm	150
⑬	ARMADIO CAMPION. ISOLE 600X600X1000 FRONTE	50
⑭	ARMADIO ANTINCENDIO 800X600X2100 - FRONTE	200

Commissa SARTEC n°:
2005802-RIC010

file : EL-PL3513_02.dwg



DISPOSIZIONE QUADRI - PIANTA ELEVAZIONE 6.850 mm

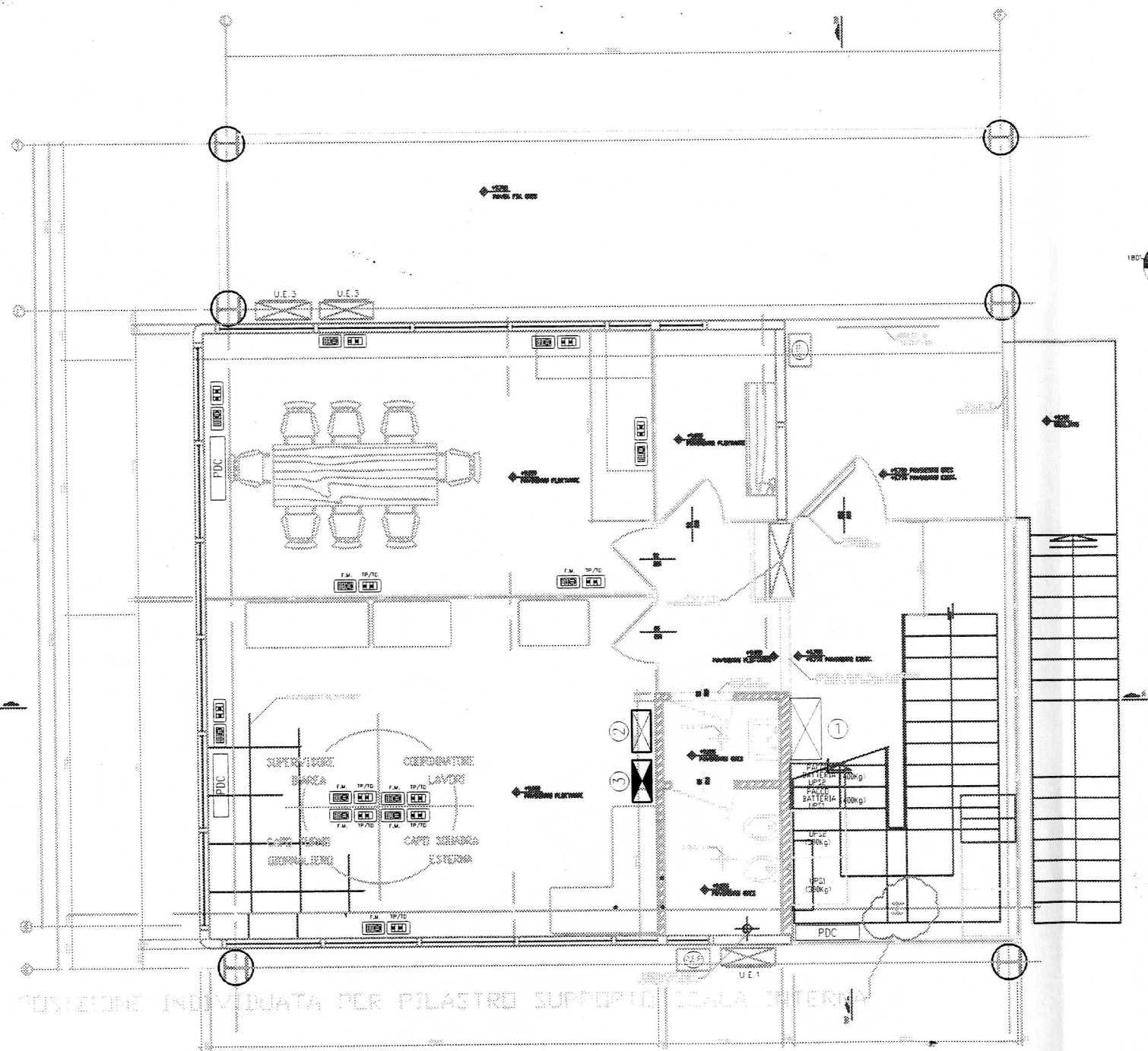
CLIENTE: SARAS S.p.A. - SARROCH (CA)
 IMPIANTO: SALA CONTROLLO PONTILE
 PROGETTO: LA 2004/125 - AUTOMAZIONE PONTILE
 DOCUMENTO: EL-PL3513

Fg.: 2 Rev.: 1

REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGN.	CONTR.	APPR.
4					
3					
2	04/04/06	REVISIONATO	Serrau	2M	Maccioni
1	22/03/06	REVISIONATO	Sanna	Sartec	Garau
0	09/03/06	EMESSO PER COMMENTI LA 2004/125	Sanna	Sartec	Garau
			PENTA	PENTA	SARTEC
			DISEGN.	CONTR.	APPR.



Allegato n° 4



LEGENDA

	①	QUADRO DI DISTRIBUZIONE LINEE PRIVILEGIATE	Kg 100
	②	QUADRO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE LUCE/F.M. DI PIANO	50
	③	QUADRO RACK 19" DI DISTRIBUZIONE RETE TELEFONICA E TELEMATICA	50
		SPLIT A PAVIMENTO (12.000 BTU)	10
		UNITA' ESTERNA DI CONDIZIONAMENTO	40
		PRESE F.M. SU TORRETTA A SCOMPAPSA	
		PRESE TP/TD SU TORRETTA A SCOMPAPSA	
		ASPIRATORE	

NOTE GENERALI

1) LE LINEE DI ALIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO LUCE, F.M., TELEFONICA E TELEMATICA, SARANNO DISTRIBUITE ENTRO CANALIZZAZIONI PREDISPOSTE CON SETTI DI SEPARAZIONE, SOTTO LA PAVIMENTAZIONE FLOTTANTE O IN CONTROSOFFITTO.

QUOTA 9.710

COMPRESO: 2004/125 - 2004/125



DISPOSIZIONE QUADRI, PRESE F.M. E IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO - PIANTA ELEVAZIONE 9.710 mm

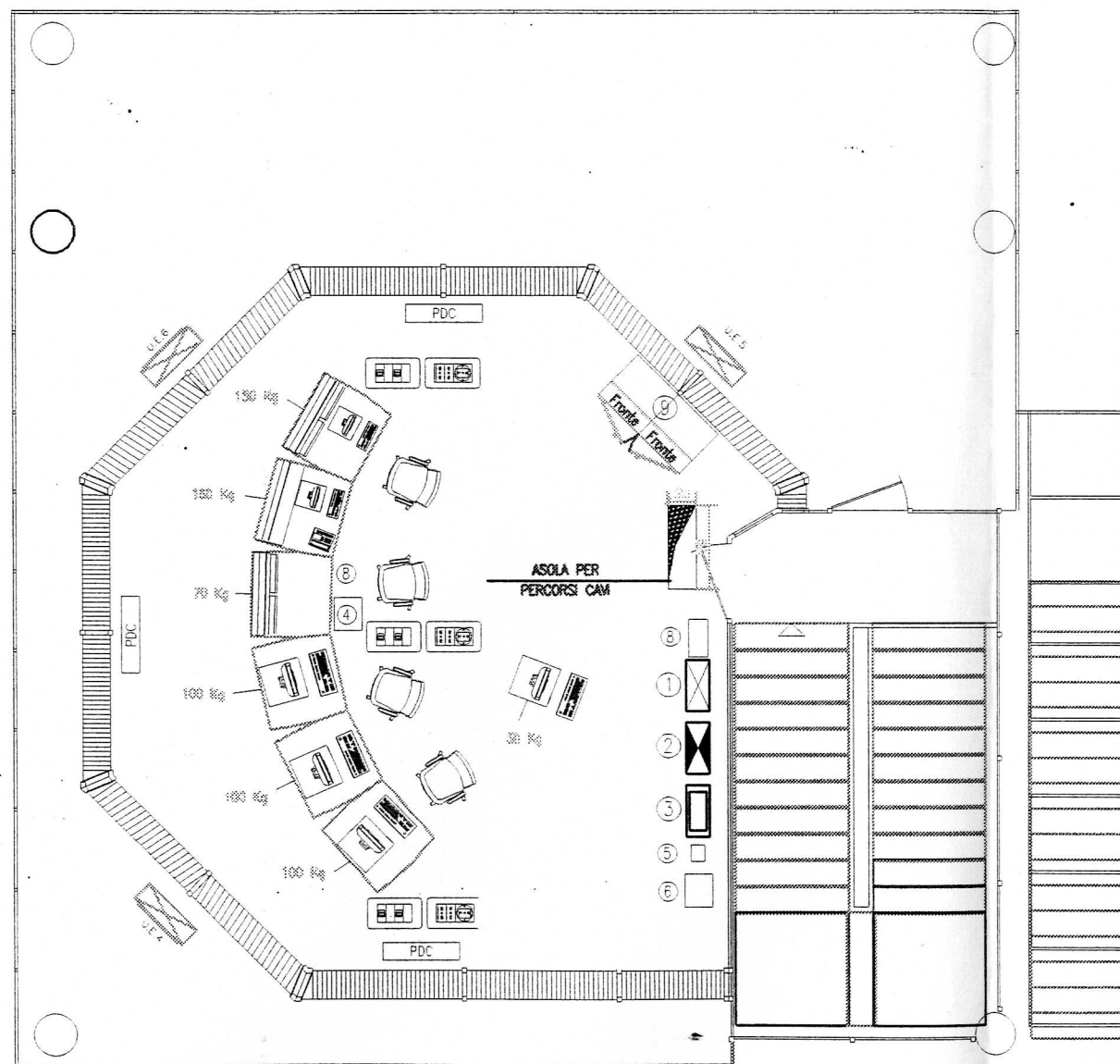
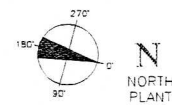
CLIENTE	SARAS S.p.A. - SARROCH (CA)
PIANTA	SALA CONTROLLO PONTILE
PROGETTO	LA 2004/125 - AUTOMAZIONE PONTILE
PRODOTTO	EL-PL3513

4		
3		
2	04/04/06	REVISIONATO
1	22/03/06	REVISIONATO
0	09/03/06	EMESSO PER COMMENTI LA 2004/125
REV.	DATA	DESCRIZIONE

Serrau	2M	Maccioni	2M		
Sanna	Sartec	Garau	Sartec	Lisci	Sartec
PENTA		PENTA		SARTEC	
DISEGN.		CONTR.		APPR.	



Allegato n° 5



QUOTA 14.180

LEGENDA

	① QUADRO ELETTRICO DI DISTRIBUZIONE LUCE/F.M. DI PIANO	Kg	50
	② CENTRALINA RILEVAZIONE FUMI	25	
	③ ARMADIO PLC	25	
	④ RADIO VHF	3	
	⑤ RADAR	5	
	⑥ STAZIONE METEO	50	
	⑦ QUADRETTO ALLARME SILENTE	2	
	⑧ PULSANTE ALLARME SILENTE	-	
	⑨ ARMADIO ACCOSTO NAVI TELENIVI 600X600X1000 - FRONTE	200	
	PDC SPLIT A PAVIMENTO (12.000 BTU)	10	
	UE 4 UNITA' ESTERNA DI CONDIZIONAMENTO	40	
	F.M. PRESE F.M. SU TORRETTA A SCOMPARSA		
	TP/TD PRESE TP/TD SU TORRETTA A SCOMPARSA		

NOTE GENERALI

1) LE LINEE DI ALIMENTAZIONE DELL'IMPIANTO LUCE, F.M., TELEFONICA E TELEMATICA, SARANNO DISTRIBUITE ENTRO CANALIZZAZIONI PREDISPOSTE CON SETTI DI SEPARAZIONE, SOTTO LA PAVIMENTAZIONE FLOTTANTE O IN CONTROSOFFITTO.

Completato il 10/03/06
20050701 0311



DISPOSIZIONE QUADRI, PRESE F.M. E IMPIANTO DI CONDIZIONAMENTO - PIANTA ELEVAZIONE 14.180 mm

PROGETTO: SARAS S.p.A. - SARROCH (CA)
 AMBIENTE: SALA CONTROLLO PONTILE
 TIPOLOGIA: LA 2004/125 - AUTOMAZIONE PONTILE
 IDENTIFICAZIONE: EL-PL351J

4					
3					
2	04/04/06	REVISIONATO	Serrau	2M	Maccioni
1	22/03/06	REVISIONATO	Sanna	Sartec	Garau
0	09/03/06	EMESSO PER COMMENTI LA 2004/125	Lisci	Sartec	
REV.	DATA	DESCRIZIONE	DISEGN.	CONTR.	APPR.



Allegato n° 6

Verifiche strutturali

per la sopraelevazione della Sala Controllo sulla Piattaforma intersezione

Riferimenti

1. Sartec, "Piattaforma Intersezione Edificio Uffici. Relazione tecnica calcoli di verifica strutturale", Documento CV RT 3038 del 26/04/04.
2. Ebx, "Nota sulle verifiche strutturali per la sopraelevazione edificio uffici su piattaforma Thi", rapporto del 27 gennaio 2006.
3. Ebx, "Verifiche strutturali per la sopraelevazione edificio uffici su piattaforma Thi (sovraccarico 85 t)", rapporto del 9 febbraio 2006.
4. Studio Finzi Associati, "Carichi aggiuntivi sulla Piattaforma intersezione, dovuti alla sopraelevazione della Sala Controllo", documento del 15 maggio 2006.

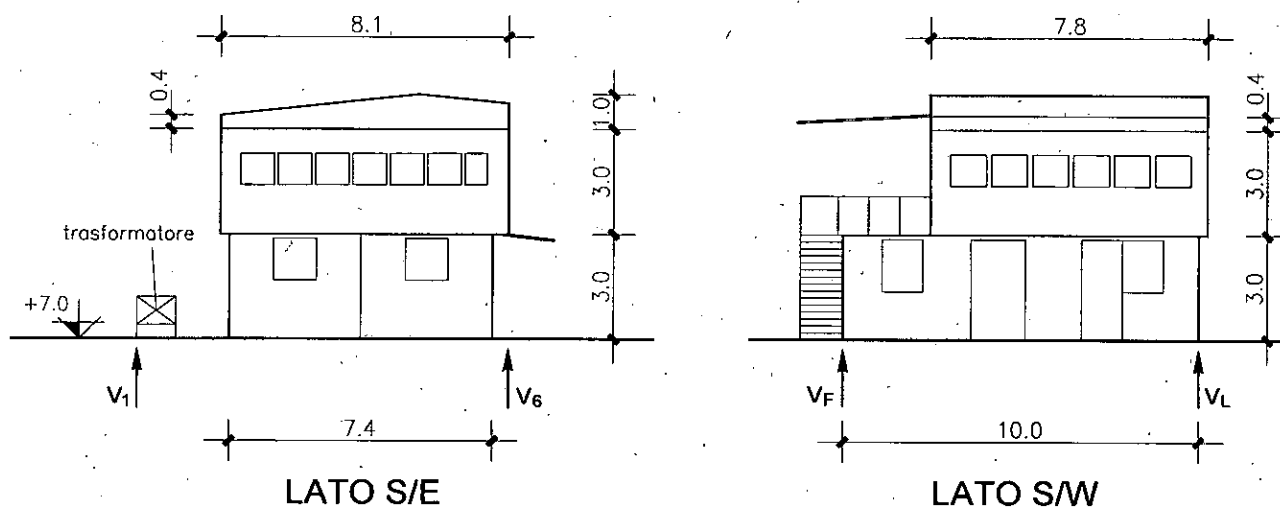


Figura 1: Prospetti della Sala Controllo esistente. E' prevista la rimozione della struttura di copertura, e della scala esistente. La rimozione di ulteriori elementi non è stata confermata.

Nel documento [2], sulla base di un incremento di carico di 200 t, attribuito alla sopraelevazione della Sala Controllo, EBX ha messo in guardia sulla inadeguatezza della struttura della piattaforma

sottostante. In una valutazione successiva l'incremento di carico è stato ridotto a 85 t, e, nel documento [3], EBX ha dichiarato accettabile tale carico, fatta salva la riserva sulla portata del palo centrale, e di alcuni altri pali.

I carichi aggiuntivi dovuti alla sopraelevazione sono stati valutati successivamente pari a circa 100 t, comprensivi della nuova scala, [4].

In previsione della demolizione della copertura della Sala esistente si rimuovono i carichi seguenti, ricavati dal documento [1]:

HE 300 B, h= 2980 mm * 6 travi = $117 \text{ kg/m} \cdot 2,980 \cdot 6 =$	2.091 kg
HE 400 B x L=7,2 m per 2 = $155 \cdot 7,2 \cdot 2 =$	2.232 kg
HE 400 Bx L=10 m per 3 = $1550 \cdot 3 =$	4.650 kg
IPE 120 N 10 x 2 stanze * 3,30 =	662 kg
IPE 200 x 27,4 kg/m x 2,98 m x N°.6 =	400 kg
In totale	10.035 kg

In previsione della rimozione della scala esistente i carichi presenti si riducono ulteriormente di circa 1 t, e pertanto, rispetto alla valutazione dei carichi alla base della relazione [3], nella soluzione oggi in discussione si prevede un carico aggiuntivo di circa $100 - 10 - 1 \text{ t} = 89 \text{ t}$, marginalmente superiore a quello di riferimento nella relazione [3], che era pari a 85 t.

Parte delle attrezzature esistenti, corrispondenti ad un carico di 12 t, [1], dovrebbero essere rimossi. Con tali premesse, si ritiene che la analisi che ha portato a ritenere adeguata la struttura della piattaforma sottostante, [3], possa essere estesa anche alla soluzione oggi prospettata [4].

Allegato n° 7

**ANALISI CARICHI PERMANENTI GRAVANTI SU STRUTTURA
SALA CONTROLLO PONTILE**

POSIZ.	DESCRIZIONE	U.M.	PESO		NOTE
			INCREMENTO	DEDUZIONE	
1	DEMOLIZIONE TETTOIA ESTERNA A.C.	Kg.		233,00	
2	COPERTURA	Kg.		405,00	
3	DEMOLIZIONE STRUTTURA NORD A.C.	Kg.		520,00	
4	COPERTURA	Kg.		370,00	
5	DEMOLIZIONI CARP. A.C. + 6,85	Kg.		930,00	
6	DEMOLIZIONI PARAPETTI A + 6,85	Kg.		604,00	
7	DEMOLIZIONE GRIGLIATI + 6,85	Kg.		1.506,00	
8	DEMOLIZIONE MURATURA + 6,850	Kg.		4.100,00	
9	DEMOLIZIONE PANNELLI PARETE INT. + 6,850	Kg.		1.155,00	STIMATO 20 KG/mq.
10	DEMOLIZIONE PANNELLI PARETE EST. + 6,850	Kg.		1.850,00	STIMATO 20 KG/mq.
11	DEMOLIZIONE APP. SANITARI + 6,850	Kg.		170,00	
12	DEMOLIZIONE CONTROSOFFITTO + 6,850	Kg.		772,00	STIMATO 10 Kg/mq
13	DEMOLIZIONE TETTOIA A.C. + 9,710	Kg.		875,00	
14	DEMOLIZIONE PARAPETTI + 9,710	Kg.		830,00	
15	DEMOLIZIONE SCALA ACCESSO A + 9,710	Kg.		331,00	
16	DEMOLIZIONE PAV. FLOTT. + 9,710	Kg.		4.410,00	STIMATO 70 Kg/mq
17	DEMOLIZIONE MURATURA + 9,710	Kg.		2.752,00	
18	DEMOLIZIONE PANNELLI PARETE INT. + 9,710	Kg.		1.113,00	STIMATO 20 KG/mq.
19	DEMOLIZIONE PANNELLI PARETE EST. + 9,710	Kg.		2.226,00	STIMATO 20 KG/mq.
20	DEMOLIZIONE APP. SANITARI + 9,710	Kg.		90,00	
21	DEMOLIZIONE CONTROSOFFITTO + 9,710	Kg.		631,00	STIMATO 10 Kg/mq
22	DEMOLIZIONE PANNELLI DI COPERTURA + 9,710	Kg.		758,00	
23	DEMOLIZIONE STRUTTURA PORTANTE ESIST. + 9,710	Kg.		10.035,00	
24	RINFORZO NODI	Kg.	15.000,00		STIMATO 6 mc 2.500 Kg/mc.
25	NUOVA STRUTTURA PORTANTE IN ACCIAIO	Kg.	42.520,00		IN TOTALE
26	PARAPETTI NUOVI	Kg.	5.680,00		IN TOTALE
27	SCALA ALLA MARINARA ACCESSO COPERTURA	Kg.	330,00		
28	NUOVI GRIGLIATI + 6,85	Kg.	740,00		
29	LAMIERA + 6,85	Kg.	//		GIA' COMPRESA NELLA CARP.
30	SOLETTA IN CLS	Kg.	2.645,00		115 Kg/mq (23mq spessore tot.11 cm)
31	PAVIMENTO FLOTTANTE	Kg.	1.680,00		STIMATO 70 Kg/mq.
32	NUOVO PAVIMENTO IN GRES + 6,85	Kg.	3.440,00		STIMATO 40 Kg/mq.
33	NUOVI MURI MATTONI + 6,85	Kg.	4.430,00		STIMATO 800 Kg/mc.
34	PANNELLI PARETE INT. + 6,85	Kg.	423,00		STIMATO 20 Kg/mq.
35	PANNELLI PARETE ESTERNI (CIECHI) + 6,85	Kg.	2.246,00		STIMATO 27 Kg/mq.
36	PANNELLI PARETE ESTERNI (VETRI) + 6,85	Kg.	636,00		STIMATO 55 Kg/mq.
37	ACCESSORI BAGNI	Kg.	180,00		
38	CONTROSOFFITTO	Kg.	800,00		STIMATO 10 Kg/mq.
39	NUOVI GRIGLIATI + 9,710	Kg.	127,00		
40	LAMIERA + 9,710	Kg.	//		GIA' COMPRESA NELLA CARP.
41	SOLETTA IN CLS + 9,710	Kg.	2.760,00		115 Kg/mq (24mq spessore tot.11 cm)
42	NUOVO PAVIMENTO IN GRES + 9,710	Kg.	2.150,00		STIMATO 40 Kg/mc
43	NUOVI MURI MATTONI + 9,710	Kg.	3.567,00		STIMATO 800 Kg/mc
44	PANNELLI PARETE INT. + 9,710	Kg.	1.000,00		STIMATO 20 Kg/mc.
45	PANNELLI PARETE EST. + 9,710 (CIECHI)	Kg.	2.000,00		STIMATO 27 Kg/mq.
46	PANNELLI PARETE EST. + 9,710 (VETRO)	Kg.	4.366,00		STIMATO 55 Kg/mq.
47	ACCESSORI BAGNI	Kg.	80,00		
48	CONTROSOFFITTO	Kg.	632,00		STIMATO 10 Kg/mq.
49	PAVIMENTO FLOTTANTE	Kg.	4.350,00		STIMATO 70 Kg/mq.
50	GRADINI SCALA ACCESSO A + 14,180	Kg.	940,00		(GRANITO)
51	NUOVI GLIgliATI + 14,180	Kg.	344,00		
52	LAMIERA + 14,180	Kg.	//		GIA' COMPRESA NELLA CARP.
53	SOLETTA IN CLS + 14,180	Kg.	11.385,00		115 Kg/mq (99mq spessore tot.11 cm)
54	NUOVO PAV. IN GRES + 14,180	Kg.	1.745,00		STIMATO 40 Kg/mc
55	MURATURA PERIMETRALE+ 14,180	Kg.	2.790,00		STIMATO 800 Kg/mc
56	PARAPETTO IN MURATURA SCALA INTERNA+ 14,180	Kg.	420,00		STIMATO 800 Kg/mc
57	CONTROSOFFITTO + 14,180	Kg.	610,00		STIMATO 10Kg/mc
58	PAVIM. FLOTTANTE + 14,180	Kg.	3.500,00		STIMATO 70 Kg/mq.
59	LAMIERA + 17,610	Kg.	//		GIA' COMPRESA NELLA CARP.
60	SOLETTA IN CLS	Kg.	9.430,00		115 Kg/mq (82mq spessore tot.11 cm)
61	CALCESTRUZZO PER FORMAZIONE PENDENZE	Kg.	4.520,00		STIMATO 55 Kg/mq
62	GUAINA PER COPERTURA +17,610	Kg.	900,00		STIMATO 10 Kg/mq
63	SCOSSALINA +PLUVIALI	Kg.	150,00		
64	COPERTURA SCALA ACCESSO A +9,180	Kg.	250,00		
65	CUPOLINO AREAZIONE SCALA	Kg.	150,00		
66	PANNELLI PARETE EST. + 14,180 (VETRO)	Kg.	3.080,00		STIMATO 55 Kg/mq.
FOGLIO2	ANALISI CARICHI ACCIDENTALI E STRUMENTALI	Kg.		20.650,00	
	TOTALE	Kg.	141.996,00	57.316,00	
	TOTALE IN AUMENTO SU STRUTTURA ESISTENTE	Kg.		84.680,00	