

COMMESSA

 REALIZZAZIONE DELLA NUOVA DORSALE DI COLLETTAMENTO DELLE
ACQUE METEORICHE DEL PIAZZALE DI SOSTA AEROMOBILI
DELL'AEROPORTO VALERIO CATULLO DI VERONA
- INTERVENTO FRONTE TERMINAL MP01 -

PROGETTO ESECUTIVO

ELABORATO

RELAZIONE GENERALE

COD. MIA MACRO INT.:

- - - - -

CODICE MIA:

VRN - NET 84

COD. C.d.P.:

5.4 C COMMESSA: VPP014C

CODICE ELABORATO

PE - RR01.0 - 00

REV.	DATA	DESCRIZIONE	REDAZIONE	VERIFICA	APPROV.	P.M.
0	Giugno 2018	Prima emissione	RM	CM	DT	P.M.
1						
2						
3						

NOME FILE: [Cartigli relazioni.dwg](#)

FILE DI STAMPA: TIng.ctb

SCALA: -

PROGETTISTA


 via Ciardi, n° 17
31036 - Istrana (TV)
T. 0422 582537 - F. 0422 411754
m. info@tosatoingegneria.com
w. tosatoingegneria.com

ing. Daniele Tosato



COMMITTENTE



Società di gestione

Aeroporto Valerio Catullo
di Verona Villafranca S.p.A.

Accountable Manager/AD

Dott. Michele Cazzanti

PH Progettazione
Infrastrutture e Sistemi/RUP

Dott. Ing. Michele Adami

PH Manutenzione
Infrastrutture e Sistemi

Dott. Ing. Alberto Carli

PH Terminal

Sig. Pierluigi Saiu

PH Area Movimento

Sig. Cristiano Folchi

Security Manager

Sig. Giuseppe Renna

AEROPORTO VALERIO CATULLO DI VERONA VILLAFRANCA S.p.A.

**Realizzazione della nuova dorsale di collettamento delle acque meteoriche
del piazzale di sosta aeromobili dell'aeroporto Valerio Catullo di Verona
Intervento MP.01 fronte terminal**

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE GENERALE

INDICE

1.	INTRODUZIONE.....	4
2.	ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO (n. 29 ELABORATI).....	7
3.	INSERIMENTO TERRITORIALE, AEROPORTUALE, NORMATIVO ED AMBIENTALE.....	8
3.1	Inquadramento territoriale	8
3.2	Inquadramento programmatico aeroportuale	8
3.3	Inquadramento normativo	9
4.	SVILUPPO DELLE FASI PROGETTUALI.....	13
5.	DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO.....	14
5.1	Tratto di tubazione P2-P7.....	16
5.2	Tratto tubazione P7-P10.....	16
5.4	Pozzetti e ispezioni	18
5.5	Individuazione e risoluzione interferenze con i sottoservizi	18
5.5.1	Interferenza linea alimentazione torri faro.....	18
5.5.2	Interferenza con la linea di media tensione.....	19
5.5.3	Interferenze con la rete antincendio	19
5.5.4	Interferenza con la linea elettrica.....	20
6.	OPERE IN PREDISPOSIZIONE	21
6.1	Allacciamento media tensione.....	21
6.2	Plotta linea 400 Hz	21
6.3	Sostituzione chiusini sui pozzetti P1 e P2.....	21
7.	ATTIVITA' PRELIMINARI ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE.....	22
7.1	Premessa.....	22
7.2	Acquisizione dei pareri e delle autorizzazioni necessari	22
7.3	Aggiudicazione della gara di appalto.....	23
8.	REQUISITI E PRESTAZIONI.....	24
9.	SCELTA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ED INTERVENTI DA PROGRAMMARE	25
10.	INDAGINI GEOLOGICHE EFFETTUATE.....	26
11.	BONIFICA ORDIGNI BELLICI.....	27
12.	RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE DEL PROGETTO	29
12.1	Relazione idrologico idraulica	29

12.2	Relazione geologica e geotecnica.....	29
13.	FASI DI CANTIERE	30
13.1	Opere provvisorie per garantire la continuità idraulica.....	33
14.	PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE	34
15.	CRONOPROGRAMMA	37
16.	QUADRO ECONOMICO	38
17.	ALLEGATO: RELAZIONI DI CALCOLO ELEMENTI PREFABBRICATI.....	39

1. INTRODUZIONE

Il presente progetto per la realizzazione del tratto iniziale della condotta dorsale principale del sistema di raccolta e smaltimento delle acque meteoriche del piazzale aeromobili dell'aeroporto Valerio Catullo di Verona, denominato MP01, è stato redatto su incarico dell'Amministrazione dell'Aeroporto Valerio Catullo di Villafranca (VR).

Il progetto rappresenta l'attuazione della prima fase funzionale delle opere previste dal Master Plan Idraulico aeroportuale propedeutica al futuro sviluppo urbanizzativo, il quale prevede la realizzazione di una nuova dorsale di drenaggio dell'attuale piazzale aeromobili, da posare in sostituzione al sistema di collettamento esistente, nell'area fronte terminal, al fine di aumentare e adeguare la capacità di portata dell'intero sistema di drenaggio. Il progetto ricade negli interventi previsti all'interno del sedime aeroportuale entro il 2020.

L'intervento di messa in sicurezza, ultimato a fine 2017, ha avuto come principale obiettivo quello di adeguare lo stato di rischio idraulico ad eventi meteorici caratterizzati da tempo di ritorno di 50 anni, come richiesto dalla normativa vigente. L'opera di cui al presente progetto, risulta prevista all'interno del MPI e oltre a migliorare ulteriormente la sicurezza idraulica dovrà essere realizzato prima rispetto alle interferenze con le opere previste dall'intervento di adeguamento ed ampliamento del Terminal che avverrà a partire da ottobre 2019.

In effetti, come meglio esplicitato all'interno dell'elaborato "*VPP014-C PE RR02.00.00 Relazione idrologico idraulica*" l'esecuzione dell'opera di cui al presente progetto consentirà di adeguare il sistema di collettamento ad un tempo di ritorno almeno pari a 100 anni.

La soluzione progettuale prevede la realizzazione di un nuovo tratto di condotta lungo la dorsale principale di collettamento delle acque meteoriche tra il pozzetto P2 e il pozzetto P10 tramite la posa di condotte scatolari prefabbricate delle dimensioni interne di 2 x 2 m. La condotta in progetto sarà realizzata in parte in sovrapposizione con l'attuale condotta dorsale principale e in parte in affiancamento alla stessa e questo per ragioni legate alla necessità di allontanare il fronte dello scavo dal muro perimetrale del terminal.

L'evoluzione nel tempo dell'aerea aeroportuale e la pendenza stessa con la quale è stato realizzato il piazzale di sosta degli aeromobili fanno sì che il ruscellamento piovano sia concentrato per una buona parte del volume di fronte al terminal passeggeri. La rete di drenaggio esistente, sebbene potenziata più volte nel corso degli anni, non ha capacità di portata sufficiente ad allontanare i deflussi superficiali che si concentrano di fronte al terminal, zona maggiormente depressa del piazzale, ostacolando dunque le operazioni d'imbarco e sbarco dei passeggeri.

L'esecuzione di sopralluoghi e verifiche ispettive delle opere, effettuate con l'assistenza dei tecnici ed operatori dell'Aeroporto Valerio Catullo, unitamente ad un rilievo topografico di dettaglio della

rete esistente ovvero dell'intero piazzale hanno permesso una corretta e puntuale interpretazione del funzionamento del sistema di collettamento del piazzale aeromobili.

L'analisi delle criticità idrauliche del sistema di drenaggio del piazzale è stata eseguita con la costruzione di un modello matematico idrologico ed idraulico. Sono state opportunamente modellate le superfici scolanti e le reti di drenaggio a gravità e in pressione ottenendo i risultati riportati nel dettaglio alla relazione idrologico-idraulica (Elaborato "VPP014-C PE RR02.00.00).

Ragionando in un'ottica di lungo termine, l'intervento che si propone e che nel seguito sarà descritto nel dettaglio, risulta compatibile con le soluzioni di tipo strutturale atte a risolvere definitivamente la criticità idraulica nell'ambito fronte terminal ovvero con le successive fasi di Master Plan Idraulico redatto a supporto del Piano di Sviluppo Aeroportuale.

Considerato l'impatto con l'operatività aeroportuale del cantiere in parola, in accordo con la stazione appaltante, si prevede la realizzazione di altre due lavorazioni in predisposizione:

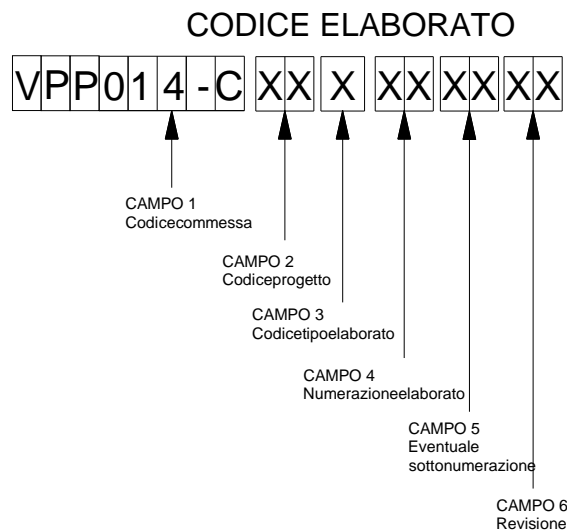
- opere civili per l'allacciamento alla linea di media tensione previsto dal progetto di ampliamento ed adeguamento del terminal passeggeri denominato "Romeo";
- opere civili interferenti e previste all'interno del progetto di fattibilità tecnico ed economica denominato "alimentazione a 400 Hz";

Ciò garantisce, oltre ad evidenti risparmi in termini di impatti sull'operatività aeroportuale, anche significativi risparmi economici.

Gli elaborati che costituiscono il presente progetto esecutivo sono individuati da un codice VPP014-C-PE-XX-XX-XX-XX con il seguente criterio identificativo:

LEGENDA CODICE ELABORATO:

- CAMP 1: CODICE COMMESSA VPP014-C
- CAMPO 2: CODICE PROGETTO
PP = PROGETTO PRELIMINARE
PD = PROGETTO DEFINITIVO
PE = PROGETTO ESECUTIVO
- CAMPO 3: CODICE TIPO ELABORATO R = RELAZIONIE DOCUMENTI GENERALI
IG = INQUADRAMENTO GENERALE
PU = PIANO DI UTILIZZO
ID = IDRAULICA
ST = OPERE STRUTTURALI
SI = SICUREZZA
- CAMPO 4: NUMERAZIONE ELABORATO (per ciascun Campo 3)
- CAMPO 5: EVENTUALE SOTTONUMERAZIONE ELABORATO
- CAMPO 6: NUMERAZIONE REVISIONE ELABORATO



2. ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO (N. 30 ELABORATI)

ELENCO DEGLI ELABORATI DI PROGETTO							
RELAZIONI E DOCUMENTI GENERALI (TIPO "RR")							
1	VPP 014-C	PE	RR	01	00	00	RELAZIONE GENERALE
2	VPP 014-C	PE	RR	02	00	00	RELAZIONE IDROLOGICO-IDRAULICA
3	VPP 014-C	PE	RR	03	00	00	RELAZIONE GEOLOGICA
4	VPP 014-C	PE	RR	04	00	00	PIANO DI MANUTENZIONE
5	VPP 014-C	PE	RR	05	00	00	COMPUTO METRICO
6	VPP 014-C	PE	RR	06	00	00	COMPUTO METRICO ESTIMATIVO
7	VPP 014-C	PE	RR	07	00	00	ELENCO PREZZI
8	VPP 014-C	PE	RR	08	00	00	ANALISI DEI PREZZI
9	VPP 014-C	PE	RR	09	00	00	LISTA DELLE CATEGORIE E FORNITURE
10	VPP 014-C	PE	RR	10	00	00	QUADRO DI INCIDENZA DELLA MANODOPERA
11	VPP 014-C	PE	RR	11	00	00	QUADRO ECONOMICO
12	VPP 014-C	PE	RR	12	00	00	SCHEMA DI CONTRATTO
13	VPP 014-C	PE	RR	13	00	00	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE 1: NORME AMMINISTRATIVE
14	VPP 014-C	PE	RR	14	00	00	CAPITOLATO SPECIALE D'APPALTO - PARTE2: NORME TECNICHE PRESTAZIONALI
ELABORATI GRAFICI (TIPO "ID")							
15	VPP 014-C	PE	ID	01	00	00	COROGRAFIA D'INTERVENTO
16	VPP 014-C	PE	ID	02	00	00	PLANIMETRIA GENERALE DEL SISTEMA DI COLLETTAMENTO DEL PIAZZALE AEROMOBILI
17	VPP 014-C	PE	ID	03	00	00	PLANIMETRIA STATO DI FATTO E SOTTOSERVIZI
18	VPP 014-C	PE	ID	04	00	00	PLANIMETRIA DI PROGETTO
19	VPP 014-C	PE	ID	05	00	00	SEZIONI DI PROGETTO
20	VPP 014-C	PE	ID	06	00	00	PROFILO LONGITUDINALE
21	VPP 014-C	PE	ID	07	00	00	INDIVIDUAZIONE E RISOLUZIONE DELLE INTERFERENZE
22	VPP 014-C	PE	ID	08	01	00	PARTICOLARI TIPOLOGICI E COSTRUTTIVI
23	VPP 014-C	PE	ID	08	02	00	PARTICOLARI TIPOLOGICI E COSTRUTTIVI
SICUREZZA (TIPO "SI")							
24	VPP 014-C	PE	SI	01	00	00	PIANO DI SICUREZZA E COORDINAMENTO
25	VPP 014-C	PE	SI	02	00	00	FASCICOLO DELL'OPERA
26	VPP 014-C	PE	SI	03	00	00	CRONOPROGRAMMA
27	VPP 014-C	PE	SI	04	01	00	CANTIERIZZAZIONE: FASI DI CANTIERE E OPERE PROVVISORIALI PER LA CONTINUITA' IDRAULICA
28	VPP 014-C	PE	SI	04	02	00	CANTIERIZZAZIONE-MACROFASE 1
29	VPP 014-C	PE	SI	04	03	00	CANTIERIZZAZIONE-MACROFASE 2 E 3
30	VPP 014-C	PE	SI	07	00	00	CANTIERIZZAZIONE: FASI DI SCAVO E POSA MANUFATTI

3. INSERIMENTO TERRITORIALE, AEROPORTUALE, NORMATIVO ED AMBIENTALE

3.1 *Inquadramento territoriale*

L'intervento è collocato all'interno del sito dell'aeroporto "Valerio Catullo" di Verona come rappresentato nella tavola di corografia di intervento (elaborato VPP 014-C PE ID 01.00.00) della quale si riporta a seguire un estratto, con evidenziato l'ambito d'intervento.

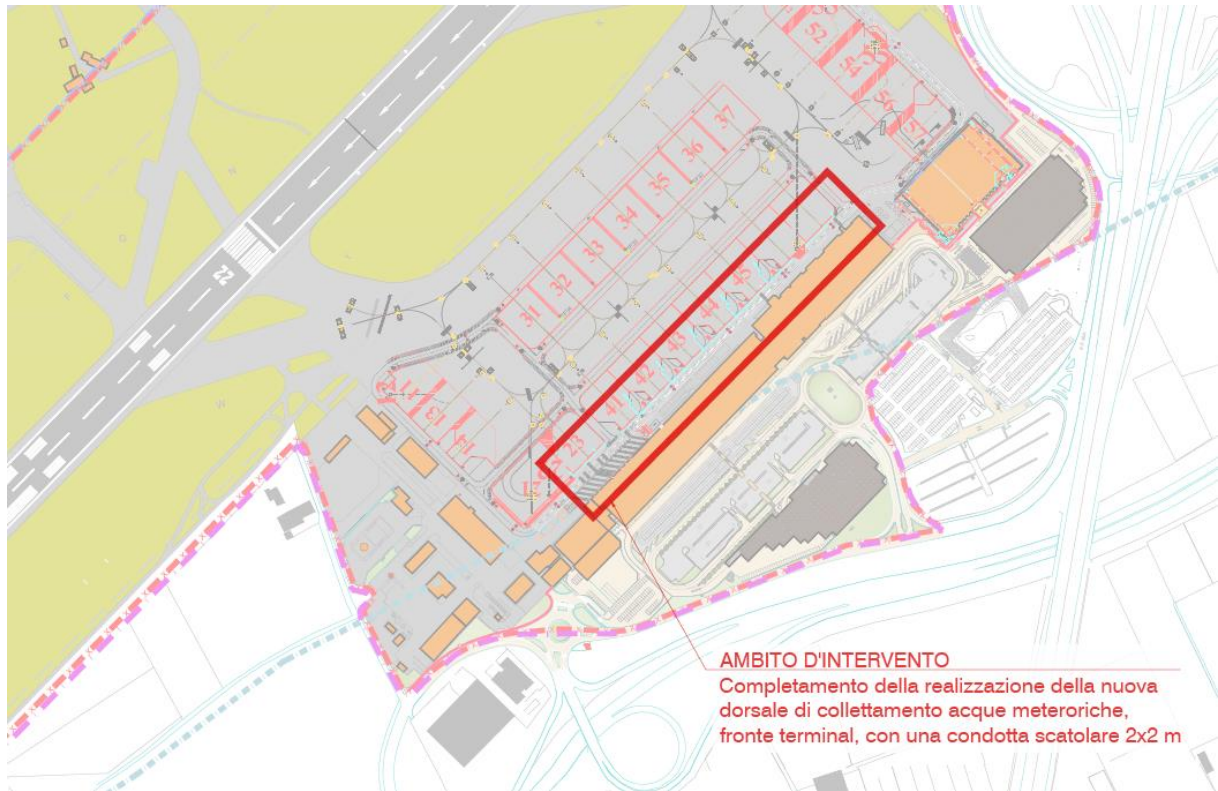


Figura 3.1 - Estratto su base CTR con individuazione dell'area d'intervento.

3.2 *Inquadramento programmatico aeroportuale*

La destinazione urbanistica delle opere in ambito aeroportuale è definita tramite appositi strumenti di pianificazione di rango superiore ed indipendente rispetto a quelli di pianificazione territoriale di livello regionale, provinciale e comunale, demandando alla società di gestione la definizione degli usi e delle funzioni del suolo di competenza.

Ad oggi il Master Plan aeroportuale 2030 unitamente al Master Plan Idraulico, come strumento di supporto in ordine alla tematica idraulica, rappresentano gli strumenti di pianificazione di base.

L'intervento di cui al presente progetto risulta previsto all'interno delle previsioni di MPI, configurandosi come la seconda e ultima fase funzionale di un più ampio e complesso intervento che prevede il completo rifacimento della condotta dorsale principale posta fronte l'area terminal ed in grado di collettare larga parte delle acque insistenti sul piazzale di sosta aeromobili.

3.3 *Inquadramento normativo*

Si elencano di seguito le normative di riferimento per la presente progettazione.

Nella redazione del presente progetto sono state osservate le normative di carattere generale e particolare afferenti alla materia.

In particolare sono state tenute a debita considerazione le normative che seguono:

NORME TECNICHE STRUTTURALI

- Legge 5 novembre 1971, n. 1086 – Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso e a struttura metallica;
- Legge 2 febbraio 1974, n. 64 – Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche;
- C.M. 9 gennaio 1980, n. 20049 – Legge 5 novembre 1971, n. 1086. Istruzioni relative ai controlli sul conglomerato cementizio adoperato per le strutture in cemento armato;
- D.M. 20 novembre 1987 – Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento;
- D.M. 11 marzo 1988 – Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione;
- C.M. 24 settembre 1988, n. 30483 – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. D.M. 11 marzo 1988. Norme tecniche riguardanti le indagini sui terreni e sulle rocce, la stabilità dei pendii naturali e delle scarpate, i criteri generali e le prescrizioni per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo delle opere di sostegno delle terre e delle opere di fondazione. Istruzioni per l'applicazione;
- C.M. 4 gennaio 1989, n. 30787 – Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione e il collaudo degli edifici in muratura e per il consolidamento;
- C.M. 16 marzo 1989, n. 31104 – Legge 2 febbraio 1974, n. 64, art. 1. Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo delle costruzioni prefabbricate;
- D.M. 9 gennaio 1996 – Norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle strutture in cemento armato, normale e precompresso e per le strutture metalliche;
- D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche;

- D.M. 16 gennaio 1996 – Norme tecniche relative ai criteri generali per la verifica di sicurezza delle costruzioni e dei carichi e sovraccarichi;
- C.M. 4 luglio 1996, n. 156AA.GG./STC – 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 D.M. 16 gennaio 1996;
- C.M. 15 ottobre 1996, n. 252 AA.GG./S.T.C. – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per il calcolo, l'esecuzione e il collaudo delle opere in cemento armato normale e precompresso e per le strutture metalliche, di cui al D.M. 9 gennaio 1996;
- C.M. 10 aprile 1997, n. 65/AA.GG. – Istruzioni per l'applicazione delle norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche, di cui al D.M. 16 gennaio 1996;
- C.M. 14 dicembre 1999, n. 346/STC – Legge 5 novembre 1971, n. 1086, art. 20. Concessione ai laboratori per prove sui materiali da costruzione;
- Ord. P.C.M. 20 marzo 2003, n. 3274 – Primi elementi in materia di criteri generali per la classificazione sismica del territorio nazionale e di normative tecniche per le costruzioni in zona sismica;
- D.M. 14 gennaio 2008 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni;
- D.M. 6 maggio 2008 – Integrazione al decreto 14 gennaio 2008 di approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.
- C.M. 2 febbraio 2009, n. 617 – Istruzioni per l'applicazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni di cui al D.M. 14 gennaio 2008.
- D.M. 17 gennaio 2018 – Approvazione delle nuove norme tecniche per le costruzioni.

PRODOTTI DA COSTRUZIONE

- D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246 – Regolamento di attuazione della direttiva 89/106/CEE relativa ai prodotti da costruzione;
- D.M. 9 maggio 2003, n. 156 – Criteri e modalità per il rilascio dell'abilitazione degli organismi di certificazione, ispezione e prova nel settore dei prodotti da costruzione, ai sensi dell'articolo 9, comma 2, del D.P.R. 21 aprile 1993, n. 246;
- D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di «Isolanti termici per edilizia»;

- D.M. 5 marzo 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CEE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità dei «Sistemi fissi di estinzione incendi. Sistemi equipaggiati con tubazioni»;
- D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di aggregati;
- D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di appoggi strutturali;
- D.M. 11 aprile 2007 – Applicazione della direttiva n. 89/106/CE sui prodotti da costruzione, recepita con decreto del Presidente della Repubblica 21 aprile 1993, n. 246, relativa alla individuazione dei prodotti e dei relativi metodi di controllo della conformità di geotessili e prodotti affini.

RIFIUTI E AMBIENTE

- D.M. 8 maggio 2003, n. 203 – Norme affinché gli uffici pubblici e le società a prevalente capitale pubblico coprano il fabbisogno annuale di manufatti e beni con una quota di prodotti ottenuti da materiale riciclato nella misura non inferiore al 30% del fabbisogno medesimo;
- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale;
- D.M. 10 agosto 2012, n. 161 “Regolamento recante la disciplina dell'utilizzazione delle terre e rocce da scavo”.
- DGRV n.179 del 11 febbraio 2013 – Procedure operative per la gestione delle terre e rocce da scavo provenienti da cantieri di piccole dimensioni come definiti dall'art.266 comma 7, del D.lgs. 152/2006 e s.m.i.

ACQUE

- D. Lgs. 3 aprile 2006, n. 152 – Norme in materia ambientale

- D.G.R. 6/10/2009 n. 2948 – “L. 3 agosto 1998, n. 267 – Nuove indicazioni per la formazione degli strumenti urbanistici. Modifica delle delibere n.1322/2006 e n.1841/2007 in attuazione della sentenza del Consiglio di stato n. 304 del 3 Aprile 2009”.

CONTRATTI PUBBLICI

- Legge 21 dicembre 2001, n. 443 – Delega al governo in materia di infrastrutture e insediamenti produttivi strategici e altri interventi per il rilancio delle attività produttive;
- D. Lgs. 18 aprile 2016, n. 50 – Nuovo Codice Appalti e s.m.i.

SICUREZZA NEI LUOGHI DI LAVORO

- D. Lgs. 9 aprile 2008, n. 81 – Attuazione dell’articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro e s.m.i.

NORME SPECIFICHE IN AMBITO AEROPORTUALE

- EASA – CS-ADR-DSN – Issue 4 – 8 dicembre 2017;
- ICAO - Annex 14 – Volume I, Aerodromes, settima Ed. novembre 2016;
- ENAC - Regolamento per la Costruzione e l’Esercizio degli Aeroporti, edizione 2 del 21 ottobre 2003, emendamento 9 del 23 novembre 2014.
- ENAC - Manuale della segnaletica orizzontale per i piazzali sosta aeromobili, edizione 1 del 28 luglio 2006, allegato alla Circolare Serie Aeroporti APT -24;
- FAA AC 150/5320-6E 30/09/2009;
- IATA / ACI - Apron Markings e Signs Handbook — First Edition 2001;
- ICAO – A.D.M. doc n°9157 AN901 Part 2 Taxiways, Apron and Holding Bays;
- ICAO – A.S.M. – Doc. 9137-AN/898;
- ICAO - PANS-OPS: Construction of Visual and Instrument Flight Procedures - Vol. II DOC 8168 - OPS/611, Issue 4 - 1993 e relativi annessi, emendamenti, aggiornamenti;

4. SVILUPPO DELLE FASI PROGETTUALI

Stanti le citate esigenze d'urgenza, le analisi preliminari effettuate in occasione della redazione del Master Plan Idraulico, il progettista e P.H.P., in condivisione con il R.U.P., ha deciso di sviluppare il progetto nella sola fase Esecutiva.

5. DESCRIZIONE DELL'INTERVENTO

Ai fini di una corretta valutazione della soluzione progettuale, il progetto di cui alla presente relazione, è stato preceduto da una generalizzata attività di rilievo volta alla descrizione geometrica del sistema di collettamento e dell'intero piazzale aeromobili. Il tutto per poter correttamente implementare un modello idrologico idraulico in grado, per i diversi tempi di ritorno, di descrivere il funzionamento idraulico del sistema ovvero individuare le cause delle criticità idrauliche note. L'insieme delle analisi e delle risultanze sono riportate nella relazione idrologico-idraulica (elaborato *VPP 014-C PE RR 02.00.00*).

L'intervento proposto si inquadra inoltre all'interno del Master Plan Idraulico.

In particolare le previsioni pianificatorie al 2020 prevedono la realizzazione di una nuova dorsale di drenaggio dell'attuale piazzale aeromobili da posare in sostituzione al sistema di collettamento esistente, nell'area fronte terminal, al fine di aumentare e adeguare la capacità di portata dell'intero sistema di drenaggio.

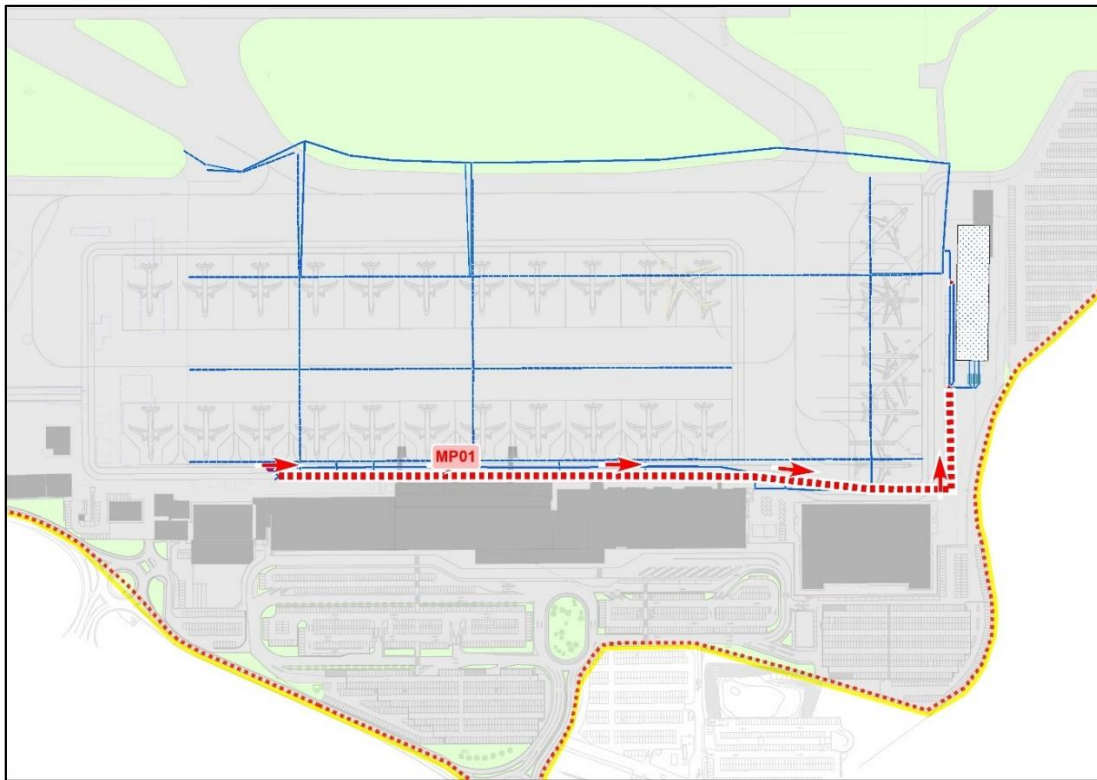


Figura 5.1 Schema funzionale del sistema di collettamento previsto in sede di Master Plan Idraulico.

La soluzione progettuale che si propone prevede la realizzazione del tratto finale di condotta lungo la dorsale principale di collettamento delle acque meteoriche tra il pozzetto P2 e il pozzetto P10 tramite la posa di condotte scatolari prefabbricate delle dimensioni interne di 2 x 2 m. Nel primo tratto, compreso tra l'attuale pozzetto P2 e il P6, la nuova condotta sostituirà quella esistente (DN500 tra i pozzetti P2 e P4, DN600 tra i pozzetti P4 e P6), tra il pozzetto P6 e il P7 il nuovo

Il presente progetto esecutivo, come detto in premessa, consente il raggiungimento della sicurezza idraulica per l'intero piazzale aeromobili con riferimento a precipitazioni intense e caratterizzate da un tempo di ritorno superiore a 100 anni. Esso, come da previsioni di MPI, risulta comunque compatibile con i futuri sviluppi aeroportuali risultando di fatto coerente con gli scenari analizzati in occasione del Piano di Sviluppo. La messa in esercizio dell'opera in progetto consentirà inoltre la disattivazione dell'impianto di sollevamento posto nell'area fronte terminale, con ingenti risparmi in termini di esercizio, gestione e manutenzione.

Gli interventi previsti nel progetto sono di seguito brevemente descritti.

5.1 *Tratto di tubazione P2-P7*

Tra i pozzetti P2 e P6 è prevista la posa degli scatolari di dimensione 2.0x2.0m su una soletta di fondazione in calcestruzzo dello spessore di 20 cm armata con doppia rete elettrosaldata - superiore e inferiore - Ø8 passo 25/25 cm.

Gli scatolari dovranno essere verificati per sopportare carichi aeroportuali.

Il tratto è lungo 212 m ed ha pendenza media di 0.05%.

La profondità media di scavo è di circa 3.8 m.

È prevista la demolizione della condotta esistente DN500 tra i pozzetti P2 e P4 e DN600 tra i pozzetti P4 e P6 e la sua sostituzione con le nuove tubazioni scatolari. Il tratto di condotta esistente che va dal pozzetto P6 e arriva al pozzetto P7 (DN600) verrà in parte demolito dove interferente con il nuovo scatolare, in parte dismesso tramite taglio della tubazione esistente e chiusura del foro con tamponamento.

5.2 *Tratto tubazione P7-P10*

Anche tra i pozzetti P7 e P10 è prevista la posa di scatolari di dimensione 2.0x2.0m su una soletta di fondazione in calcestruzzo dello spessore di 20 cm armata con doppia rete elettrosaldata - superiore e inferiore - Ø8 passo 25/25 cm in affiancamento alla esistente tubazione DN600. Il tratto è lungo 158 m e ha una pendenza media di 0.05%, analogamente a quanto visto per il tratto P2-P7.

La profondità media di scavo è di circa 4.9 m.

Il tratto di tubazione esistente tra il pozzetto P9 e il P10 (DN600) verrà demolito.

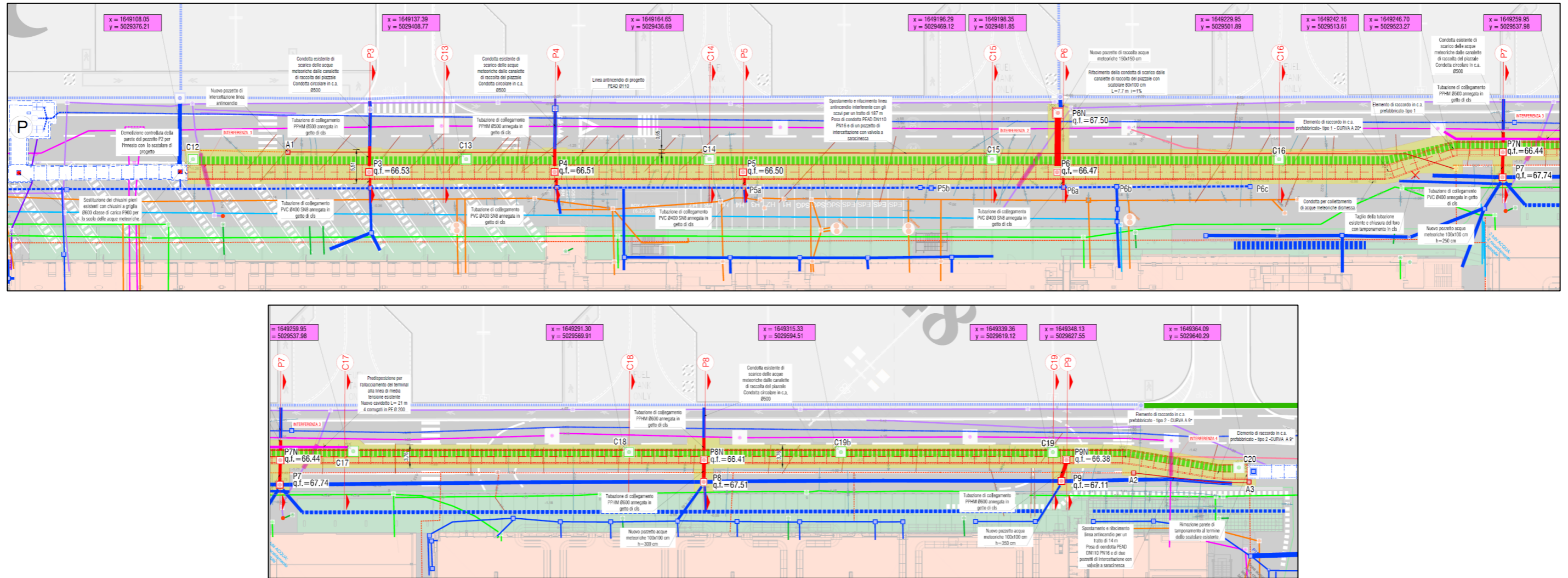


Figura 5.3 Planimetria di progetto.

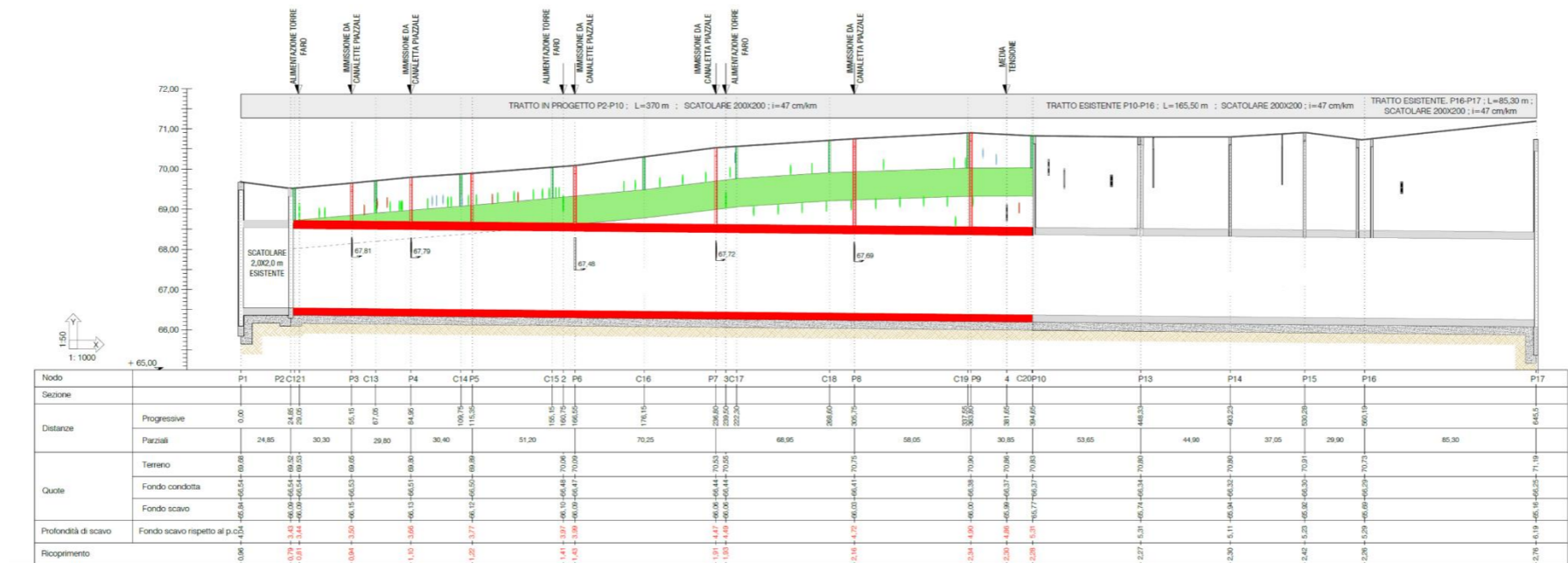


Figura 5.4 Profilo longitudinale dell'intervento.

5.4 Pozzetti e ispezioni

I pozzetti P3, P4, P5 e P6 verranno demoliti in quanto interferenti con lo scatolare di progetto.

I pozzetti P7, P8 e P9 verranno demoliti e sostituiti con dei pozzetti prefabbricati 100x100 su cui verranno poste delle prolunghe fino a raggiungere la quota del piano campagna.

Nella posizione degli attuali pozzetti P3, P4, P5 e P6 verranno realizzate quattro ispezioni sul cielo dello scatolare. Si utilizzerà uno scatolare prefabbricato con un foro quadrato sul cielo di dimensioni pari a 100x100cm opportunamente rinforzato perimetralmente. Sul foro verranno posizionate delle prolunghe di ispezione fino a raggiungere la quota del piano campagna. Verranno realizzate altre tre ispezioni analoghe a quelle appena descritte in corrispondenza delle sezioni P7, P8 e P9. La scelta di questo posizionamento delle ispezioni è stata dettata dal fatto che in corrispondenza delle sezioni P3, P4, P6, P7 e P8 è presente l'immissione di condotte che convogliano le acque meteoriche dalla canaletta a griglia del piazzale mentre in corrispondenza delle sezioni P5 e P9 sono presenti due immissioni provenienti dal pluviale del terminal.

Il tracciato prevede la presenza di due curve, la prima a 20° e la seconda a 9°: il raccordo delle curve verrà realizzato utilizzando due tipi di elementi in c.a. prefabbricato come specificato in dettaglio nelle tavole dei particolari tipologici "ID 08 01 00" e "ID 08 02 00" in cui vengono anche indicati i dettagli sulle dimensioni e sulla posa in opera degli elementi.

5.5 Individuazione e risoluzione interferenze con i sottoservizi

La scelta del tracciato è stata effettuata con l'intento di ridurre al minimo le numerose interferenze longitudinali e trasversali tra lo scatolare di progetto e la rete dei sottoservizi presente allo stato attuale. In senso longitudinale rispetto allo scatolare sono state individuate due interferenze (una con la rete antincendio e una con la linea elettrica) mentre in senso trasversale sono state individuate quattro principali interferenze (tre con la linea di alimentazione torri faro e una con la linea di media tensione).

Le interferenze saranno risolte come di seguito brevemente descritto.

5.5.1 Interferenza linea alimentazione torri faro

- Interferenza n.1: alla distanza di circa 2.5 m dopo il pozzetto esistente P2 è presente una polifora di attraversamento obliquo della linea di alimentazione delle torri faro costituito da tubi corrugati in PVC di diametro 100mm posta a 0.71 m dal piano campagna;
- Interferenza n.2: circa 4 m prima del pozzetto P6 esistente è presente una polifora di attraversamento obliquo della linea di alimentazione delle torri faro costituito da tubi corrugati in PVC di diametro 100mm posta a 0.72 m dal piano campagna;

- Interferenza n.3: circa 4 m dopo la sezione P7 esistente è presente una polifora di attraversamento obliquo della linea di alimentazione delle torri faro costituito da tubi corrugati in PVC di diametro 100mm posta a 1.12 m dal piano campagna.

Poiché questa polifora interferisce con la plotta 400Hz e con lo scatolare di progetto, si passerà dal posizionamento proprio dello stato di fatto dei cavi dentro la polifora in due file sovrapposte, al posizionamento dei cavi in un'unica fila complanare in corrispondenza della plotta e dello scatolare. A protezione, la polifora verrà annegata in un getto armato con una rete elettrosaldata con maglia 25/25 mm costituita da ferri Ø8.

Il dettaglio della risoluzione di tale interferenza è descritto nell'elaborato grafico *ID.07.00.00 – Individuazione e risoluzione delle interferenze.*

5.5.2 Interferenza con la linea di media tensione

- Interferenza n.4: tra il pozzetto esistente P9 e il pozzetto P10 è presente una polifora di attraversamento trasversale della linea di media tensione costituita da 5 corrugati del diametro di 100 mm.

Questa polifora, posta alla profondità di 1.75 m rispetto al piano campagna, non interferisce direttamente con lo scatolare e con la plotta per la linea 400 Hz pertanto l'esecuzione degli scavi in prossimità dei cavi dovrà essere effettuata con maggiore cautela, prevedendo la demolizione manuale della plotta in calcestruzzo e il sostegno dei cavidotti.

Una volta posato il manufatto scatolare, il cavidotto sarà riposizionato e rigettata la plotta di protezione, come meglio dettagliato nel particolare di risoluzione dell'interferenza descritto nell'elaborato grafico *ID.07.00.00 – Individuazione e risoluzione delle interferenze.*

5.5.3 Interferenze con la rete antincendio

La rete antincendio si sviluppa in senso longitudinale rispetto allo scatolare di progetto e in parte interferisce con esso: circa 3 metri dopo l'esistente pozzetto P4 si effettua l'interruzione del tubo antincendio, si realizza il pozzetto A1 di dimensioni 60x60 da cui parte il tubo antincendio di progetto in PEAD DN110 che si svilupperà a ridosso dello scavo ad una profondità di progetto di 1.28 m. In corrispondenza della prima curva dello scatolare il tubo antincendio attraverserà lo scatolare in senso longitudinale per andare a immettersi nel pozzetto esistente appartenente alla linea antincendio posto circa 7.5 m prima rispetto alla sezione P7.

Un'ulteriore interferenza si ha circa 15.5 m dopo l'esistente pozzetto P9 dove viene realizzato il pozzetto A2 60x60: il tratto di tubo antincendio tra il pozzetto A2 e il pozzetto P10 verrà demolito e sostituito con una nuova tubazione che si svilupperà a ridosso del bordo dello scavo fino al nuovo pozzetto A3 60x60 posto all'altezza del pozzetto P10.

Lo spostamento della linea antincendio dovrà essere eseguita preliminarmente alle operazioni di scavo per la posa del manufatto scatolare. Si procederà inizialmente al taglio e alla fresatura della pavimentazione in conglomerato bituminoso. Successivamente si effettueranno le operazioni di scavo di sbancamento e posa della nuova linea in PEAD DN110 raccordandola con il sistema esistente.

5.5.4 *Interferenza con la linea elettrica*

Un'ulteriore interferenza longitudinale è quella con la linea elettrica che inizia a sovrapporsi all'area di scavo all'altezza della prima curva dello scatolare di progetto.

Si procederà inizialmente al taglio e alla fresatura della pavimentazione in conglomerato bituminoso. Successivamente si effettueranno le operazioni di scavo di sbancamento e a sezione ristretta, durante le quali i tubi portacavi saranno sostenuti dalla struttura a briglie costituente il sistema di blindaggio. Dopo la posa della soletta di fondazione e degli scatolari verrà effettuato il rinterro fino alla quota di posa dei cavi. Quindi verrà effettuato un getto di contenimento in malta cementizia dei tubi portacavi e infine verrà terminato il rinterro. Il dettaglio della risoluzione di tali interferenze è descritto nell'elaborato grafico *ID.07.00.00 – Individuazione e risoluzione delle interferenze*.

6. OPERE IN PREDISPOSIZIONE

Considerato l'impatto con l'operatività aeroportuale del cantiere in parola, in accordo con la stazione appaltante, si prevede la realizzazione di altre due lavorazioni in predisposizione:

- opere civili per l'allacciamento alla linea di media tensione previsto dal progetto di ampliamento ed adeguamento del terminal passeggeri denominato "Romeo";
- opere civili interferenti e previste all'interno del progetto di fattibilità tecnico ed economica denominato "alimentazione a 400 Hz";

Ciò garantisce, oltre ad evidenti risparmi in termini di impatti sull'operatività aeroportuale, anche significativi risparmi economici.

6.1 *Allacciamento media tensione*

Alla distanza di circa 11 m dopo il pozzetto esistente P7 sarà effettuata una predisposizione per l'allacciamento del terminal alla linea di media tensione esistente: il nuovo cavidotto sarà costituito da quattro tubazioni in PE corrugato di diametro 200 mm. La predisposizione prevede la posa dei suddetti cavidotti a partire da un pozzetto appartenente alla linea di media tensione – posto a circa 9 m prima della sezione P7 – sino al pozzetto di linea della predisposizione a 400Hz di cui al successivo paragrafo.

6.2 *Plotta linea 400 Hz*

Verrà effettuata, inoltre, la predisposizione per la linea 400 Hz: la nuova plotta sarà composta da 8 tubazioni di diametro 160 mm corrugate in PE con resistenza a compressione pari a 750 N. La plotta si svilupperà parallelamente allo scatolare di progetto (lato piazzale, tra il pozzetto esistente P2 e il pozzetto P6) per poi continuare il proprio percorso al di sopra dello scatolare dove il ricoprimento del terreno lo consente (fino al pozzetto P10). Lungo la plotta verranno predisposti dieci pozzetti 80x120 per i successivi allacciamenti con il piazzale aeromobili.

6.3 *Sostituzione chiusini sui pozzetti P1 e P2*

All'interno dell'intervento in parola è prevista inoltre la sostituzione di due chiusini ciechi con due chiusini a griglie Ø600 - F900, in corrispondenza dei pozzetti P1 e P2, per migliorare ulteriormente lo scarico delle acque meteoriche nell'area più depressa posta frontalmente al terminal.

7. ATTIVITA' PRELIMINARI ALL'ESECUZIONE DELLE OPERE

7.1 Premessa

Nei prossimi paragrafi vengono indicate tutte le fasi che caratterizzeranno il presente intervento successivamente alla consegna del Progetto Esecutivo e preliminarmente all'inizio dei lavori, a partire dall'acquisizione dei pareri e delle autorizzazioni da parte della Società di gestione aeroporto Valerio Catullo di Verona Villafranca S.p.A., ENAC e degli Enti preposti, fino alla fase di aggiudicazione della Gara d'Appalto.

7.2 Acquisizione dei pareri e delle autorizzazioni necessari

L'elenco dei pareri/autorizzazioni necessari per dare avvio alla procedura di gara dell'appalto di cui al presente intervento viene riportato nella tabella seguente, in cui sono fornite anche le stime relative alle tempistiche di rilascio dei pareri medesimi.

<i>PARERE/ AUTORIZZAZIONE</i>	<i>ENTE</i>	<i>TEMPO STIMATO DI RILASCIO PARERE</i>
Parere tecnico	Società di gestione aeroporto Valerio Catullo di Verona Villafranca S.p.A.	15 giorni
Parere tecnico	ENAC	60 giorni
Verifica di ottemperanza	MATTM	30 giorni
Conformità Urbanistica rispetto alle indicazioni degli strumenti urbanistici vigenti	Piano di sviluppo aeroportuale	-

Si prevede dunque che il periodo necessario all'acquisizione dei pareri sopra elencati sia pari a circa 75 giorni.

Nella tabella seguente vengono elencati gli elaborati di progetto necessari per l'ottenimento delle autorizzazioni sopra richiamate.

<i>AUTORIZZAZIONE</i>	<i>ELABORATI NECESSARI</i>
Parere tecnico società di gestione aeroporto Valerio Catullo di Verona Villafranca S.p.A.	Totalità degli elaborati elencati in capitolo 2 e nell'elaborato <i>VPP014-C PE 00.00.00 ELENCO ELABORATI</i>
Parere tecnico ENAC	Totalità degli elaborati elencati in capitolo 2 e nell'elaborato <i>VPP014-C PE 00.00.00 ELENCO ELABORATI</i>
Verifica di ottemperanza MATM	<i>VPP014-C PE RR 01.00.00 RELAZIONE GENERALE</i> <i>VPP014-C PE ID 03.00.00 PLANIMETRA STATO DI FATTO E SOTTOSERVIZI</i> <i>VPP014-C PE ID 04.00.00 PLANIMETRA DI PROGETTO</i> <i>VPP014-C PE ID 05.00.00 SEZIONI DI PROGETTO</i> <i>VPP014-C PE ID 06.00.00 PROFILO LONGITUDINALE</i>

7.3 *Aggiudicazione della gara di appalto*

In seguito all'ottenimento dei pareri e delle autorizzazioni necessarie per procedere con l'intervento, si darà avvio alla fase di aggiudicazione della gara d'appalto. Si è stimato che tale fase abbia una durata totale pari a 60 giorni (2 mese).

Pertanto, sommando le due fasi, le attività preliminari all'esecuzione delle opere avranno una durata totale pari a 135 giorni (4 mesi e mezzo).

8. REQUISITI E PRESTAZIONI

L'intervento è stato progettato per soddisfare ai requisiti di sicurezza idraulica richiesti in ragione della strategicità dell'opera da difendere e quindi per il raggiungimento della sicurezza idraulica con riferimento ad un tempo di ritorno di 100 anni.

A tale scopo, requisito essenziale è l'osservanza della vigente normativa di riferimento ed in particolare:

- ENAC - regolamento per la costruzione e l'esercizio degli aeroporti (ultima edizione);
- Piano di sviluppo aeroportuale al 2030;
- Master Plan Idraulico al 2030.

Il progetto è stato redatto tenendo in considerazione i seguenti ulteriori criteri prestazionali atti ad evitare situazioni di criticità per l'esercizio dell'aerostazione:

- continuità ed adeguamento della rete di convogliamento ed allontanamento delle acque meteoriche;
- mantenimento di esercizio ed adeguamento alle nuove esigenze delle reti degli impianti tecnologici;
- ottimizzazione della realizzazione con suddivisione in fasi esecutive atte a ridurre i tempi costruttivi e, soprattutto, le interferenze tra cantiere e zone in esercizio dell'attività aeroportuale (land-side ed air-side);
- non precludere ed essere coerente con i futuri sviluppi desumibili dal Master Plan generale ed idraulico.

9. SCELTA DELLA SOLUZIONE PROGETTUALE ED INTERVENTI DA PROGRAMMARE

Nella fase preliminare della progettazione, come si è più volte ribadito del corso della presente relazione, la modellazione idrologico-idraulica sviluppata per l'intero piazzale aeromobili ha consentito dapprima di determinare le diverse cause di criticità per il sistema di collettamento e poi definire tra le soluzioni progettuali tecnicamente ammissibili quelle da preferirsi sotto il profilo economico, d'impatto sull'esercizio aeroportuale e dei tempi di realizzazione.

In particolare le soluzioni indicate al Cap. 5 sono quelle che consentono un corretto equilibrio tra l'esigenza di tempestività nella realizzazione dell'opera e il miglioramento della situazione di rischio idraulico insistente nell'area fronte terminal passeggeri permettendo nel contempo il raggiungimento della sicurezza idraulica con riferimento ad un $Tr=100$ anni.

Il completamento dell'intervento previsto in Master Plan Idraulico e denominato MP01, prevedendo la totale sostituzione della condotta dorsale principale mediante tubazioni a sezione scatolare di adeguata dimensione, garantisce la definitiva messa in sicurezza del sistema di smaltimento delle acque meteoriche a servizio del piazzale aeromobili.

In particolare la sostituzione delle condotte esistenti dal pozzetto P2 al P10 contribuirà in maniera definitiva ad aumentare sensibilmente il volume d'invaso utile alla laminazione dei volumi di piena ovvero le capacità di trasferimento verso la vasca di dispersione delle portate di picco.

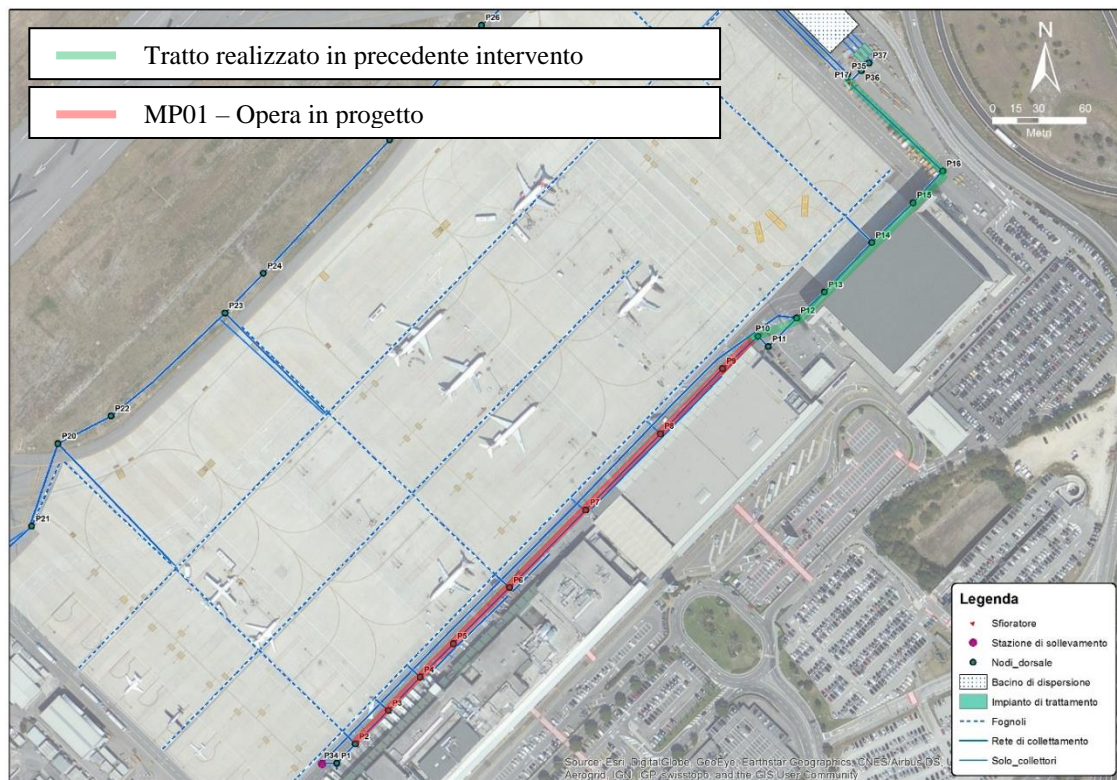


Figura 9.1 Individuazione del tratto di condotta da sostituire e potenziare di cui all'intervento in progetto.

10. INDAGINI GEOLOGICHE EFFETTUATE

I risultati delle indagini geognostiche e della modellazione geologica e geotecnica effettuate sono riportati nell'elaborato RR.03.00.00 – *Relazione geologica*. Nell'elaborato è contenuta anche la caratterizzazione sismica della zona di intervento.

L'indagine geognostica è stata svolta nell'aprile 2016 in relazione al progetto di ampliamento e riqualifica del Terminal Partenze dell'aeroporto.

Le indagini di caratterizzazione stratigrafica sono state invece effettuate nell'aprile 2018 al fine di una più corretta interpretazione dei terreni di cui al presente progetto.

11. BONIFICA ORDIGNI BELLICI

In data 18 ottobre 2012 è stata pubblicata nella Gazzetta Ufficiale la Legge 177/2012, contenente le modifiche al decreto legislativo 9 aprile 2008, n. 81, in materia di sicurezza sul lavoro per la bonifica degli ordigni bellici.

La legge 177/2012 definisce l'obiettivo di prevenire i rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi che possono interessare i cantieri temporanei o mobili dove sono previste attività di scavo. La legge apporta alcune modifiche al D. Lgs.81/08, introducendo l'obbligo di valutazione preventiva dei rischi derivanti dal possibile rinvenimento di ordigni bellici inesplosi.

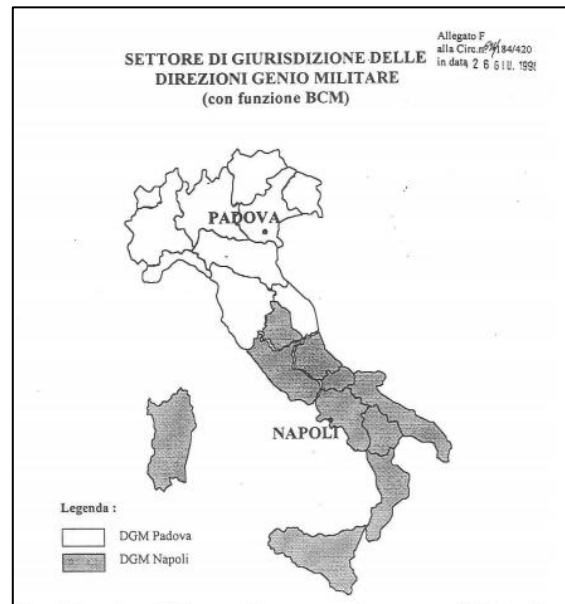
L'attività di bonifica da ordigni bellici è stata disciplinata esclusivamente dal decreto legislativo luogotenenziale 12 aprile 1946 n. 320, modificato dal decreto legislativo del Capo provvisorio dello Stato 1 novembre 1947 n. 1768, che designava come unico soggetto il Ministero della difesa a cui compete (articolo 5 D. Lgt n. 320 del 1946) anche la bonifica dei terreni di privati.

L'articolo 7 del decreto legislativo luogotenenziale n. 320 del 1946 prescriveva che fosse utilizzato esclusivamente personale specializzato nei casi in cui la bonifica non fosse effettuata direttamente dal Ministero della Difesa, e che il personale fosse formato, comunque, attraverso corsi gestiti dal Ministero della difesa.

La legislazione di riferimento in materia di rischi residuali in territorio nazionale, prima della modifica introdotta dalla legge 177/2012, applicabile anche ai rinvenimenti di residuati bellici, è il seguente:

- Determinazione Autorità Vigilanza LLPP n 9 -09/04/2002, b) Deliberazione Autorità Vigilanza Lavori Pubblici n 249 del 17/09/2003, c) Testo Unico Sicurezza [D. lgs 81/2008].
- Il Nuovo Codice dell'Ordinamento Militare, emanato con Decreto Legislativo

15 marzo 2010, n. 66 (GU n. 106 del 8-5-2010 – Suppl. Ordinario n. 84) entrato in vigore il 9/10/2010, modifica parzialmente anche la normativa riferita alle bonifiche dei campi minati e degli ordigni bellici; parte sostanziale del Decreto Legislativo Luogotenenziale 12 aprile 1946, n. 320 è stata abrogata (dall'articolo 2268, n. 258). Il Ministero della Difesa, mediante circolare Prot. M_D/GGEN/E5/20877/21/104/10 in data 07/12/2010, tende



a colmare la carenza normativa in essere ripristinando le competenze territoriali del 5° Reparto Infrastrutture Padova e del 10 Reparto Infrastrutture Napoli in materia di bonifica bellica preventiva (vedasi immagine seguente).

In data 24 febbraio 2012 viene emanato il nuovo D.Lgs n. 20, decreto atto a modificare ed integrare il D. Lgs n. 66/2010, noto come “nuovo codice ordinamento militare”. Tale decreto ha sancito formalmente l'esclusiva competenza del Ministero della Difesa per le bonifiche belliche, sia per l'esecuzione diretta che in appalto alle ditte specializzate, in possesso della relativa qualifica ministeriale, le cui funzioni sono applicabili esclusivamente all'interno delle procedure previste ed autorizzate dall'organo ministeriale preposto.

Successivamente, è stato definitivamente approvato in data 13 settembre 2012 il disegno di legge n. 2892 contenente l'emendamento al D. Lgs 81/2008, inerente l'obbligo diretto a carico del CSP di procedere alla valutazione preliminare rischio bellico residuo in ogni nuova opera, attività atta a definire l'eventuale necessità di procedere con successive operazioni di bonifica bellica, da inserire in sede di progettazione come onere di sicurezza, non soggetto a ribasso.

Per quanto riguarda la presenza di ordigni bellici inesplosi nell'ambito d'intervento del presente progetto, considerata l'ubicazione, la storia dell'area interessata e le precedenti attività di scavo eseguite contestualmente alla realizzazione delle opere antropiche si può ritenere in questa fase preliminare accettabile il rischio derivante dalla ipotetica presenza di ordigni bellici perciò si ritiene superflua l'esecuzione preliminare di una bonifica ordigni bellici inesplosi. In ogni caso l'impresa appaltatrice dovrà procedere con cautela ed attenzione e, qualora dovessero affiorare manufatti identificabili come ordigni inesplosi (oppure anche non ben identificabili), gli operatori dovranno sospendere immediatamente i lavori ed avvisare la Direzione Lavori ed il Coordinatore per la Sicurezza in fase di Esecuzione, procedendo successivamente alle necessarie comunicazioni agli enti pubblici preposti.

12. RELAZIONI TECNICHE SPECIALISTICHE DEL PROGETTO

12.1 *Relazione idrologico idraulica*

Le analisi idrauliche svolte per scegliere la soluzione progettuale più adeguata sono contenute all'interno dell'elaborato R.02.00.00 – Relazione Idrologico - Idraulica.

In tale elaborato sono descritti i risultati ottenuti dal modello idrologico – idraulico che vede implementata tutta la rete di collettamento delle acque meteoriche presente nel piazzale dell'aerostazione.

12.2 *Relazione geologica e geotecnica*

I risultati delle indagini geognostiche e della modellazione geologica e geotecnica effettuate sono riportati nell'elaborato R.03.00.00 – Relazione geologica.

13. FASI DI CANTIERE

Al fine di razionalizzare le lavorazioni e per quanto possibile ridurre le interferenze sia tra gli operatori che per le attività esterne al cantiere ma con esso interferenti (in particolare tutte le attività di viabilità aeroportuale) si è ritenuto opportuno organizzare il cantiere secondo una successione di 3 macro-fasi, precedute dalla prima di allestimento del cantiere e seguite dall'ultima di smobilizzo del cantiere.

Il lavoro inizia da valle, pozzetto P10, progredendo verso monte, sino al pozzetto P2.

Ogni fase inizia con il taglio della pavimentazione e si conclude con la stesa del conglomerato bituminoso o almeno con la posa dello strato di fondazione in misto cementato a seconda delle esigenze di operatività dell'aeroporto.

La formazione degli strati in conglomerato bituminoso (base, binder e usura) viene svolta in tre momenti distinti: al termine di ciascuna macro-fase e a valle della fresatura del misto cementato posto in opera fino alla quota del manto stradale in alcuni tratti per consentire il transito dei mezzi e dei passeggeri.

Di seguito verranno descritte le fasi di cantiere.

Fase 1.1 (L=61 m)

- Delimitazione viabilità alternativa all'interno del piazzale aeromobili
- Delimitazione area di cantiere di fase 1.1 e apprestamento baracche
- Taglio pavimentazione lungo il perimetro dello scavo
- Scarifica strato di usura, binder e base e stesa materiale di risulta a bordo scavo
- Scavo di sbancamento della fondazione stradale
- Scavo a sezione ristretta, demolizione manufatti esistenti e blindaggio delle pareti dello scavo
- Spostamento tubazione antincendio interferente longitudinalmente
- Armo e getto soletta di fondazione
- Posa scatolare e manufatti prefabbricati in c.a.
- Rinterro degli scavi
- Posa dei cavidotti, dei pozzetti di ispezione e getto della plotta a 8 cavi e degli stacchi
- Formazione di fondazione stradale in misto cementato

Fase 1.2 (L=50 m)

- Restringimento area di cantiere 1.1, delimitazione area di cantiere di fase 1.2 e apprestamento baracche di cantiere
- Taglio pavimentazione lungo il perimetro dello scavo
- Scarifica strato di usura, binder e base e stesa materiale di risulta a bordo scavo
- Scavo di sbancamento della fondazione stradale
- Scavo a sezione ristretta, demolizione manufatti esistenti e blindaggio delle pareti dello scavo
- Armo e getto soletta di fondazione
- Posa scatolare e manufatti prefabbricati in c.a.
- Rinterro degli scavi
- Posa dei cavidotti, dei pozzetti di ispezione e getto della plotta a 8 cavi e degli stacchi
- Formazione di fondazione stradale in misto cementato

Fase 1.3 (L=63 m)

- Restringimento area di cantiere 1.2, delimitazione area di cantiere di fase 1.3 e apprestamento baracche
- Taglio pavimentazione lungo il perimetro dello scavo
- Scarifica strato di usura, binder e base e stesa materiale di risulta a bordo scavo
- Scavo di sbancamento della fondazione stradale
- Scavo a sezione ristretta, demolizione manufatti esistenti e blindaggio delle pareti dello scavo
- Spostamento tubazione antincendio interferente longitudinalmente
- Armo e getto soletta di fondazione
- Posa scatolare e manufatti prefabbricati in c.a.
- Rinterro degli scavi
- Posa dei cavidotti, dei pozzetti di ispezione e getto della plotta a 8 cavi e degli stacchi
- Formazione di fondazione stradale in misto cementato
- Formazione di strato unico di conglomerato bituminoso per tutte le fasi 1.1, 1.2 e 1.3
- Rifacimento segnaletica orizzontale

Fase 2 (L=98 m)

- Rimozione area di cantiere di macrofase 1, delimitazione cantiere 2 e apprestamento baracche
- Delimitazione viabilità alternativa all'interno del piazzale aeromobili
- Taglio pavimentazione lungo il perimetro dello scavo
- Scarifica strato di usura, binder e base e stesa materiale di risulta a bordo scavo
- Scavo di sbancamento della fondazione stradale
- Scavo a sezione ristretta, demolizione manufatti esistenti e blindaggio delle pareti dello scavo
- Armo e getto soletta di fondazione
- Posa scatolare e manufatti prefabbricati in c.a.
- Rinterro degli scavi
- Posa dei cavidotti, dei pozzetti di ispezione e getto della plotta a 8 cavi e degli stacchi
- Formazione di fondazione stradale in misto cementato
- Formazione di strato unico di conglomerato bituminoso
- Rifacimento segnaletica orizzontale

Fase 3 (L=89 m) 529 h

- Rimozione area di cantiere di fase 2, delimitazione cantiere 3 e apprestamento baracche
- Delimitazione viabilità alternativa all'interno del piazzale aeromobili
- Taglio pavimentazione lungo il perimetro dello scavo
- Scarifica strato di usura, binder e base e stesa materiale di risulta a bordo scavo
- Scavo di sbancamento della fondazione stradale
- Scavo a sezione ristretta, demolizione manufatti esistenti e blindaggio delle pareti dello scavo
- Armo e getto soletta di fondazione
- Posa scatolare e manufatti prefabbricati in c.a.
- Rinterro degli scavi
- Posa dei cavidotti, dei pozzetti di ispezione e getto della plotta a 8 cavi e degli stacchi
- Formazione di fondazione stradale in misto cementato
- Formazione di strato unico di conglomerato bituminoso
- Rifacimento segnaletica orizzontale
- Rimozione totale area di cantiere

13.1 Opere provvisorie per garantire la continuità idraulica

Durante la progettazione è stata posta particolare attenzione alla pianificazione delle fasi di lavoro soprattutto per quanto riguarda il mantenimento della continuità idraulica e quindi della funzionalità dello smaltimento delle acque meteoriche anche durante le fasi di lavorazione.

In considerazione del fatto che le lavorazioni sono previste h24 e 7 giorni su 7 è evidente che il cantiere risulta costantemente presidiato e ciò a prevenzione di eventuali rischi connessi al maltempo. In ogni caso la continuità idraulica, qualora siano preannunciate delle precipitazioni e quindi il cantiere sia sospeso, sarà garantita mediante l'installazione di un'opera provvisoria (elaborato PE SI 04 01 Cantierizzazione: fasi di cantiere e opere provvisorie per la continuità idraulica) rappresentata da una condotta PPHN 600 che innestata nella condotta esistente in C.A. riesca a convogliare le acque di pioggia entro lo scatolare 200x200. Dovranno altresì essere posizionati in testa all'ultimo concio di scatolare posato dei sacchetti in sabbia sovrapposti ad evitare che l'acqua invasata nel sistema di collettamento di valle possa allagare lo scavo.

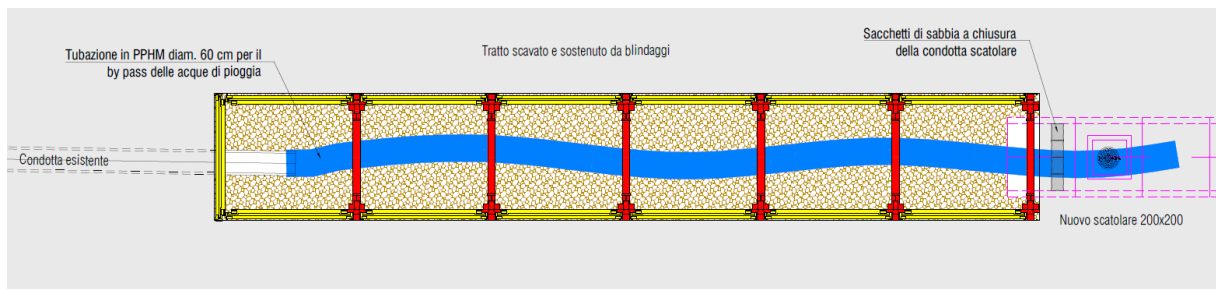


Figura 13.1 Opera provvisoria per garantire la continuità idraulica durante le fasi di lavoro.

Si è inoltre considerato come elemento di input determinante e vincolante, l'esigenza manifestata dalla S.A. riguardante in particolare la possibilità di sospendere l'operatività di un numero massimo di stand pari a quattro.

Tali elementi hanno portato a suddividere l'intervento in tre macro-fasi. La prima, a sua volta costituita da tre sotto-fasi, nella quale vengono inibite le piazzole dalla n. 44 alla n. 47, la seconda e la terza, ciascuna costituita da una sola sotto-fase, nelle quali vengono rispettivamente inibite le piazzole dalla n. 41 alla n. 44 e dalla n. 23 alla n. 42.

14. PIANO DI GESTIONE DELLE MATERIE

La pianificazione di sviluppo dell'aeroporto Valerio Catullo di Verona Villafranca è contenuta all'interno del Master Plan Aeroportuale ultimato nel novembre 2015 e successivamente sottoposto alla procedura di VIA conclusasi con esito positivo subordinatamente al rispetto di alcune prescrizioni.

In particolare per rispondere alla prescrizione Sezione A punto 6 del D.M. n. 191 del 27/07/2017 - nel quale il MATTM, di concerto con il Ministero dei Beni e delle Attività Culturali (MiBACT), ha espresso giudizio positivo di compatibilità ambientale (subordinatamente al rispetto di alcune prescrizioni) - nonché per rispondere al parere della Regione Veneto al punto 9 del documento n. 218398 del 5/06/2017, è stato redatto:

- il *Piano di Utilizzo Programmatico* degli interventi previsti dal Masterplan 2015-2030 dell'Aeroporto "Valerio Catullo". I diversi interventi pianificati, avendo fasizzazioni realizzative differenti e non presentando così lo stesso livello di approfondimento, hanno richiesto anzitutto la redazione di un documento generale in grado di poter fornire la visione unitaria degli aspetti progettuali rimandando poi, per gli aspetti di dettaglio, a dei Piani di Utilizzo detti "attuativi".
- il *Piano di Utilizzo Attuativo* relativo alla prima fase di attuazione del Masterplan ovvero al primo blocco di interventi che si intendono realizzare. Esso indica i quantitativi di terre che si originano dalle lavorazioni previste ed i siti di utilizzo dove tali terre saranno reimpiegate descrivendo anche i depositi intermedi e tutte le modalità di gestione delle terre sia in fase di produzione che in fase di trasporto.

Oggi, tale documentazione, risulta in procedura di verifica di ottemperanza come da nota ENAC Prot. 13/04/2018 – 0039122-P.

L'intervento di cui al presente progetto rientra all'interno del "primo blocco" di interventi ed è così trattato all'interno del documento denominato "Piano di utilizzo Attuativo – Fase 1" ed in particolare al paragrafo 4.5.3, *Intervento NI_2 – Acque Meteo*.

L'intervento in progetto, come meglio desumibile dagli elaborati grafici ed economici, insiste nella viabilità air-side che si sviluppa fronte terminal. Il volume di terreno in esubero è stato determinato in 3'010 m³.

Lo studio di caratterizzazione delle terre, effettuato a corredo del richiamato Piano di Utilizzo, ha effettuato due sondaggi, come indicato nella successiva Figura 14.1.

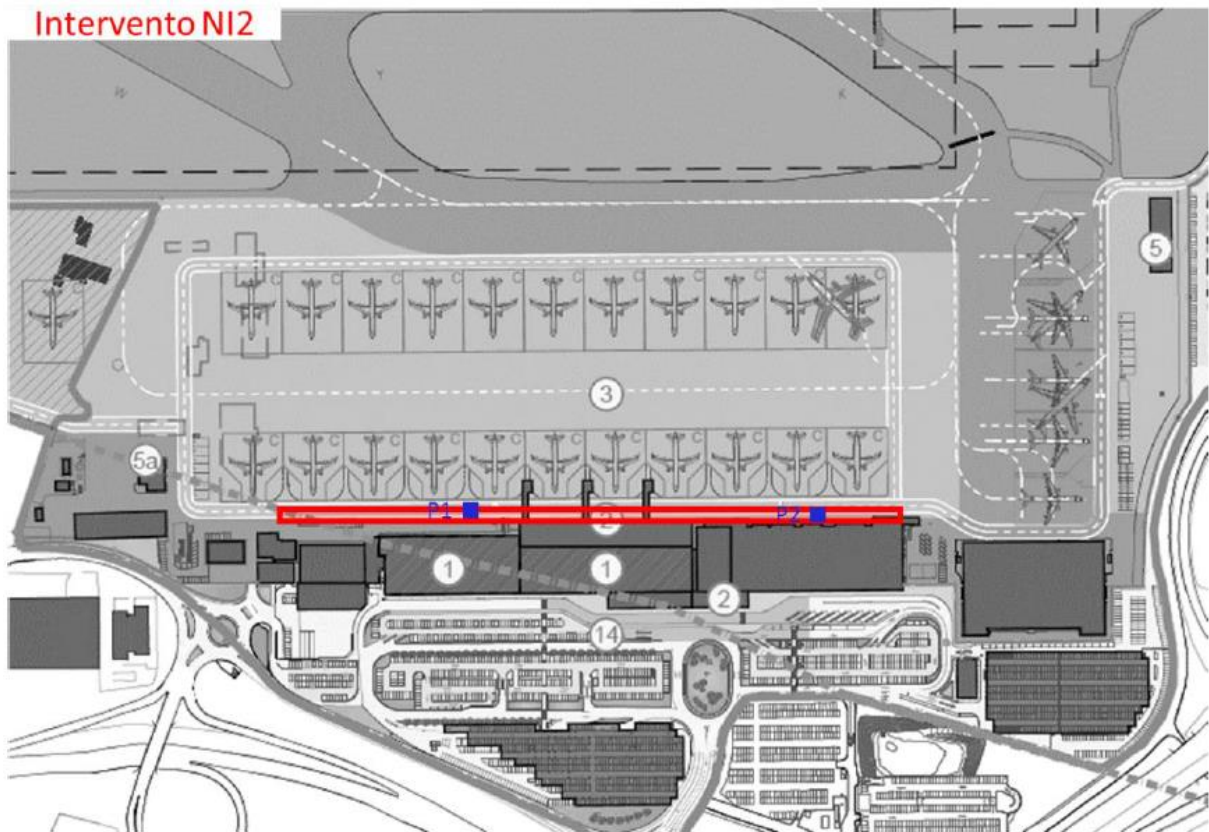


Figura 14.1 Ubicazione dei punti di campionamento eseguiti nell'ambito dello studio di caratterizzazione delle terre effettuato a corredo del Piano di Utilizzo – Intervento NI2.

Ciascun campione, prelevato secondo la metodica descritta all'allegato 2 del DPR 120/17, è stato sottoposto ad analisi chimiche di laboratorio, come richiesto all'Allegato 4 del sopracitato DPR, con la finalità di determinare la qualità dei terreni sui quali sono previste attività di scavo.

Le analisi chimiche condotte in laboratorio, hanno confermato il pieno rispetto dei limiti fissati dal D.Lgs. 3 aprile 2006, n°152 - Allegato 5, Titolo V, Parte IV: Tabella A - Siti ad uso Verde pubblico, privato e residenziale.

Il terreno in esubero sarà conferito nel sito di deposito intermedio individuato nell'ambito del più volte richiamato Piano di Utilizzo redatto a corredo del Piano di Sviluppo Aeroportuale ed in particolare si dovrà far riferimento ad uno dei due siti interni al perimetro air-side e rappresentati alla successiva Figura 14.2.

L'area occupata dal deposito temporaneo Di_1 è pari a circa 7.800 m² ed il volume di stoccaggio previsto in tale area risulta pari a circa 17.550 m³.

L'altra area adibita a deposito intermedio Di_2 ha una superficie pari a 8.535 m² ed un volume previsto di stoccaggio terre pari a circa 19.630 m³.

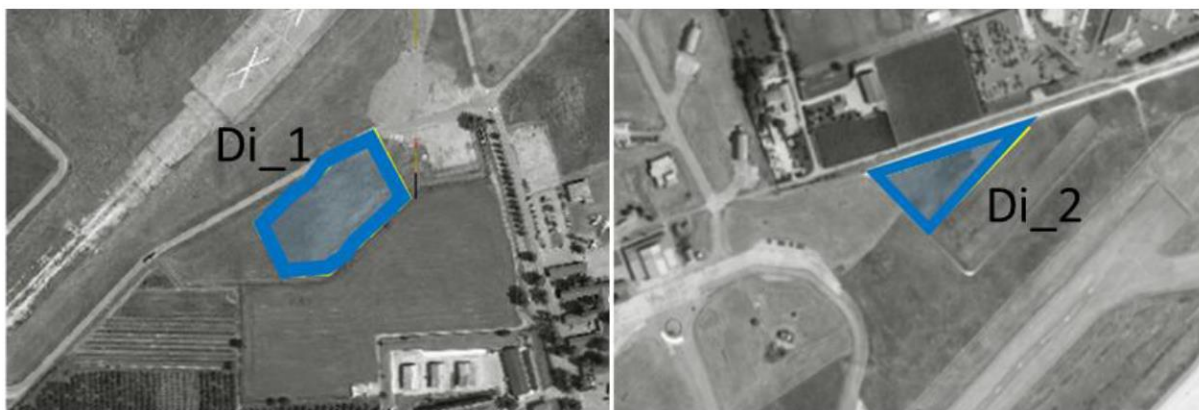


Figura 14.2 Individuazione dei siti di deposito intermedi.

15. CRONOPROGRAMMA

La durata prevista dei lavori è di 90 giorni naturali consecutivi.

Le fasi di lavorazione avranno la durata indicativa riportata nel seguente specchietto riassuntivo:

FASE	DURATA
FASE 1.1	411 h (circa 17 giorni)
FASE 1.2	339 h (circa 14 giorni)
FASE 1.3	383 h (circa 16 giorni)
FASE 2	498 h (circa 21 giorni)
FASE 3	529 h (circa 22 giorni)

Per maggiori dettagli sul cronoprogramma di progetto si rimanda alla tavola di progetto “*PE SI 03 00 00 Cronoprogramma*”.

16. QUADRO ECONOMICO

AEROPORTO "VALERIO CATULLO DI VERONA VILLAFRANCA		
Realizzazione della nuova dorsale di collettamento delle acque meteoriche del piazzale di sosta aeromobili dell'aeroporto Valerio Catullo di Verona Intervento fronte terminal MP.01		
PROGETTO ESECUTIVO		
<u>QUADRO ECONOMICO GENERALE</u>		
A 1 - LAVORI A BASE D'ASTA		
a.1.1	OPERE CIVILI	€ 817'340.90
	TOTALE LAVORI	€ 817'340.90
A 2 - ONERI DELLA SICUREZZA (non soggetti a ribasso)		
a.2.1	ONERI SPECIALI NON COMPRESI NEI PREZZI	€ 32'689.08
	TOTALE ONERI SICUREZZA	€ 32'689.08
A1+A2	TOTALE LAVORI + SICUREZZA	€ 850'029.98
B - SOMME A DISPOSIZIONE DELL'AMMINISTRAZIONE		
b.1	Lavori in economia, previsti in progetto ed esclusi dall'appalto (segnaletica provvisoria e apprestamenti di protezione per i passeggeri)	€ 20'000.00
b.2.1	Rilievi, accertamenti ed indagini, assistenza archeologica	€ 5'000.00
b.3	Allacciamenti/spostamenti pubblici servizi	€ 25'000.00
b.4	Imprevisti e arrotondamento	€ 42'440.85
b.5	Acquisizione aree o immobili e pertinenti indennizzi	€ 0.00
b.6	Accantonamento per variazioni di prezzo in aumento di cui all'art. 106 comma 1.a) del d.lgs.50/2016 (0,5% del totale lavori)	€ 0.00
b.7.1	Spese tecniche per progettazione, direzione lavori, coordinamento sicurezza	€ 108'530.16
b.7.2	Accantonamento di cui all'art. 24 comma 4 e art. 113 commi 2,3 e 4 del d.lgs.50/2016	€ 2'000.00
b.8	Spese per attività tecnico amministrative connesse alla progettazione e di supporto al RUP	€ 22'026.88
b.9	Eventuali spese per commissioni giudicatrici	€ 0.00
b.10	Spese per pubblicità	€ 0.00
b.11.1	Spese per accertamenti di laboratorio e verifiche tecniche previste dal capitolato speciale di appalto, collaudo statico ed altri eventuali collaudi specialistici	4'000.00
b.11.2	Diritti ENAC sulla sorveglianza della realizzazione delle opere aeroportuali (Approvazione progetto)	7'572.13
	TOTALE SOMME A DISPOSIZIONE	€ 236'570.02
A1+A2+B	TOTALE COMPLESSIVO	€ 1'086'600.00
C	IVA (22%) esente DPR 633/72	€ 0.00
A1+A2+B+C	TOTALE COMPLESSIVO	€ 1'086'600.00

17. ALLEGATO: RELAZIONI DI CALCOLO ELEMENTI PREFABBRICATI

Impresa:

Lavoro: REALIZZAZIONE DELLA NUOVA DORSALE DI COLLETTAMENTO DELLE ACQUE METEORICHE DEL PIAZZALE DI SOSTA AEROMOBILI DELL'AEROPORTO VALERIO CATULLO DI VERONA – INTERVENTO FRONTE TERMINAL MP01

Cantiere: AEROPORTO DI VERONA VALERIO CATULLO

Quantità:

Oggetto:

- ELEMENTI SCATOLARI PREFABBRICATI IN C.A. 200 x 200 x 200 x 18 cm;
- Rinterro H = 80 cm;
- Carichi da aeromobili (Airbus A380)
- Analisi sismica

RELAZIONE TECNICA ILLUSTRATIVA E DI CALCOLO



31030 Colfosco di Susegana / TV
Via 18 Giugno, 219 - susegana@canzian.it
Tel. +39 0438 482023 - Fax +39 0438 482005



31025 Santa Lucia di Piave / TV
Via del Capitello, 2 - marmi@canzian.it
Tel. +39 0438 63226 - Fax +39 0438 60674



31025 Santa Lucia di Piave / TV
Via Asilo, 1 - marmi@canzian.it
Tel. +39 0438 701541 - Fax +39 0438 60674



32013 Longarone / BL
Z.I. Villanova, 23 - longarone@canzian.it
Tel. / Fax +39 0437 770350

INDICE

1. PREMESSA.....	3
2. METODO COSTRUTTIVO E PROCEDIMENTO PER L'ESECUZIONE.....	3
3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI.....	4
4. NATURA DEL TERRENO	5
5. POSA IN OPERA.....	5
6. CRITERI DI CALCOLO E DI VERIFICA.....	6
7. NORMATIVA	6
8. ANALISI STATICA E VERIFICHE AGLI STATI LIMITE.....	7
9. ANALISI DEI CARICHI	8
10. COMBINAZIONI DI CARICO.....	11
11. VERIFICHE PER LA PROGETTAZIONE DI ELEMENTI SCATOLARI	12
12. PRESSIONE MASSIMA TRASMessa AL SUOLO	20
13. VERIFICA D'ACCETTABILITA' DEI RISULTATI	21
ALLEGATO A: TABULATI SCATOLARE PREFABBRICATO IN C.A.	22
DEFORMATA.....	31
DIAGRAMMI DI INVILUPPO (SLU) DELLE SOLLECITAZIONI FLETTENTI.....	32
ALLEGATO B: TABULATI ELEMENTO IN CURVA PER SCATOLARI IN C.A.....	33
DEFORMATA.....	37
DIAGRAMMI DI INVILUPPO (SLU) DELLE SOLLECITAZIONI FLETTENTI.....	38
DISEGNI ESECUTIVI.....	39

1. PREMESSA

La relazione ha per oggetto il calcolo e la verifica di un tubo rettangolare prefabbricato in calcestruzzo armato e di un elemento in curva per la connessione di tubi rettangolari prefabbricati in calcestruzzo armato, prodotti da Canzian Fratelli S.r.l. di Colfosco di Susegana (TV) impiegati per il cantiere in oggetto. La forma è quella di un parallelepipedo avente le seguenti dimensioni utili interne in centimetri:

	corrente	curva
Base	200	200
Altezza	200	200
Lunghezza	200	var.
Spessore	18	18

La posa è prevista sotto le vie di transito degli aeromobili (Airbus A380) e i manufatti sono sottoposti all'azione di carichi mobili aeroportuali, con ricoprimento di terreno pari a:

$$H = 80 \text{ cm.}$$

E' previsto l'innesto di un pozzetto 100x100 cm sulla soletta di copertura del manufatto, con interposte due putrelle in acciaio che trasferiscono il carico alle pareti del manufatto.

E' prevista la realizzazione di una fondazione in c.a. in opera.

Tutti i dati relativi alle ipotesi di progetto (analisi dei carichi, natura del terreno, etc.) devono essere verificati e approvati dall'impresa.

2. METODO COSTRUTTIVO E PROCEDIMENTO PER L'ESECUZIONE

I manufatti vengono prodotti con processo di fabbricazione automatico, con vibrocompressione ad alimentazione ponderata.

Il ciclo consiste nel riempire di calcestruzzo la cassaforma metallica, specificatamente sagomata per la formazione del manufatto con i relativi giunti; durante la produzione, al fine di ottenere un prodotto finale qualitativamente omogeneo, l'entità della vibrocompressione è controllata da dispositivi idraulici ed elettronici che garantiscono una compattazione omogenea della miscela lungo tutte le pareti del manufatto.

Dopo la formazione del manufatto, una adeguata apparecchiatura provvede al trasporto e alla sformatura in zona di stoccaggio, all'interno dello stabilimento.

Miscela di calcestruzzo (secondo UNI EN 206)

Il calcestruzzo viene prodotto nel cantiere di prefabbricazione con proprio impianto di betonaggio.

Le quantità dei componenti l'impasto sono predeterminate rilevando automaticamente i valori dei volumi e dei pesi, inoltre viene sistematicamente verificato il rapporto a/c, tenendo conto dell'umidità degli inerti.



Calcestruzzo

- classe di resistenza a compressione \Rightarrow C40/50;
- resistenza cubica caratteristica \Rightarrow $R_{ck} \geq 50 \text{ N/mm}^2$.

Acciaio

Rete elettrosaldata e barre sagomate in acciaio trafilato del tipo B450C.

Le reti elettrosaldate e le barre sagomate sono controllate in stabilimento dal produttore e dal prefabbricatore, secondo quanto stabilito dalla normativa vigente:

- resistenza a rottura $\Rightarrow f_{tk} \geq 540 \text{ N/mm}^2$;
- resistenza a snervamento $\Rightarrow f_{yk} \geq 450 \text{ N/mm}^2$;
- allungamento $\Rightarrow (A_{gt})_k \geq 7.5\%$;
- copriferro $\Rightarrow c = 3 \text{ cm}$.

Tipologia giunto Giunto a mezzo spessore.

Acciaio per carpenteria

- resistenza a rottura $\Rightarrow f_{tk} \geq 235 \text{ N/mm}^2$;
- resistenza a snervamento $\Rightarrow f_{yk} \geq 360 \text{ N/mm}^2$.

3. CARATTERISTICHE DEI MATERIALI IMPIEGATI

Valori caratteristici della resistenza:

$$\begin{aligned} f_{ck} &= 0.83 \cdot R_{ck} = 41.5 \text{ N/mm}^2 && \text{: resistenza cilindrica a compressione del cls;} \\ f_{yk} &= 450 \text{ N/mm}^2 && \text{: tensione di snervamento dell'acciaio.} \end{aligned}$$

Coefficienti di sicurezza parziali:

acciaio: $\gamma_s = 1.15$;

acciaio per carpenteria: $\gamma_s = 1.05$;

calcestruzzo: $\gamma_c = 1.4$ (come da D.M. 17.01.18 - 4.1.2.1.1.1 ultimo capoverso, per produzioni continuative di elementi soggetti a controllo continuativo del calcestruzzo, con coefficiente di variazione della resistenza non superiore al 10%).

Limitazioni sulle tensioni per gli Stati Limite d'Esercizio:

tensioni di compressione nel cls:

- combinazione di carico: $0.60 \cdot f_{ck} = 24.9 \text{ N/mm}^2$;
- combinazione di carico quasi permanente: $0.45 \cdot f_{ck} = 18.68 \text{ N/mm}^2$;

tensioni di trazione nell'acciaio: armature ordinarie: $0.80 \cdot f_{yk} = 360 \text{ N/mm}^2$.



Condizioni ambientali

I limiti di apertura delle fessure sono indicati in Tabella 1 (D.M. 17.01.18 – 4.1.2.2.4.4. – Tabella 4.1.IV):

Condizione Ambientale	Combinazione di azioni	Armatura poco sensibile w_k
Aggressivo	frequente	$\leq w_2 =$ 0.3 mm
	quasi permanente	$\leq w_1 =$ 0.2 mm

Tabella 1 – Valori limite di fessurazione

I valori di fessurazione risultanti dall'analisi con SISMICAD (vedi ALLEGATO) consentono di classificare i manufatti come idonei all'uso in ambienti aggressivi.

4. NATURA DEL TERRENO

Si è considerato un terreno avente le caratteristiche riportate nella relazione geologica redatta da Ingenio s.r.l. in data 07/04/2016:

- angolo di attrito interno $\Rightarrow \phi = 25^\circ$ (0 – 1.5 m);
- angolo di attrito interno $\Rightarrow \phi = 36^\circ$ (1.5 – 5 m);
- peso specifico $\Rightarrow \gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$.

Falda non interferente con il manufatto.

Ai fini della verifica sismica si è considerato un suolo di tipo B.

5. POSA IN OPERA

La normativa UNI-EN 14484 ai punti C.3, C.4 e C.5 fornisce raccomandazioni in merito all'installazione degli scatolari che vengono schematizzate in Tabella 2.

ACCORGIMENTI PER UNA CORRETTA INSTALLAZIONE	
MOVIMENTAZIONE E STOCCAGGIO	\Rightarrow Utilizzare mezzi idonei tali da garantire stabilità a movimentazione e ribaltamento tenute presenti eventuali azioni esterne meccaniche e/o agenti atmosferici.
SPESSORE DEL LETTO DI POSA	\Rightarrow E' prevista la realizzazione di una fondazione in c.a. in opera. \Rightarrow Interporre tra la fondazione e lo scatolare uno strato di materiale fine, per consentire il livellamento ed evitare il contatto diretto tra le superfici di calcestruzzo. La pendenza specificata e l'allineamento dovrebbero essere realizzati in corrispondenza del letto di posa.



POSA	<ul style="list-style-type: none">⇒ Posare la condotta dalla fine della pendenza.⇒ Ispezionare elementi per verificarne pulizia ed integrità.⇒ Calare l'elemento scatolare delicatamente sulla base preparata allineando il maschio con la femmina dell'elemento già posato.⇒ Eliminare accumuli di acqua nello scavo.
FORMAZIONE LIVELLETTE	<ul style="list-style-type: none">⇒ Utilizzare apparecchiatura di alta precisione
GIUNZIONE TRA ELEMENTI	<ul style="list-style-type: none">⇒ Utilizzare apparecchiatura idraulica o manuale tipo TIR-FOR
RINTERRO	<ul style="list-style-type: none">⇒ Iniziare rinterro il più presto possibile dopo la posa dello scatolare.⇒ Preferibile realizzare il rinterro iniziale sopra l'elemento scatolare in strati da 200 mm di materiale granulare.⇒ Non usare materiali congelati od organici per il rinterro.

Tabella 2 – Accorgimenti per una corretta installazione

Per quanto non riportato in tabella si consulti la scheda tecnica del manufatto.

6. CRITERI DI CALCOLO E DI VERIFICA

I carichi applicati sono quelli desunti dalla normativa vigente combinati nel modo più sfavorevole.

Le verifiche di resistenza sono state eseguite nelle sezioni maggiormente sollecitate, tenuto conto del D.M. 17/01/2018 secondo il criterio degli Stati Limite.

7. NORMATIVA

Per l'analisi statica e la procedura di verifica si è fatto specifico riferimento alla normativa italiana vigente ed in particolare si sono osservate le prescrizioni contenute in:

D.M. 17/01/2018	Norme tecniche per le costruzioni (TESTO UNICO).
CIRCOLARE n. 617 del 02/02/2009	Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al decreto ministeriale 14/01/2008".
UNI EN 14844	Prodotti prefabbricati di calcestruzzo (ELEMENTI SCATOLARI).
UNI EN 206 - 2016	Calcestruzzo - Specificazione, prestazione, produzione e conformità.
UNI EN 13669	Regole comuni per prodotti prefabbricati di calcestruzzo.

8. ANALISI STATICA E VERIFICHE AGLI STATI LIMITE

Schema di calcolo e modellazione della struttura scatolare

Ogni struttura è stata schematizzata con un modello tridimensionale, utilizzando elementi *shell* per le solette di fondazione e copertura e per le pareti del tubo; il suolo, non reagente a trazione, è equiparato ad un letto di molle con costante elastica di *Winkler* pari a 3 daN/cm³. Per poter modellare la non linearità del terreno (annullamento delle reazioni di *Winkler* per spostamenti della fondazione e delle pareti che comportino il distacco tra terreno e struttura) la dimensione massima ottimale della *mesh* è inferiore allo spessore del manufatto. L'analisi strutturale è condotta col metodo degli elementi finiti. I nodi sono definiti dalle tre coordinate cartesiane in un sistema di riferimento generale. Le incognite del problema sono le componenti di spostamento dei nodi (3 per ogni nodo) riferite al sistema di riferimento generale. Gli spostamenti incogniti sono ottenuti risolvendo un sistema di equazioni algebriche lineari i cui termini noti sono costituiti dalle forze di incastro perfetto concentrate nei nodi:

$$K \cdot u = F;$$

essendo:

K = matrice di rigidezza della struttura;

u = vettore spostamenti nodali;

F = vettore forze nodali.

Ottenuti gli spostamenti sono valutate le sollecitazioni nei singoli elementi riferite alla terna locale dell'elemento stesso.

Semiprogetto e verifica delle sezioni

Le verifiche agli SLU a flessione e presso-tenso flessione sono effettuate sulla base del legame costitutivo parabola-rettangolo del calcestruzzo ed elastico-perfettamente plastico con deformazione ultima pari a quella massima di progetto ϵ_{ud} . La verifica a taglio prevede un primo controllo della resistenza in assenza di armature a taglio effettuato con la formula (4.1.23) di cui al § 4.1.2.3.5.1 del D.M. 17/01/2018; se tale controllo non dà esito positivo l'intero taglio è fatto assorbire da barre piegate a 45°.

Le verifiche delle sollecitazioni relative agli SLE vengono effettuate utilizzando i diagrammi lineari per calcestruzzo ed acciaio con coefficiente di omogeneizzazione paria 15. La verifica dell'ampiezza media delle fessure utilizza la procedura indicata nel § 4.1.2.2.4.5 del D.M. 17/01/2018.

Origine e caratteristiche del codice di calcolo

Il codice di calcolo SISMICAD impiegato dal programma è stato interamente sviluppato dalla Concrete S.r.l. di Padova anche sulla base di algoritmi di comprovata affidabilità riportati in letteratura internazionale. La documentazione allegata al programma contiene una dettagliata esposizione delle basi teoriche dei suddetti algoritmi oltre a casi di prova e di validazione risolti e commentati.

SISMICAD è sostanzialmente diviso in tre moduli: un pre-processore che consente l'introduzione della geometria e dei carichi e crea il file dati di input al solutore; il solutore ad elementi finiti; un post-processore che, a soluzione avvenuta, elabora i risultati eseguendo le verifiche delle membrature e producendo i tabulati di input e output (contenuti in ALLEGATO). I tabulati comprendono le combinazioni di carico e le verifiche agli stati limite di esercizio e ultimi.



Affidabilità del codice utilizzato

Un attento esame preliminare della documentazione a corredo del software ha consentito di valutarne l'affidabilità e soprattutto l'idoneità al caso specifico. La documentazione, fornita dal produttore e distributore del software, contiene una esauriente descrizione delle basi teoriche e degli algoritmi impiegati, l'individuazione dei campi d'impiego, nonché casi prova interamente risolti e commentati, corredati dei file di input necessari a riprodurre l'elaborazione.

Versione e licenza d'uso del codice

Versione del programma utilizzata per il presente calcolo: 12.12;
Estremi della licenza d'uso: SW-4398618.

9. ANALISI DEI CARICHI

PESO PROPRIO

Il peso di ciascuna asta del telaio viene calcolato automaticamente dal codice di calcolo in base alle caratteristiche della sezione e del materiale utilizzato:

$$w = \gamma_c \cdot s \cdot 1 \text{ (kN/m)} = 25 \cdot 0.18 \cdot 1 = 4.50 \text{ kN/m;}$$

essendo s lo spessore della sezione considerata in metri.

PESO DEL RINTERRO

Sulla soletta superiore dei manufatti agisce il peso del terreno sovrastante e del getto di livellamento:

$$p_{t,v,H} = \gamma_t \cdot H \cdot 1 \text{ (kN/m)} \Rightarrow p_{t,v,80} = 20 \cdot 0.8 + 24 \cdot 0.2 = 20.8 \text{ kN/m.}$$

SPINTA DEL TERRENO

Sulle pareti laterali dei manufatti, la spinta orizzontale del terreno varia con la profondità y secondo la formula:

$$s_{t,o,y} = K_0 \cdot \gamma_t \cdot y \cdot 1 \text{ (kN/m)} = 20 \cdot 0.58 = 11.6 \cdot y \text{ kN/m (0 - 1.5 m);}$$

$$s_{t,o,y} = K_0 \cdot \gamma_t \cdot y \cdot 1 \text{ (kN/m)} = 20 \cdot 0.412 = 8.2 \cdot y \text{ kN/m (1.5 - 5 m);}$$

essendo: $K_0 = (1 - \sin \phi) = 0.58$ coefficiente di spinta a riposo per profondità comprese tra 0 e 1.5 m dal p.d.c.

$K_0 = (1 - \sin \phi) = 0.412$ coefficiente di spinta a riposo per profondità comprese tra 1.5 e 5 m dal p.d.c.

SOVRACCARICO MOBILE

Per le azioni variabili da aeromobile si è assunto lo schema riportato in fig. 1, relativo a un aeromobile Airbus A380. La geometria e la disposizione dei carichi è la seguente:



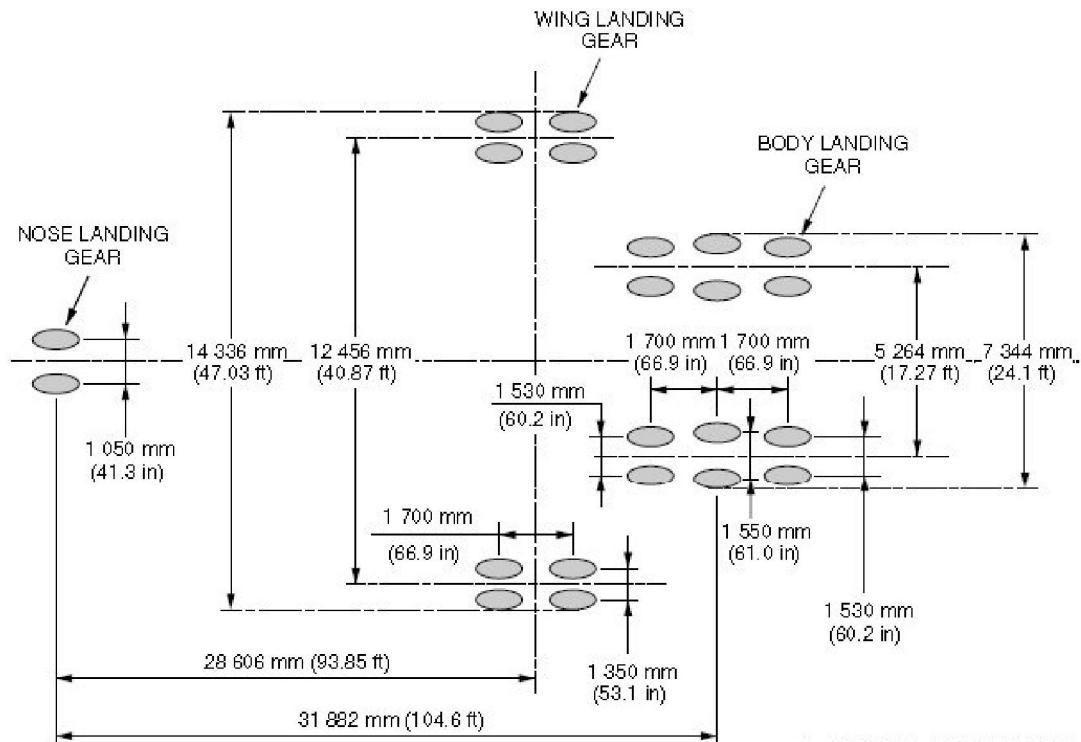


Figura 1 – Schema di carico per Airbus A380

Ciascun elemento prefabbricato si può considerare staticamente indipendente rispetto agli elementi adiacenti. L'impronta di carico massima su singola ruota è pari a 240 kN, si diffonde nel terreno con un angolo di 45° rispetto all'asse verticale, e si distribuisce fino alla linea media della soletta di copertura su aree di diversa estensione in funzione della profondità considerata nonché dello spessore del manufatto in oggetto.

Chiamato $Q_{s,v,h}$ il carico verticale alla profondità h indotto dalla singola impronta, si ha:

$Q_{v,80} = (2 \cdot 240 \text{ kN}) / (2.28 \cdot 2.28) = 92.3 \text{ kN/m}^2 \rightarrow$ data l'entità del rinterro si hanno condizioni tali da determinare una parziale sovrapposizione di 2 impronte di carico mobile agenti sulla pavimentazione. Si è quindi considerata una condizione di pressione uniforme su tutta la soletta superiore.

AZIONE LONGITUDINALE DI FRENAMENTO O DI ACCELERAZIONE

Le azioni longitudinali di frenamento o di accelerazione sono trascurate. Si assume quanto riportato nell'APPENDICE A.4 della norma armonizzata UNI EN 14844-2009 "Prodotti prefabbricati di calcestruzzo – Elementi scatolari" dove è riportato: "Si può considerare che ogni carico orizzontale dovuto al traffico di superficie può senza pericolo essere assorbito dalla massicciata stradale o altre superfici, senza che abbia effetto sugli elementi scatolari".

INCREMENTO DELLA SPINTA LATERALE PER SOVRACCARICO MOBILE

Il sovraccarico mobile dà luogo ad una spinta orizzontale sulle pareti laterali costante e dipendente dallo spessore del rinterro. La spinta viene calcolata ad una profondità media pari a metà altezza del tubo, e considerata uniformemente distribuita su tutta l'altezza:

- per $H = 80$ cm si considera la spinta agente su entrambe le pareti. La profondità di calcolo è in questo caso pari ad $H^* = 198$ cm con la sovrapposizione di tutte le impronte di carico:

$$s_{q,0,h} = K_0 \cdot q_{v,H^*} \text{ (kN/m)} \Rightarrow s_{q,0,198} = 0.412 \cdot 72.4 = 29.8 \text{ kN/m}^2;$$

$$\text{dove: } q_{v,H^*} = (6 \cdot 240) / (0.5 + 2 \cdot 1.98)^2 = 72.4 \text{ kN/m}^2.$$

PESO E SPINTA DELL'ACQUA INTERNA

In presenza di un battente interno d'acqua al livello dell'intradosso della soletta superiore si ha una spinta idrostatica costante gravante sulla soletta inferiore e una variabile sulle pareti laterali interne.

$$q_{H20,inf} = \gamma_{H20} \cdot h_{H20,int} = 10 \cdot 2.00 = 20 \text{ kN/m}^2;$$

la spinta orizzontale dell'acqua varia con l'altezza y secondo la relazione: $q_{H20, parete} = \gamma_{H20} \cdot h = 10 \cdot y$ (kN/m).

ANALISI SISMICA

Le azioni sismiche sono calcolate in accordo con il D.M. 17.01.18 - § 7.11.6.2.1 riguardante il progetto sismico di opere di sostegno dei terreni. Si considera il cuneo di terreno, ipotizzato in condizioni di "riposo", che insiste sull'altezza dello scatolare corretto in base ai coefficienti di amplificazione. Le pressioni sismiche esercitate dal terreno sulle pareti (in aggiunta a quelle statiche) sono calcolate sulla base del coefficiente sismico orizzontale k_h . Il diagramma di tali pressioni è considerato uniforme e di intensità costante pari a:

$$q = k_h \cdot \gamma_t \cdot H;$$

essendo:

- $k_h = \beta_m \cdot \frac{a_{max}}{g} = \beta_m \cdot \frac{S_T \cdot S_S \cdot a_g}{g} = 0.292$ il coefficiente sismico orizzontale;
- $a_g/g = 0.253$ relativamente alla combinazione SLV con riferimento al valore più elevato di accelerazione al suolo riscontrabile in sito (Villafranca di Verona (VR)), classe d'uso IV e vita utile pari a 100 anni;
- $S_S = 1.154$ effetto d'amplificazione stratigrafica (suolo di tipo B) riferito ai contesti geografici anzidetti;
- $S_T = 1$ effetto d'amplificazione topografica (D.M. 17.01.18 tab. 3.2.V);
- $\beta_m = 1$ poiché il manufatto è una struttura scatolare interrata non in grado di subire spostamenti relativi rispetto al terreno (D.M. 17.01.18 § 7.11.6.2.1);
- $\gamma_t = 20 \text{ kN/m}^3$ peso specifico del terreno;
- $H = 2.18$ m l'altezza utile dello scatolare.

Tali pressioni sono assunte agenti nella stessa direzione rispettivamente per sisma +X (SISMA SX) e -X (SISMA DX) per entrambe le pareti:

$$q = k_h \cdot \gamma_t \cdot h = 0.292 \cdot 20 \cdot 2.18 = 12.73 \text{ kN/m}^2.$$

COEFFICIENTI D'AMPLIFICAZIONE DEI CARICHI

I coefficienti amplificativi utilizzano le combinazioni riassunte in Tabella 3:

Stato limite di resistenza della struttura (Combinazioni A1 come da DM 17/01/2018 Tab 2.6.I)	
Permanenti strutturali	1.3
Permanenti non strutturali	1.5
Variabili	1.5
Variabili (Acqua interna)	1 (Favorevole)
Azioni Sismiche (DM 17/01/2018 2.5.3)	
Combinazione di carico	$F = G1+G2+E+ \Psi_2Q$
Ψ_2	0.2
Stato Limite Pressione sul Terreno (Combinazioni A2 come da DM 17/01/2018 Tab 2.6.I)	
Permanenti strutturali (Terreno, Peso Proprio)	1.00
Variabili (Q, Distribuiti)	1.3
Variabili (Acqua interna)	1.3
Stati Limite di Esercizio (DM 17/01/2018 par. 2.5.3 con i coefficienti in Tab 2.5.I)	

Tabella 3 – Coefficienti d'amplificazione dei carichi come da D.M. 17/01/2018 § 2.6.1 Tab. 2.6.I

essendo:

G1 peso proprio di tutti gli elementi strutturali;

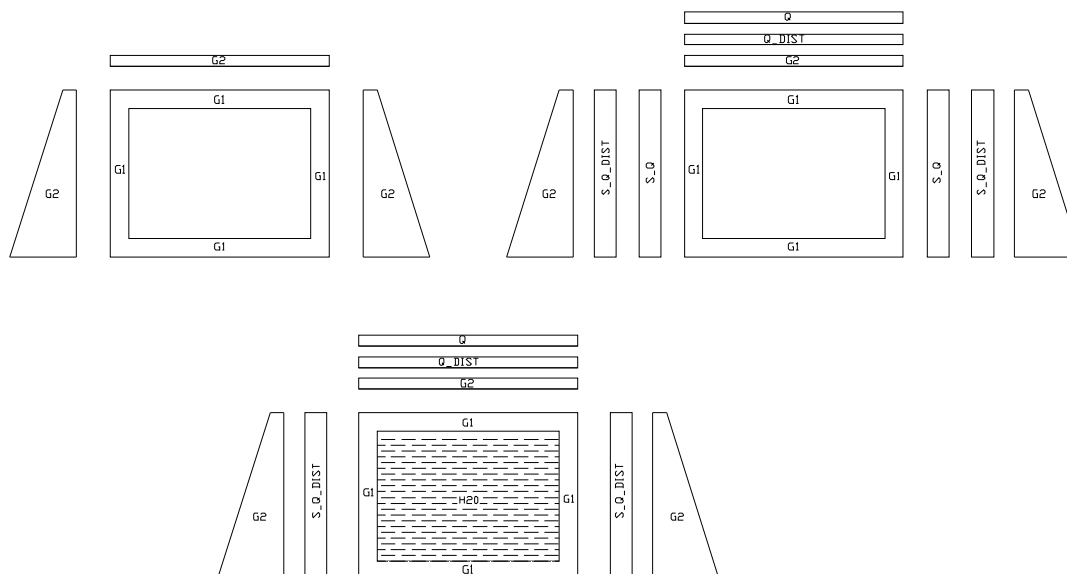
G2 peso proprio di tutti gli elementi non strutturali (terreno);

Q il carico accidentale.

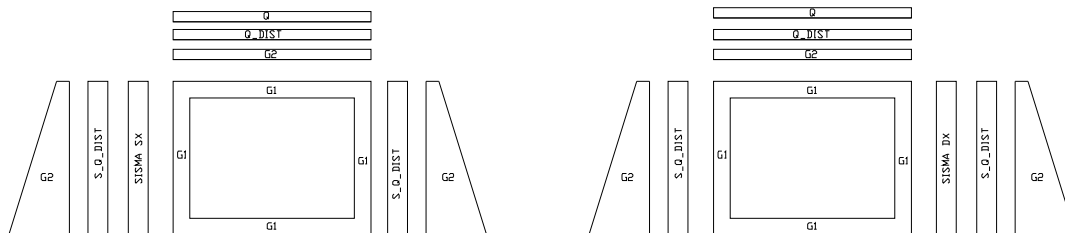
10. COMBINAZIONI DI CARICO

Di seguito si fornisce una rappresentazione delle combinazioni di carico a scopo qualitativo distinguendo in base al rinterro e alla presenza del battente d'acqua interno. Le condizioni elementari di carico indicate devono essere amplificate secondo i coefficienti previsti da normativa e riportati in Tabella 3.

COMBINAZIONI AGLI SLU



COMBINAZIONI SISMICHE



LEGENDA

- G1 = peso proprio;
 G2 = carichi permanenti non strutturali (terreno);
 Q_DIST = carico distribuito da traffico;
 Q = impronta di carico mobile;
 S_Q_DIST = spinta dovuta al carico distribuito da traffico;
 S_Q_SX = spinta in parete sinistra dovuta alle impronte del carico mobile;
 S_Q_DX = spinta in parete destra dovuta alle impronte del carico mobile;
 H2O = battente d'acqua interno;
 SISMA_SX = carico distribuito uniforme sulla parete sinistra dovuto all'azione sismica;
 SISMA_DX = carico distribuito uniforme sulla parete destra dovuto all'azione sismica.

11. VERIFICHE PER LA PROGETTAZIONE DI ELEMENTI SCATOLARI

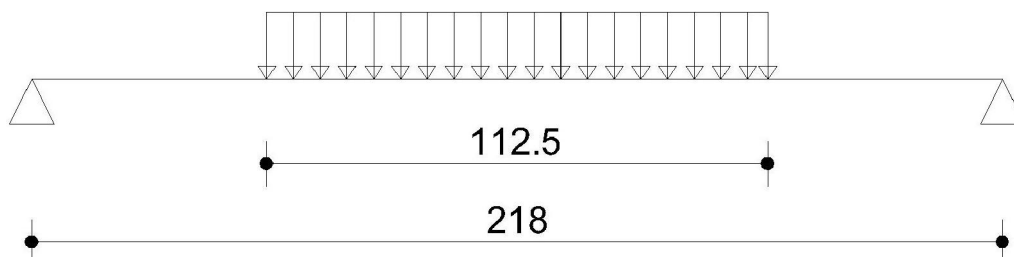
In aggiunta alle verifiche presenti in ALLEGATO si riportano in seguito:

- La verifica a flessione e deformazione delle putrelle in acciaio;
- La verifica a taglio delle putrelle in acciaio;
- La verifica a taglio delle solette;
- La verifica delle armature delle facce interne di parete;

PUTRELLE IN ACCIAIO HEA 200

A) VERIFICA A FLESSIONE

Ciascuna putrella ha una rigidezza tale da trasferire il carico alle pareti dello scatolare (schema statico di trave appoggiata alle estremità come da figura) e su di essa grava un carico dato da: metà del peso proprio e del peso del manufatto sovrastante (pozzetto) e di un'impronta di carico da aeromobile (Arbus A380), distribuiti sulla dimensione longitudinale. Lo schema di calcolo è il seguente:



Allo SLU si considerano i seguenti carichi distribuiti amplificati con i coefficienti indicati in Tabella 3:

1.3 · 0.423 kN/m	→ peso proprio putrella;	= 0.55 kN/m
1.5 · 106.7 kN/m	→ sovraccarico mobile;	= 160 kN/m
1.5 · 13.3 kN/m	→ peso portato;	<u>= 19.95 kN/m</u>
TOT.		≅ 180.5 kN/m.

Il momento flettente massimo sollecitante è pari a: $M_{Ed} = 81.9$ kNm

La resistenza a flessione di ogni profilo viene valutata in accordo alle prescrizioni del T.U. al punto 4.2.4.1.2.3, ed è data dalla formula seguente:

$$M_{,Rd} = \frac{W_{pl} \cdot f_{yk}}{\gamma_{M0}};$$

dove:

$$W_{pl} = 429 \text{ cm}^3$$

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

- modulo di resistenza plastico del singolo profilo;
- tensione resistente caratteristica;
- coefficiente di sicurezza parziale del materiale;

$$M_{Rd} = 96 \text{ kN} > M_{Ed} = 81.9 \text{ kN}.$$

La sezione è verificata.

Allo SLE è stata calcolata la freccia massima per un carico pari a:

$$1 \cdot 0.423 \text{ kN/m} \rightarrow \text{peso proprio putrella};$$

$$1 \cdot 106.7 \text{ kN/m} \rightarrow \text{sovraccarico mobile};$$

$$\underline{1 \cdot 13.3 \text{ kN/m}} \rightarrow \text{peso portato};$$

$$\text{TOT.} \cong 120.4 \text{ kN/m}.$$

Si ha una freccia massima pari a: $f_{max} \cong 3.5 \text{ mm} \rightarrow$ Rapporto luce/freccia: $L / f_{max} \cong 622$.

B) VERIFICA A TAGLIO

Dalla combinazione agli SLU si ottiene il valore del taglio massimo agente nel coperchio, che risulta essere pari a:

$$V_{Ed} = (p \cdot b) / 2 = 101.5 \text{ kN};$$

essendo:

$$p = 180.5 \text{ kN/m (carico distribuito sulla putrella);}$$

$$b = 1.125 \text{ m (porzione di putrella sollecitata dal carico distribuito).}$$

La resistenza al taglio del singolo profilo viene valutata secondo le prescrizioni del T.U. al punto 4.2.4.1.2.4, è data da:

$$V_{c,Rd} = \frac{A_v \cdot f_{yk}}{\sqrt{3} \cdot \gamma_{M0}};$$



dove:

$$A_v = 1808 \text{ mm}^2$$

$$f_{yk} = 235 \text{ MPa}$$

$$\gamma_{M0} = 1.05$$

- area resistente a taglio;
- tensione resistente caratteristica;
- coefficiente di sicurezza parziale del materiale;

$$V_{c,Rd} = 233.6 \text{ kN} > V_{Ed} = 101.5 \text{ kN}.$$

La sezione è verificata.

SCATOLARE PREFABBRICATO IN C.A.

C) VERIFICA A TAGLIO DELLE SOLETTE

C1) Soletta superiore

Si considera uno schema semplificato di trave in doppio appoggio soggetta a un carico distribuito da mezzi di 1^a categoria (fig. 2 schema a sinistra). Lo scatolare presenta una luce effettiva $l = 2.18 \text{ m}$.

Allo SLU si considerano i seguenti carichi distribuiti amplificati con i coefficienti indicati in Tabella 3:

$1.3 \cdot 4.50 \text{ kN/m}^2$	→ peso proprio;	= 5.85 kN/m
$1.5 \cdot 92.3 \text{ kN/m}^2$	→ sovraccarico mobile;	= 138.5 kN/m
$1.5 \cdot 20.8 \text{ kN/m}^2$	→ peso ricoprimento 80 cm;	= 31.2 kN/m
TOT.		≅ 175.55 kN/m.

Totale carichi distribuiti (considerando la lunghezza del manufatto) → $p = 175.5 \cdot 2 = 351.1 \text{ kN/m}$.

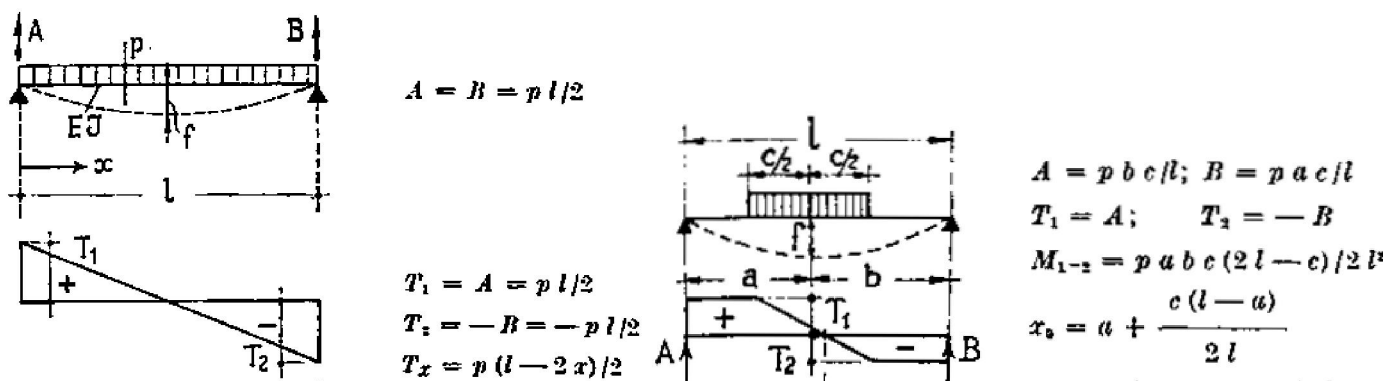


Figura 2 - Sollecitazioni taglianti per trave in doppio appoggio con carico distribuito sulla luce (sinistra) e parzializzato (destra)

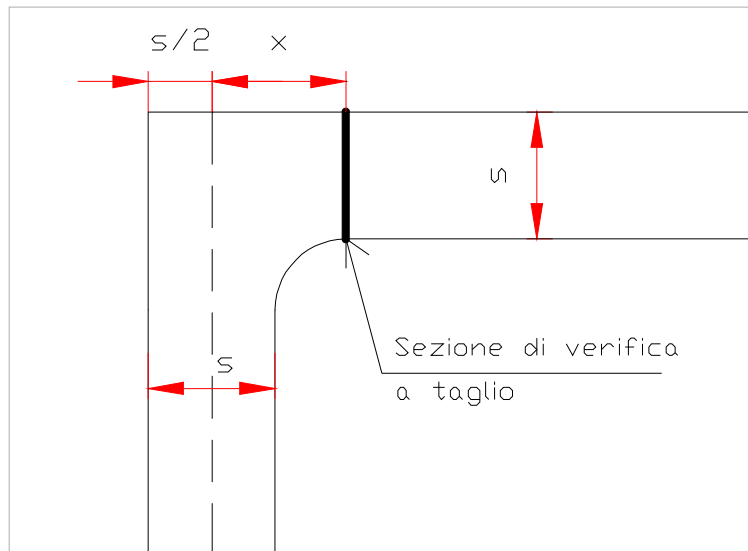


Figura 3 – Sezione di verifica a taglio

In aderenza allo schema riportato in Figura 2, si considera la sezione di verifica a $x = 0.19$ m dall'asse della parete sinistra, dove lo spessore dello scatolare è quello minimo nominale (Figura 3):

$$V_{Ed} = p \cdot (l/2 - x) = 316 \text{ kN};$$

essendo:

$P = 351.1$ kN/m l'entità dell'impronta da carico mobile;

La resistenza al taglio dell'elemento sprovvisto di armatura specifica resistente al taglio, trascurando lo sforzo normale a vantaggio di sicurezza, secondo la formula del T.U. al punto 4.1.2.3.5.1, è data da:

$$V_{Rd} = 0.18 \cdot \left\{ \frac{k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{1/3}}{\gamma_c} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{min} \cdot b_w \cdot d;$$

essendo:

- | | |
|--|--|
| $v_{min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.638$ MPa | – tensione resistente minima del cls; |
| $k = \min(1 + (200/d)^{1/2}; 2) = 2.00$ | – termine legato all'effetto ingranamento; |
| $f_{ck} = 41.5$ MPa | – resistenza cilindrica caratteristica del cls; |
| $d = 133$ mm | – altezza utile della sezione; |
| $\rho_l = A_{sl}/(b_w d) = 0.011$ | – rapporto geometrico di armatura longitudinale; |
| $A_{sl} = 2941$ mm ² | – area armatura longitudinale (10 ϕ 10 + 10 ϕ 14); |
| $b_w = 2000$ mm | – larghezza della sezione (striscia di calcolo considerata). |

$$V_{Rd} = 244.9 \text{ kN} < V_{Ed} = 316 \text{ kN}.$$

La sezione non è verificata senza armatura specifica.

Considerando ora il contributo dei ferri piegati a 45° e con riferimento all'armatura aggiuntiva, la resistenza di calcolo a "taglio" trazione si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) \cdot \sin\alpha.$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f_{cd}' \cdot (ctg\alpha + ctg\theta) / (1 + ctg^2\theta).$$

La resistenza al taglio della soletta è la minore delle due anzidette:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}).$$

Dove d , b_w e σ_{cp} hanno i valori sopra calcolati.

Inoltre si è posto:

$\alpha = 45^\circ$	- angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
$\theta = 21.8^\circ$	- inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave;
$f_{cd}' = 0.5 f_{cd} = 12.6 \text{ MPa}$	- resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;
$f_{yd} = 391.3 \text{ Mpa}$	- tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio;
$\alpha_c = 1$	- coefficiente maggiorativo funzione del grado di compressione della membratura;
$A_{sw} = 924 \text{ mm}^2$	- area dell'armatura trasversale resistente a taglio (6 ϕ 14);
$s = 200 \text{ mm}$	- passo delle barre inclinate.

Il valore minimo è quello di resistenza a "taglio trazione":

$$\Rightarrow V_{Rd} (= V_{Rsd}) = 535.4 \text{ kN} > 316 \text{ kN}.$$

C2) Soletta inferiore

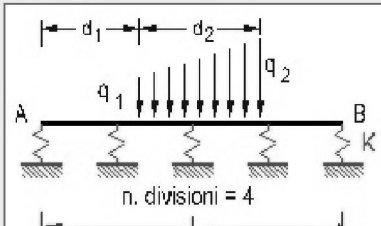
Si considera uno schema semplificato di trave su suolo elastico alla Winkler (coefficiente 3 daN/cm³) soggetta a due carichi concentrati identici alle estremità amplificati con i coefficienti previsti dalla normativa (come da D.M. 17/01/2018). Si trascura, a vantaggio di sicurezza, il momento di trasporto dalle pareti.

$(1.5 \cdot 20.8) \cdot 4.36 = 336.2 \text{ kN}$	→ peso ricoprimento 80 cm;
$(1.5 \cdot 92.3) \cdot 4.36 = 603.6 \text{ kN}$	→ sovraccarico mobile;
$\frac{1.3 \cdot 60}{2} = 78 \text{ kN}$	→ peso proprio al netto della soletta inferiore;
TOT. = 1017.8 kN.	

Carichi concentrati d'estremità $F = 1017.8 / 2 \cong 509 \text{ kN}$.

La sollecitazione tagliante $|V_{Ed}| = |-383.2| \text{ kN}$ è inferiore rispetto al taglio resistente calcolato per soletta superiore, ed essendo l'armatura speculare a quella prevista in soletta superiore, compresi i ferri aggiuntivi, la verifica è soddisfatta.

Titolo : Soletta inferiore



Vincoli

- App. - App.
- Inc. - Inc.
- Inc. - App.
- Mensola
- Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI Zoom

N° Carichi CONCENTRATI Zoom

N°	F	d
1	509	0
2	509	2,18

N° Coppie CONCENTRATE Zoom

Fondazione

- Rigida
- Winkler

K = daN/cm³

b = m

n =

Reag. traz.

Iterazione 1

Luce m **J** cm⁴ **Sezione**

E MPa Distanze parziali

Risultati

σ_{tA}	MPa	<input type="text" value="0,368"/>	σ_{tB}	<input type="text" value="0,368"/>
max M	kNm	<input type="text" value="-234,4"/>	x max M	<input type="text" value="1,09"/>
max V	kN	<input type="text" value="501"/>	x max V	<input type="text" value="2,158"/>
f max	m	<input type="text" value="0,01227"/>	x f max	<input type="text" value="0"/>
σ_{tmax}	MPa	<input type="text" value="0,368"/>	x σ_{tmax}	<input type="text" value="0"/>

Diagrammi

Visualizza

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0,19	-84,09	-383,2	0,01033	0,3098

N° sezioni di calcolo

D) VERIFICA ARMATURE DELLE FACCE INTERNE DI PARETE

Si fa riferimento all'Appendice A.2 della Norma UNI EN 14844, inerente l'armatura minima prevista in parete per la progettazione degli elementi scatolari.

Allo SLU essa dovrebbe essere in grado di resistere a un momento flettente pari a:

$$M_0 = 0.8 \cdot H_e^3 \text{ kNm/m};$$

essendo H_e la luce effettiva della parete in metri.

Quest'ultima corrisponde ad un momento minimo sulle pareti dello scatolare pari a:

$$M_0 = 0.8 \cdot 2.18^3 = 8.3 \text{ kNm/m} < M_{lim} = 103.2 \text{ kNm/m};$$

dove M_{lim} è il momento limite ottenuto dall'analisi agli elementi finiti considerando una sezione di lunghezza pari a un metro.

ELEMENTO IN CURVA PER SCATOLARI IN C.A

C) VERIFICA A TAGLIO DELLE SOLETTE

Cl) Soletta superiore

Analogamente a quanto calcolato per gli scatolari prefabbricati, si considera un taglio sollecitante massimo pari a: $V_{Ed} = 316 \text{ kN}$

La resistenza al taglio dell'elemento sprovvisto di armatura specifica resistente al taglio, trascurando lo sforzo normale a vantaggio di sicurezza, secondo la formula del T.U. al punto 4.1.2.3.5.1, è data da:

$$V_{Rd} = 0.18 \cdot \left\{ \frac{k \cdot (100 \cdot \rho_l \cdot f_{ck})^{\frac{1}{3}}}{\gamma_c} \right\} \cdot b_w \cdot d \geq v_{\min} \cdot b_w \cdot d ;$$

essendo:

- $v_{\min} = 0.035 \cdot k^{3/2} \cdot f_{ck}^{1/2} = 0.638 \text{ MPa}$ – tensione resistente minima del cls;
 $k = \min(1 + (200/d)^{1/2}; 2) = 2.00$ – termine legato all'effetto ingranamento;
 $f_{ck} = 41.5 \text{ MPa}$ – resistenza cilindrica caratteristica del cls;
 $d = 131 \text{ mm}$ – altezza utile della sezione;
 $\rho_l = A_{sl}/(b_w d) = 0.012$ – rapporto geometrico di armatura longitudinale;
 $A_{sl} = 3076 \text{ mm}^2$ – area armatura longitudinale (10 ϕ 10 + 9 ϕ 18);
 $b_w = 2000 \text{ mm}$ – larghezza della sezione (striscia di calcolo considerata).

$$V_{Rd} = 246.1 \text{ kN} < V_{Ed} = 316 \text{ kN}.$$

La sezione non è verificata senza armatura specifica.

Considerando ora il contributo dei ferri piegati a 45° e con riferimento all'armatura aggiuntiva, la resistenza di calcolo a "taglio" trazione si calcola con:

$$V_{Rsd} = 0.9 \cdot d \cdot \frac{A_{sw}}{s} \cdot f_{yd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) \cdot \sin \alpha.$$

Con riferimento al calcestruzzo d'anima, la resistenza a "taglio compressione" si calcola con:

$$V_{Rcd} = 0.9 \cdot d \cdot b_w \cdot \alpha_c \cdot f'_{cd} \cdot (\text{ctg} \alpha + \text{ctg} \theta) / (1 + \text{ctg}^2 \theta).$$

La resistenza al taglio della soletta è la minore delle due anzidette:

$$V_{Rd} = \min (V_{Rsd}, V_{Rcd}).$$

Dove d , b_w e σ_{cp} hanno i valori sopra calcolati.

Inoltre si è posto:

- $\alpha = 45^\circ$ – angolo di inclinazione dell'armatura trasversale rispetto all'asse della trave;
 $\theta = 21.8^\circ$ – inclinazione dei puntoni di calcestruzzo rispetto all'asse della trave;
 $f'_{cd} = 0.5 f_{cd} = 12.6 \text{ MPa}$ – resistenza a compressione ridotta del calcestruzzo d'anima;
 $f_{yd} = 391.3 \text{ Mpa}$ – tensione di snervamento di calcolo dell'acciaio;



$\alpha_c = 1$ - coefficiente maggiorativo funzione del grado di compressione della membratura;
 $A_{sw} = 2290 \text{ mm}^2$ - area dell'armatura trasversale resistente a taglio ($9 \phi 18$);
 $s = 300 \text{ mm}$ - passo delle barre inclinate.

Il valore minimo è quello di resistenza a "taglio trazione":

$$\Rightarrow V_{Rd} (= V_{Rsd}) = 871.7 \text{ kN} > 316 \text{ kN}.$$

C2) Soletta inferiore

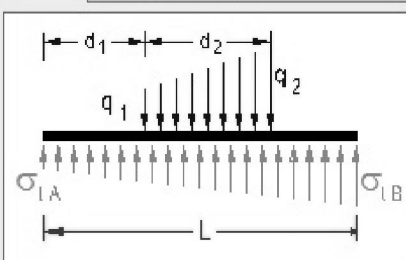
Si considera uno schema semplificato di trave su suolo elastico alla Winkler (coefficiente 3 daN/cm^3) soggetta a due carichi concentrati identici alle estremità amplificati con i coefficienti previsti per normativa da ponte (come da D.M. 17/01/2018). Si trascura, a vantaggio di sicurezza, il momento di trasporto dalle pareti.

$(1.5 \cdot 20.8) \cdot 2 = 62.4 \text{ kN}$ → peso ricoprimiento 80 cm;
 $(1.5 \cdot 92.3) \cdot 2 = 276.9 \text{ kN}$ → carico mobile;
 $\frac{1.3 \cdot 35}{1} = 45.5 \text{ kN}$ → peso proprio al netto della soletta inferiore;
 TOT. = 384.8 kN.

Carichi concentrati d'estremità $F = 384.8 / 2 \cong 193 \text{ kN}$.

La sollecitazione tagliante $|V_{Ed}| = |-161.1| \text{ kN}$ è inferiore rispetto alla soletta superiore, pertanto essendo l'armatura speculare a quella prevista in soletta superiore, compresi i ferri aggiuntivi, la verifica è soddisfatta.

Titolo : Soletta inferiore



Vincoli
 App. - App.
 Inc. - Inc.
 Inc. - App.
 Mensola
 Fondazione

N° Carichi dist. TRAPEZI **Zoom**

N° Carichi CONCENTRATI **Zoom**

N°	F	d
1	193	0
2	193	2,18

N° Coppie CONCENTRATE **Zoom**

Fondazione
 Rigida
 Winkler
 $K = 3$ daN/cm^3
 $b = 2$ m
 Reag. traz.

Luca m **J** cm^4 **Sezione**

E MPa Distanze parziali

Risultati

σ_{tA} MPa	<input type="text" value="0,08853"/>	σ_{tB} MPa	<input type="text" value="0,08853"/>
max M kNm	<input type="text" value="-105,2"/>	x max M	<input type="text" value="1,09"/>
max V kN	<input type="text" value="-193"/>	x max V	<input type="text" value="0"/>
f max m	<input type="text" value="0,002951"/>	x f max	<input type="text" value="1,831"/>
σ_{tmax} MPa	<input type="text" value="0,08853"/>	x σ_{tmax}	<input type="text" value="1,831"/>

Diagrammi
 Visualizza

Risultati all'ascissa x

x	M(x)	V(x)	f(x)	$\sigma_t(x)$
0,18	-31,87	-161,1	0,002951	0,08853

N° sezioni di calcolo

D) VERIFICA ARMATURE DELLE FACCE INTERNE DI PARETE

Si fa riferimento all'Appendice A.2 della Norma UNI EN 14844, inerente l'armatura minima prevista in parete per la progettazione degli elementi scatolari.

Allo SLU essa dovrebbe essere in grado di resistere a un momento flettente pari a:

$$M_0 = 0.8 \cdot H_e^3 \text{ kNm/m};$$

essendo H_e la luce effettiva della parete in metri.

Quest'ultima corrisponde ad un momento minimo sulle pareti dello scatolare pari a:

$$M_0 = 0.8 \cdot 2.18^3 = 8.3 \text{ kNm/m} < M_{lim} = 96 \text{ kNm/m};$$

dove M_{lim} è il momento limite ottenuto dall'analisi agli elementi finiti considerando una sezione di lunghezza pari a un metro.

12. PRESSIONE MASSIMA TRASMESSA AL SUOLO

SCATOLARE PREFABBRICATO IN C.A.

Nella valutazione della pressione massima trasmessa al suolo si è adoperata la condizione di carico GEO prevista per ponti con i coefficienti riportati in tabella 4.

Nella combinazione in **presenza di acqua interna** si ha una pressione trasmessa al suolo pari a:

$$\sigma_{p1} = (8000 \cdot 1 + 9300 \cdot 1 + 28000 \cdot 1.3 + 8000 \cdot 1.3) / (236 \cdot 200) = 64100 / 47200 \cong 1.4 \text{ daN/cm}^2.$$

Nella combinazione in **assenza di acqua interna** si ha una pressione trasmessa al suolo pari a:

$$\sigma_{p2} = (8000 \cdot 1 + 9300 \cdot 1 + 28000 \cdot 1.3) / (236 \cdot 200) = 53700 / 47200 \cong 1.1 \text{ daN/cm}^2;$$

essendo:

- G1 \cong 8000 daN → Peso dello scatolare;
- G2 \cong 9300 daN → Peso del ricoprimento + pozzetto innestato;
- Q \cong 28000 daN → Peso dovuto ai carichi da traffico;
- W \cong 8000 daN → Peso dell'acqua interna.

ELEMENTO IN CURVA PER SCATOLARI IN C.A.

Nella combinazione in **presenza di acqua interna** si ha una pressione trasmessa al suolo pari a:

$$\sigma_{p1} = (3500 \cdot 1 + 4200 \cdot 1 + 18500 \cdot 1.3 + 4000 \cdot 1.3) / (170 \cdot 236 \cdot 0.5) = 36950 / 20060 \cong 1.8 \text{ daN/cm}^2.$$

Nella combinazione in **assenza di acqua interna** si ha una pressione trasmessa al suolo pari a:

$$\sigma_{p2} = (3500 \cdot 1 + 4200 \cdot 1 + 18500 \cdot 1.3) / (170 \cdot 236 \cdot 0.5) = 31750 / 20060 \cong 1.6 \text{ daN/cm}^2;$$

essendo:

- G1 \cong 3500 daN → Peso dello scatolare;
- G2 \cong 4200 daN → Peso del ricoprimento;



$Q \cong 18500 \text{ daN}$ → Peso dovuto ai carichi da traffico;
 $W \cong 4000 \text{ daN}$ → Peso dell'acqua interna.

13. VERIFICA D'ACCETTABILITA' DEI RISULTATI

Si considera uno schema semplificato di telaio incastrato alla base soggetto a un carico uniforme sulla traversa, trascurando le spinte laterali sulle pareti (Figura 5).

Il valore teorico del momento in mezzeria è pari a:

$$M_{\max} = M_{l/2} = \frac{pl^2}{8} - \frac{pl^2}{6 \cdot (2+k)} \cong 47.9 \text{ kNm};$$

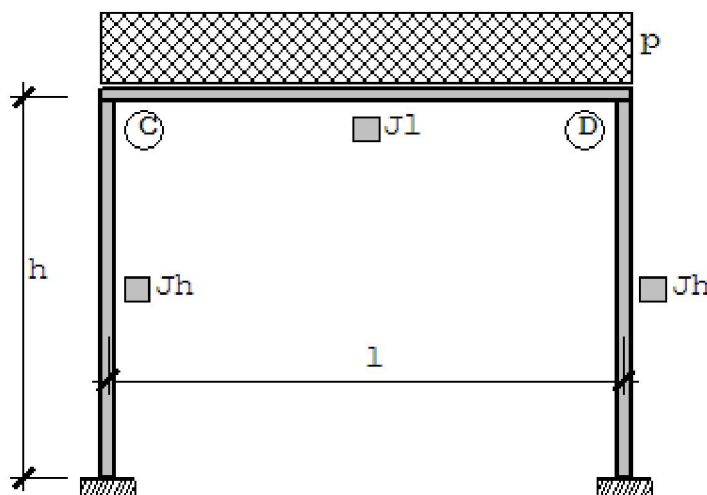


Figura 5 – Schema statico semplificato

essendo:

$l = 2.18 \text{ m}$ → luce effettiva della soletta;

$h = 2.18 \text{ m}$ → altezza effettiva del manufatto;

$p = 175.5 \text{ kN/m}$ → carico distribuito agente su una fascia di 1 metro di lunghezza;

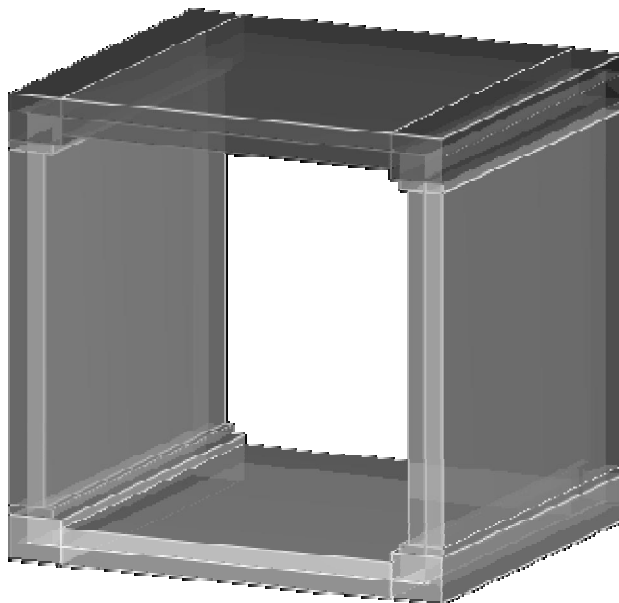
$k = \frac{J_l}{J_h} \cdot \frac{h}{l} = \frac{h}{l} = 1.00$ → dal momento che i momenti d'inerzia di pareti e solette sono identici.

Il momento così ottenuto è confrontabile con la sollecitazione flettente della sezione di mezzeria verticale della soletta superiore, presente in ALLEGATO A: $M_{\text{Ed,SISMICAD}} = 54.1 \text{ kNm}$

IL CALCOLATORE



ALLEGATO A: TABULATI SCATOLARE PREFABBRICATO IN C.A.



Materiali

Materiali c.a.

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m²]

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale. [kN/m²]

Gamma: Peso specifico del materiale. [kN/m³]

Poisson: Coefficiente di Poisson, viene impiegato nella modellazione di elementi bidimensionali. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [kN/m²]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	Rck	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
C40/50	50000	35547105	25	0.1	16157775	0.00001

Armature

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Rck: Resistenza caratteristica cubica; valore medio nel caso di edificio esistente. [kN/m²]

E: Modulo di elasticità longitudinale del materiale. [kN/m²]

Gamma: Peso specifico del materiale. [kN/m³]

Poisson: Coefficiente di Poisson, viene impiegato nella modellazione di elementi bidimensionali. Il valore è adimensionale.

G: Modulo di elasticità tangenziale del materiale, viene impiegato nella modellazione di aste. [kN/m²]

Alfa: Coefficiente longitudinale di dilatazione termica. [°C-1]

Descrizione	fyk	Sigma amm.	Tipo	E	Gamma	Poisson	G	Alfa
B450C	450000	255000	Aderenza migliorata	2.06E08	78.5	0.3	79230769	0.000012

Terreni

Descrizione: Descrizione o nome assegnato all'elemento.

Coesione: Coesione del terreno. [kN/m²]

Attrito interno: Angolo di attrito interno del terreno. [deg]



Delta: Angolo di attrito all'interfaccia terreno-cls. [deg]

Adesione: Coeff. di adesione della coesione all'interfaccia terreno-cls. Il valore è adimensionale.

K0: Coefficiente di spinta a riposo del terreno. Il valore è adimensionale.

Gamma naturale: Peso specifico naturale del terreno in sito, assegnato alle zone non immerse. [kN/m3]

Descrizione	Coesione	Attrito interno	Delta	Adesione	K0	Gamma naturale
limi argillosi e/o argille limose	0	36	0	0	0.412	20

Azioni e carichi

Condizioni elementari di carico

Descrizione: Nome assegnato alla condizione elementare.

Psi0: Coefficiente moltiplicatore Psi0. Il valore è adimensionale.

Psi1: Coefficiente moltiplicatore Psi1. Il valore è adimensionale.

Psi2: Coefficiente moltiplicatore Psi2. Il valore è adimensionale.

Descrizione	I/II	Durata
Permanenti		Permanente
G2	I	Media
Q	I	Media
Q Dist	I	Media
S G2	I	Media
S Q	I	Media
S Q Dist	I	Media
Sisma Sx	I	Media
Sisma Dx	I	Media
H20 Int	I	Media
Delta T	II	Media

Combinazioni di carico

Tutte le combinazioni di carico vengono raggruppate per famiglia di appartenenza. Le celle di una riga contengono i coefficienti moltiplicatori della i-esima combinazione, dove il valore della prima cella è da intendersi come moltiplicatore associato alla prima condizione elementare, la seconda cella si riferisce alla seconda condizione elementare e così via.

Famiglia Limite ultimo

Il nome compatto della famiglia è LU.

Nome	Nome breve	Perm.	G2	Q	S_G2	S_Q	Sisma Sx	Sisma Dx	H20_Int	ΔT
(1.35G1+1.5G2)	LU (1.35G1+1.5G2)	1.3	1.5	0	1.5	0	0	0	0	0
(1.35G1+1.5G2+1.35Q)	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q)	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	0	0
(1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	1.3	1.5	1.5	1.5	1.5	0	0	1	0
Sisma SX	LU Sisma SX	1	1	0	0.2	0.2	1	0	0	0
Sisma DX	LU Sisma DX	1	1	0	0.2	0.2	0	1	0	0

Famiglia Esercizio raro

Il nome compatto della famiglia è RA.

Nome	Nome breve	Perm.	G2	Q	S_G2	S_Q	Sisma Sx	Sisma Dx	H20_Int	ΔT
H	RA H	1	1	1	1	1	0	0	0	0
H + H20	RA H + H20	1	1	1	1	1	0	0	1	0

Famiglia Esercizio frequente

Il nome compatto della famiglia è FR.

Nome	Nome breve	Perm.	G2	Q	S_G2	S_Q	Sisma Sx	Sisma Dx	H20_Int	ΔT
H	FR H	1	1	0.75	1	0.75	0	0	0	0
H+H20	FR H+H20	1	1	0.75	1	0.75	0	0	1	0

Famiglia Esercizio quasi permanente

Il nome compatto della famiglia è QP.

Nome	Nome breve	Perm.	G2	Q	S_G2	S_Q	Sisma Sx	Sisma Dx	H20_Int	ΔT



Nome	Nome breve	Perm.	G2	Q	S_G2	S_Q	Sisma_Sx	Sisma_Dx	H20_Int	ΔT
H	QP H	1	1	0	1	0	0	0	0	0
H + H20	QP H + H20	1	1	0	1	0	0	0	1	0

Famiglia Pressioni sul terreno

Il nome compatto della famiglia è PT.

Nome	Nome breve	Perm.	G2	Q	S_G2	S_Q	Sisma_Sx	Sisma_Dx	H20_Int	ΔT
H	PT H	1	1.3	1.3	1.3	1.3	0	0	0	0
H + H20	PT H + H20	1	1.3	1.3	1.3	1.3	0	0	1	0

Definizioni di carichi superficiali

Nome: Nome identificativo della definizione di carico.

Valori: Valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: Condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: Nome assegnato alla condizione elementare.

Valore: Modulo del carico superficiale applicato alla superficie. [kN/m²]

Applicazione: Modalità con cui il carico è applicato alla superficie.

Nome	Valori		
	Condizione	Valore	Applicazione
	Descrizione		
Verticale	Permanenti	0	Verticale
	G2	20.8	Verticale
	Q	92.3	Verticale
	S_G2	0	Verticale
	S_Q	0	Verticale
	Sisma_Sx	0	Verticale
	Sisma_Dx	0	Verticale
	H20_Int	0	Verticale
H20_Int	Permanenti	0	Verticale
	G2	0	Verticale
	Q	0	Verticale
	S_G2	0	Verticale
	S_Q	0	Verticale
	Sisma_Sx	0	Verticale
	Sisma_Dx	0	Verticale
	H20_Int	20	Verticale

Definizioni di carichi potenziali

Nome: Nome identificativo della definizione di carico.

Valori: Valori associati alle condizioni di carico.

Condizione: Condizione di carico a cui sono associati i valori.

Descrizione: Nome assegnato alla condizione elementare.

Valore i.: Valore del carico pressorio alla quota iniziale. [kN/m²]

Quota i.: Quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore iniziale. [m]

Valore f.: Valore del carico pressorio alla quota finale. [kN/m²]

Quota f.: Quota assoluta in cui il carico pressorio assume il valore finale. [m]

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
Sx	Permanenti	0	-0.09	0	2.18
	G2	0	-0.09	0	2.18
	Q	0	-0.09	0	2.18
	S_G2	25	-0.09	10	2.18
	S_Q	30	-0.09	30	2.18
	Sisma_Sx	13	-0.09	13	2.18
	Sisma_Dx	0	-0.09	0	2.18
	H20_Int	-20	0	0	2
Dx	Permanenti	0	-0.09	0	2.18
	G2	0	-0.09	0	2.18

Nome	Valori				
	Condizione	Valore i.	Quota i.	Valore f.	Quota f.
	Descrizione				
	Q	0	-0.09	0	2.18
	S G2	25	-0.09	10	2.18
	S Q	30	-0.09	30	2.18
	Sisma Sx	0	-0.09	0	2.18
	Sisma Dx	13	-0.09	13	2.18
	H20_Int	-20	0	0	2

Quote

Livelli

Descrizione breve: Nome sintetico assegnato al livello.

Descrizione: Nome assegnato al livello.

Quota: Quota superiore espressa nel sistema di riferimento assoluto. [m]

Spessore: Spessore del livello. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota	Spessore
L1	Fondazione	0	0.18
L2	Raccordo 1	0.1	0
L3	Raccordo 2	1.4	0
L4	Finale	1.68	0.18

Tronchi

Descrizione breve: Nome sintetico assegnato al tronco.

Descrizione: Nome assegnato al tronco.

Quota 1: Riferimento della prima quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Quota 2: Riferimento della seconda quota di definizione del tronco. esprimibile come livello, falda, piano orizzontale alla Z specificata. [m]

Descrizione breve	Descrizione	Quota 1	Quota 2
T1	Fondazione - Raccordo 1	Fondazione	Raccordo 1
T2	Raccordo 1 - Raccordo 2	Raccordo 1	Raccordo 2
T3	Raccordo 2 - Finale	Raccordo 2	Finale

Risultati numerici

Verifiche piastre in c.a.

LEGENDA

sez.	<i>tipo di sezione (o = orizzontale, v = verticale)</i>
B	<i>base della sezione</i>
H	<i>altezza della sezione</i>
Af+	<i>area di acciaio dal lato B (inferiore per le piastre)</i>
Af-	<i>area di acciaio dal lato A (superiore per le piastre)</i>
c+	<i>copriferro dal lato B (inferiore per le piastre)</i>
c-	<i>copriferro dal lato A (superiore per le piastre)</i>
sc	<i>tensione sul calcestruzzo in esercizio</i>
comb	<i>combinazione di carico</i>
c.s.	<i>coefficiente di sicurezza</i>
N	<i>sforzo normale di calcolo</i>
M	<i>momento flettente di calcolo</i>
Mu	<i>momento flettente ultimo</i>
Nu	<i>sforzo normale ultimo</i>
sf	<i>tensione sull'acciaio in esercizio</i>
Wk	<i>apertura caratteristica delle fessure</i>
Sm	<i>distanza media fra le fessure</i>
st	<i>sigma a trazione nel calcestruzzo in condizioni non fessurate</i>

**SI RIPORTANO LE VERIFICHE DI RESISTENZA ESEGUITE NELLE SEZIONI PIU' SOLLECITATE
CONSIDERANDO PER CIASCUNA SEZIONE, IDENTIFICATA NEGLI SCHEMI DI SEGUITO
RIPORTATI, LA COMBINAZIONE DI CARICO PIU' GRAVOSA.**

LE SOLETTE SONO CAUTELATIVAMENTE VERIFICATE A FLESSIONE SEMPLICE



31030 Colfosco di Susegana / TV
Via 18 Giugno, 219 - susegana@canzian.it
Tel. +39 0438 482023 - Fax +39 0438 482005



31025 Santa Lucia di Piave / TV
Via del Capitello, 2 - marmi@canzian.it
Tel. +39 0438 63226 - Fax +39 0438 60674



31025 Santa Lucia di Piave / TV
Via Asilo, 1 - marmi@canzian.it
Tel. +39 0438 701541 - Fax +39 0438 60674



32013 Longarone / BL
Z.I. Villanova, 23 - longarone@canzian.it
Tel. / Fax +39 0437 770350

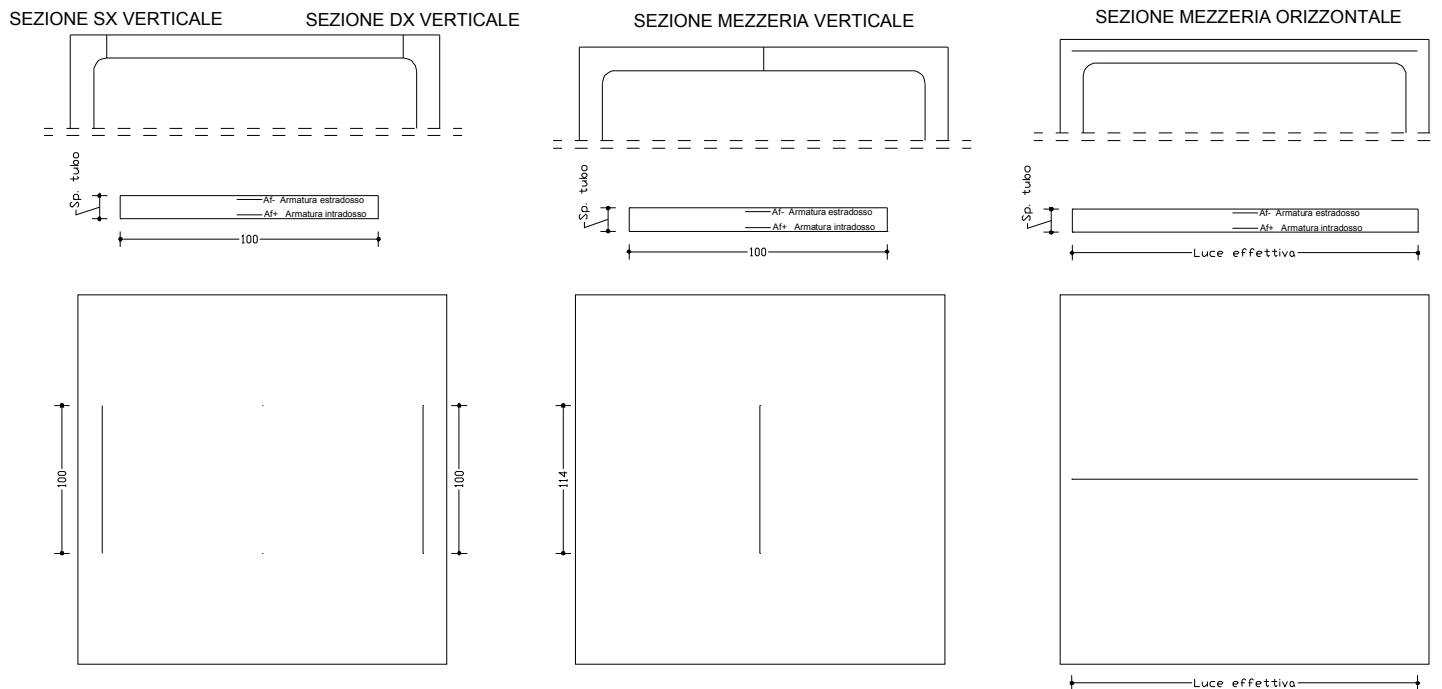
Soletta Superiore

Valori in daN, cm

C40/50

fyk 4500

Stampa delle verifiche manuali



Sezione mezzeria verticale

$$Af+ = 5 \phi 10 + 5 \phi 14 = (\pi \times d^2_1/4) \times 5 + (\pi \times d^2_2/4) \times 5 = 1163 \text{ mm}^2 = 11.63 \text{ cm}^2$$

$$Af- = 5 \phi 10 = (\pi \times d^2_1/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

Sezione SX/DX

$$Af+ = 5 \phi 10 = (\pi \times d^2_1/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

$$Af- = 5 \phi 10 + 5 \phi 14 = (\pi \times d^2_1/4) \times 5 + (\pi \times d^2_2/4) \times 5 = 1163 \text{ mm}^2 = 11.63 \text{ cm}^2$$

Sezione mezzeria orizzontale

$$Af+ = 7 \phi 6 = (\pi \times d^2_1/4) \times 7 = 198 \text{ mm}^2 = 2.0 \text{ cm}^2$$

$$Af- = 7 \phi 6 = (\pi \times d^2_1/4) \times 7 = 198 \text{ mm}^2 = 2.0 \text{ cm}^2$$

Verifiche in punti generici

Punti generici di verifica

Nome	X	Y	Base nominale	Dir.
Sezione SX Verticale	28	103	100	Y
Sezione DX Verticale	208	103	100	Y
Sezione Mezzeria Verticale	118	103	100	Y
Sezione Mezzeria Orizzontale	118	108	218	X

Verifiche SLU flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Sezione Mezzeria Verticale	Y	100	18	3.93	4.1	11.62	4.4	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	541055	0	591217	0	1.0927	Si
Sezione DX Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	3.93	4.3	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q)	-181491	0	-603093	0	3.323	Si

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Sezione SX Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	8.03	4.4	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q)	-181491	0	-615839	0	3.3932	Si
Sezione Mezzeria Orizzontale	X	218	18	2.05	3.3	3.56	3.3	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	46792	0	222853	0	4.7626	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
Sezione Mezzeria Verticale	Y	100	18	3.93	4.1	11.62	4.4	RA H + H2O	369816	0	-114.6	249	15	Si
Sezione DX Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	3.93	4.3	RA H	-120385	0	-20.8	249	15	Si
Sezione SX Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	8.03	4.4	RA H	-120385	0	-20	249	15	Si
Sezione Mezzeria Orizzontale	X	218	18	2.05	3.3	3.56	3.3	RA H + H2O	32227	0	-2.7	249	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
Sezione Mezzeria Verticale	Y	100	18	3.93	4.1	11.62	4.4	RA H + H2O	369816	0	2761	3600	15	Si
Sezione SX Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	8.03	4.4	RA H	-120385	0	156.3	3600	15	Si
Sezione DX Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	3.93	4.3	RA H	-120385	0	155.6	3600	15	Si
Sezione Mezzeria Orizzontale	X	218	18	2.05	3.3	3.56	3.3	RA H + H2O	32227	0	25.2	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	ϵ_{sm}	Δ_{max}	Wd	Es/Ec	Verifica
Sezione Mezzeria Verticale	Y	100	18	3.93	4.1	11.62	4.4	FR H+H2O	298183	0	0	0	0	15	Si

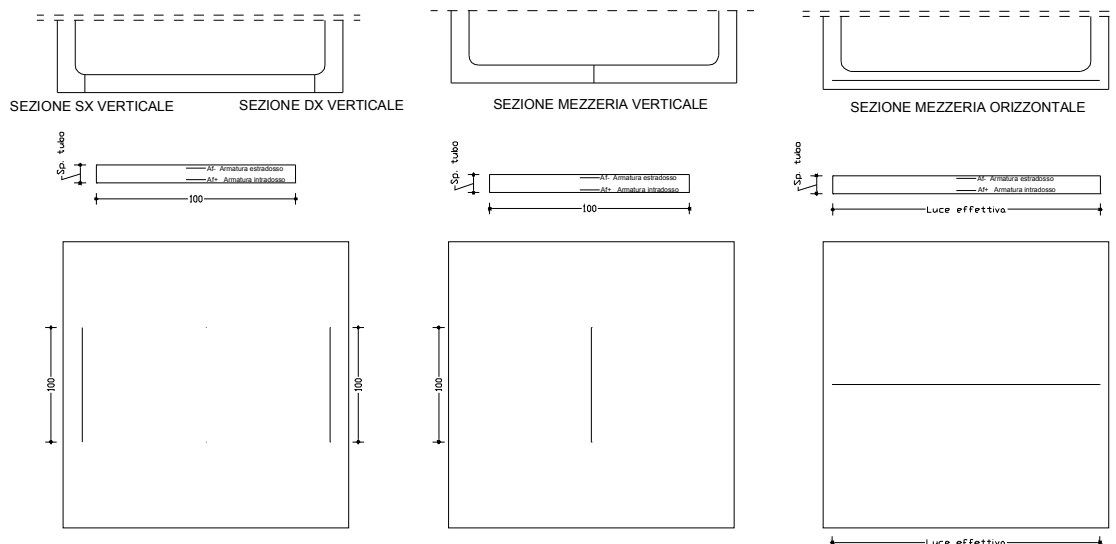
Soletta Inferiore

Valori in daN, cm

C40/50

fyk 4500

Stampa delle verifiche manuali



Sezione mezzeria verticale

$$A_{f+} = 5 \phi 10 = (\pi \times d^2/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

$$A_{f-} = 5 \phi 10 + 5 \phi 14 = (\pi \times d^2/4) \times 5 + (\pi \times d^2/4) \times 5 = 1163 \text{ mm}^2 = 11.63 \text{ cm}^2$$

Sezione SX/DX verticale

$$A_{f+} = 5 \phi 10 + 5 \phi 14 = (\pi \times d^2/4) \times 5 + (\pi \times d^2/4) \times 5 = 1163 \text{ mm}^2 = 11.63 \text{ cm}^2$$

$$A_{f-} = 5 \phi 10 = (\pi \times d^2/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

Sezione mezzeria orizzontale

$$A_{f+} = A_{f-} = 7 \phi 6 = (\pi \times d^2/4) \times 7 = 198 \text{ mm}^2 = 2.0 \text{ cm}^2$$

Verifiche in punti generici

Punti generici di verifica

Nome	X	Y	Base nominale	Dir.
Sezione DX Verticale	208	103	100	Y
Sezione Mezzeria Verticale	118	103	100	Y
Sezione SX Verticale	28	103	100	Y
Sezione Mezzeria Orizzontale	118	108	218	X

Verifiche SLU flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Sezione Mezzeria Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	3.93	4.1	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	-549328	0	-600440	0	1.093	Si
Sezione Mezzeria Orizzontale	X	218	18	1.87	3.3	1.87	3.3	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	-49148	0	-128104	0	2.6065	Si
Sezione DX Verticale	Y	100	18	3.93	4.1	11.62	4.2	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q)	190795	0	600440	0	3.147	Si
Sezione SX Verticale	Y	100	18	7.99	4.2	11.62	4.2	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q)	190795	0	611052	0	3.2027	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_c	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
Sezione Mezzeria Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	3.93	4.1	RA H + H20	-379480	0	-114.6	249	15	Si
Sezione DX Verticale	Y	100	18	3.93	4.1	11.62	4.2	RA H	128229	0	-22.1	249	15	Si
Sezione SX Verticale	Y	100	18	7.99	4.2	11.62	4.2	RA H	128229	0	-21.2	249	15	Si
Sezione Mezzeria Orizzontale	X	218	18	1.87	3.3	1.87	3.3	RA H + H20	-34266	0	-2.9	249	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σ_f	σ_{lim}	Es/Ec	Verifica
Sezione Mezzeria Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	3.93	4.1	RA H + H20	-379480	0	2788.8	3600	15	Si
Sezione SX Verticale	Y	100	18	7.99	4.2	11.62	4.2	RA H	128229	0	166.2	3600	15	Si
Sezione DX Verticale	Y	100	18	3.93	4.1	11.62	4.2	RA H	128229	0	165.5	3600	15	Si
Sezione Mezzeria Orizzontale	X	218	18	1.87	3.3	1.87	3.3	RA H + H20	-34266	0	27.2	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	ϵ_{sm}	Δ_{max}	Wd	Es/Ec	Verifica
Sezione Mezzeria Verticale	Y	100	18	11.62	4.2	3.93	4.1	FR H+H20	-311004	0	0.00067	34.8	0.0232	15	Si

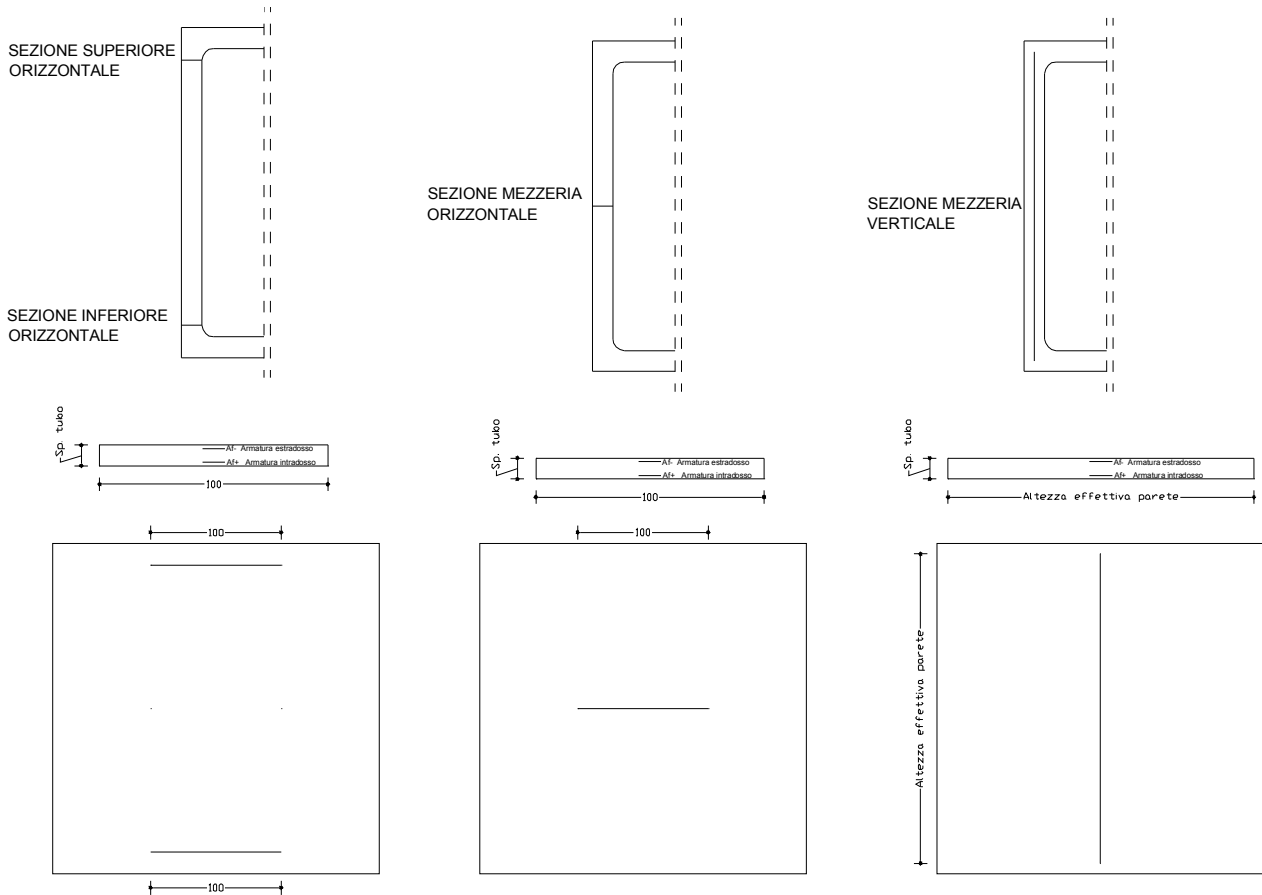
Parete

Valori in daN, cm

C40/50

fyk 4500

Stampa delle verifiche manuali



Sezione mezzeria orizzontale

$$Af+ = Af- = 5 \phi 10 = (\pi \times d^2/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

Sezione superiore/inferiore orizzontale

$$Af+ = 5 \phi 10 = (\pi \times d^2/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

$$Af- = 5 \phi 10 + 5 \phi 14 = (\pi \times d^2/4) \times 5 + (\pi \times d^2/4) \times 5 = 1163 \text{ mm}^2 = 11.63 \text{ cm}^2$$

Sezione mezzeria verticale

$$Af+ = Af- = 7 \phi 6 = (\pi \times d^2/4) \times 7 = 198 \text{ mm}^2 = 2.0 \text{ cm}^2$$

Verifica di stato limite ultimo

Sezione superiore orizzontale		Sezione inferiore orizzontale		Sezione mezzeria orizzontale		Sezione mezzeria verticale						
sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
o	100	18	3.9	11.6	4.1	4.2	2.185	2	-19066	-388842	-41665	-849747
o	100	18	3.9	11.6	4.1	4.2	2.136	3	-20215	-401708	-43172	-857891
o	100	18	3.9	3.9	4.1	4.1	7.240	3	-19965	-142587	-144542	-1032311
v	218	18	2.0	2.0	3.3	3.3	3.498	3	-1285	-50377	-4495	-176196

Combinazione rara

Sezione superiore orizzontale		Sezione inferiore orizzontale												
sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M
o	100	18	3.9	11.6	4.1	4.2	-79.9	H	-1.28E04	-2.60E05	1335.4	H	-1.28E04	-2.60E05
o	100	18	3.9	11.6	4.1	4.2	-83.6	H	-1.37E04	-2.72E05	1384.3	H	-1.37E04	-2.72E05

Sezione mezzeria orizzontale
o 100 18 3.9 3.9 4.1 4.1 -39.2 H + -1.34E04 -1.10E05 518.8 H + -1.34E04 -1.10E05
Sezione mezzeria verticale
v 218 18 2.0 2.0 3.3 3.3 -12.1 H + -8.87E02 -3.51E04 990.7 H + -8.87E02 -3.51E04

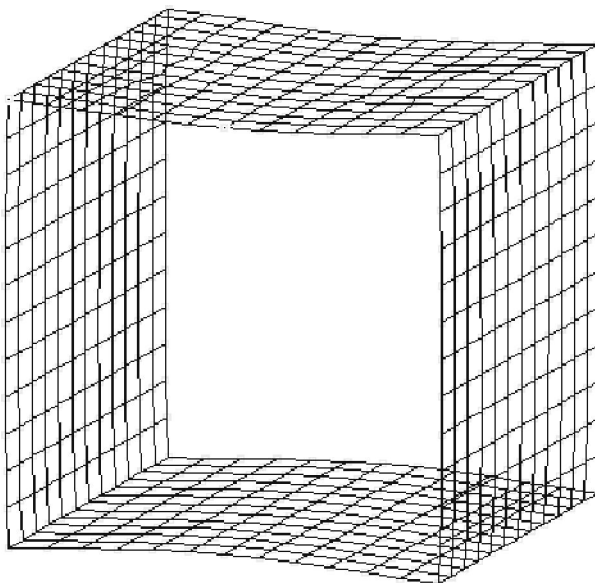
Combinazione frequente

Sezione superiore orizzontale
sez B H Af+ Af- c+ c- sc c N M sf c N M Wk(mm) Wklim st Sm(mm) c
o 100 18 3.9 11.6 4.1 4.2 -64.3 H -1.03E04 -2.09E05 1074.7 H -1.03E04 -2.09E05 0.00 0.40 31.7 0.0 H+H2
Sezione inferiore orizzontale
o 100 18 3.9 11.6 4.1 4.2 -68.6 H -1.12E04 -2.23E05 1137.6 H+H2 -1.12E04 -2.23E05 0.00 0.40 33.7 0.0 H+H2
Sezione mezzeria orizzontale
o 100 18 3.9 3.9 4.1 4.1 -32.2 H+H2 -1.09E04 -8.98E04 435.6 H+H2 -1.09E04 -8.98E04 0.00 0.40 10.3 0.0 H+H2
Sezione mezzeria verticale
v 218 18 2.0 2.0 3.3 3.3 -9.9 H+H2 -7.23E02 -2.85E04 806.2 H+H2 -7.23E02 -2.85E04 0.00 0.40 2.2 0.0 H+H2

Combinazione quasi permanente

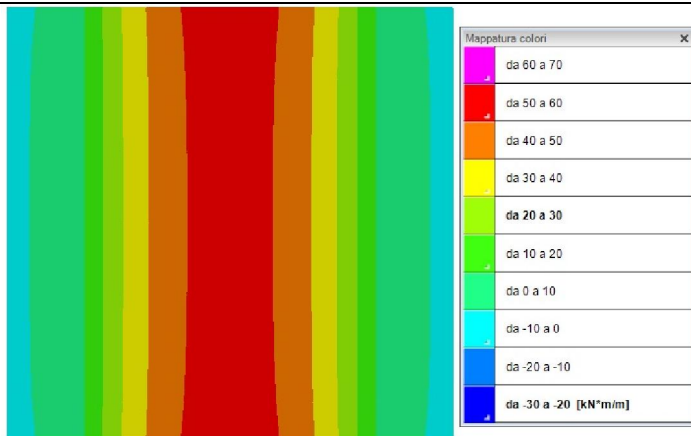
Sezione superiore orizzontale
sez B H Af+ Af- c+ c- sc c N M sf c N M Wk(mm) Wklim st Sm(mm) c
o 100 18 3.9 11.6 4.1 4.2 -17.6 H -2.87E03 -5.74E04 292.9 H -2.87E03 -5.74E04 0.00 0.30 8.7 0.0 H +
Sezione inferiore orizzontale
o 100 18 3.9 11.6 4.1 4.2 -23.6 H -3.70E03 -7.67E04 397.6 H + -3.67E03 -7.67E04 0.00 0.30 11.7 0.0 H +
Sezione mezzeria orizzontale
o 100 18 3.9 3.9 4.1 4.1 -11.4 H + -3.29E03 -3.05E04 188.9 H + -3.29E03 -3.05E04 0.00 0.30 3.7 0.0 H +
Sezione mezzeria verticale
v 218 18 2.0 2.0 3.3 3.3 -3.1 H + -2.30E02 -8.97E03 252.6 H + -2.30E02 -8.97E03 0.00 0.30 0.7 0.0 H +

DEFORMATA DEFORMATA IN CONDIZIONI D'ESERCIZIO

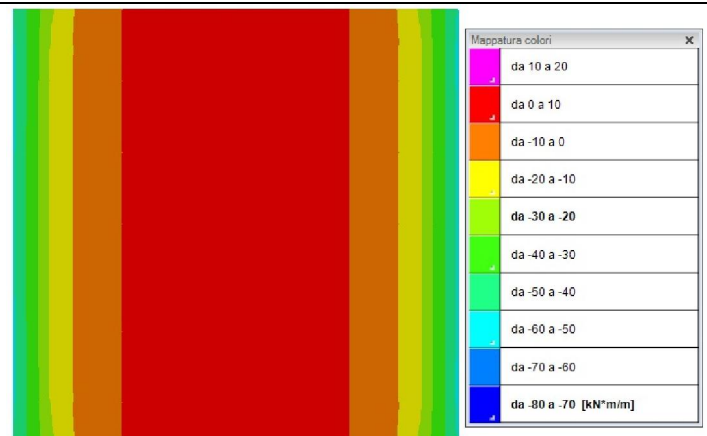


DIAGRAMMI DI INVILUPPO (SLU) DELLE SOLLECITAZIONI FLETTENTI

SOLETTA SUPERIORE

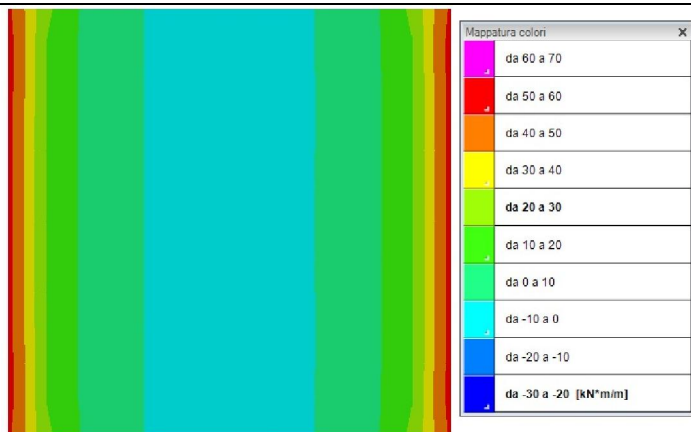


SOLLECITAZIONI MASSIME

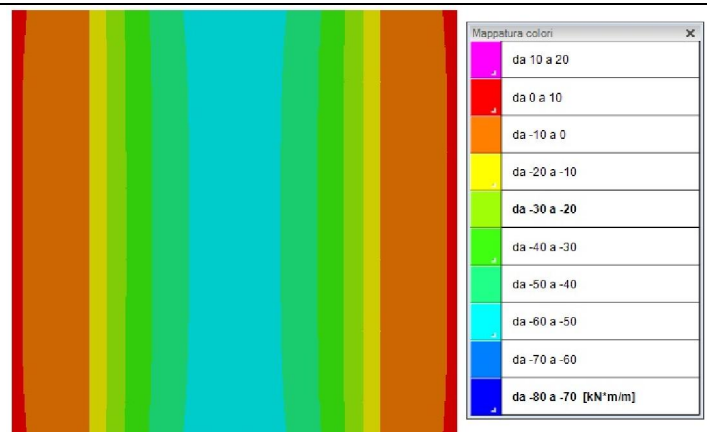


SOLLECITAZIONI MINIME

SOLETTA INFERIORE

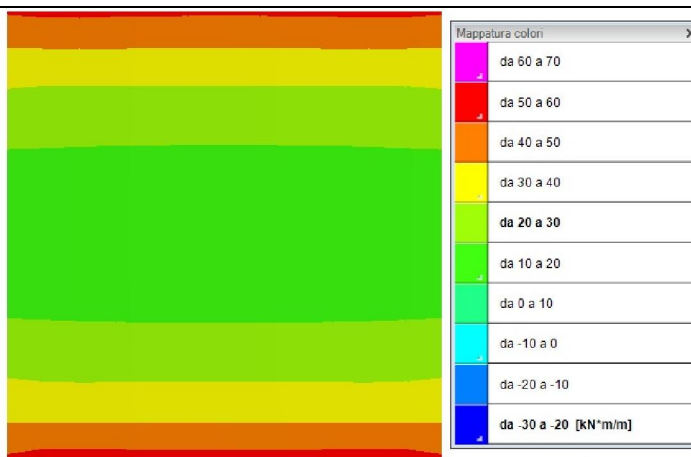


SOLLECITAZIONI MASSIME



SOLLECITAZIONI MINIME

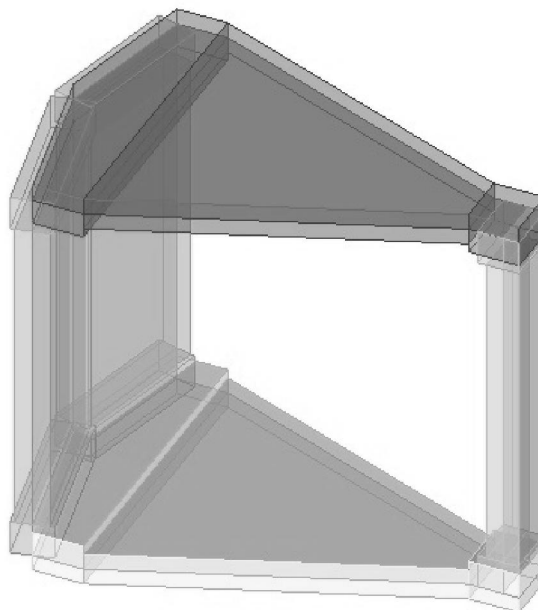
PARETE



SOLLECITAZIONI MASSIME



ALLEGATO B: TABULATI ELEMENTO IN CURVA PER SCATOLARI IN C.A.



SI RIPORTANO LE VERIFICHE DI RESISTENZA ESEGUITE NELLE SEZIONI PIU' SOLLECITATE CONSIDERANDO PER CIASCUNA SEZIONE, IDENTIFICATA NEGLI SCHEMI DI SEGUITO RIPORTATI, LA COMBINAZIONE DI CARICO PIU' GRAVOSA.

LE SOLETTE SONO CAUTELATIVAMENTE VERIFICATE A FLESSIONE SEMPLICE

Soletta Superiore

Valori in daN, cm

C40/50

f_{yk} 4500

Stampa delle verifiche manuali



Sezione mezzeria verticale

$$A_{f+} = 5 \phi 10 + 5 \phi 18 = (\pi \times d_1^2/4) \times 5 + (\pi \times d_2^2/4) \times 5 = 1665 \text{ mm}^2 = 16.65 \text{ cm}^2$$

$$A_{f-} = 5 \phi 10 = (\pi \times d_1^2/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

Sezione SX

$$Af+ = 5 \phi 10 = (\pi \times d_1^2/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

$$Af+ = 5 \phi 10 + 5 \phi 18 = (\pi \times d_1^2/4) \times 5 + (\pi \times d_2^2/4) \times 5 = 1665 \text{ mm}^2 = 16.65 \text{ cm}^2$$

Sezione mezzeria orizzontale

$$Af+ = 7 \phi 6 = (\pi \times d_1^2/4) \times 7 = 198 \text{ mm}^2 = 2.0 \text{ cm}^2$$

$$Af- = 7 \phi 6 = (\pi \times d_1^2/4) \times 7 = 198 \text{ mm}^2 = 2.0 \text{ cm}^2$$

Verifiche in punti generici

Punti generici di verifica

Nome	X	Y	Base nominale	Dir.
Sezione sx verticale	28	85	100	Y
Sezione mezzeria verticale	118	85	100	Y
Sezione mezzeria orizzontale	118	100	200	X

Verifiche SLU flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Sezione mezzeria orizzontale	X	200	18	1.88	3.3	1.88	3.3	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	124078	0	129390	0	1.0428	Si
Sezione mezzeria verticale	Y	100	18	3.93	4.1	16.65	4.4	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q)	715299	0	800569	0	1.1192	Si
Sezione sx verticale	Y	100	23	16.65	4.4	3.93	4.1	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	-110711	0	-1127122	0	10.1807	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
Sezione mezzeria verticale	Y	100	18	3.93	4.1	16.65	4.4	RA H	478137	0	-131.1	249	15	Si
Sezione sx verticale	Y	100	23	16.65	4.4	3.93	4.1	RA H + H20	-86122	0	-8.9	249	15	Si
Sezione mezzeria orizzontale	X	200	18	1.88	3.3	1.88	3.3	RA H + H20	87145	0	-7.9	249	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
Sezione mezzeria verticale	Y	100	18	3.93	4.1	16.65	4.4	RA H	478137	0	2601.7	3600	15	Si
Sezione sx verticale	Y	100	23	16.65	4.4	3.93	4.1	RA H + H20	-86122	0	76.4	3600	15	Si
Sezione mezzeria orizzontale	X	200	18	1.88	3.3	1.88	3.3	RA H + H20	87145	0	75.2	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	εsm	Δmax	Wd	Es/Ec	Verifica
Sezione mezzeria verticale	Y	100	18	3.93	4.1	16.65	4.4	FR H	387863	0	0	0	0	15	Si

Soletta Inferiore

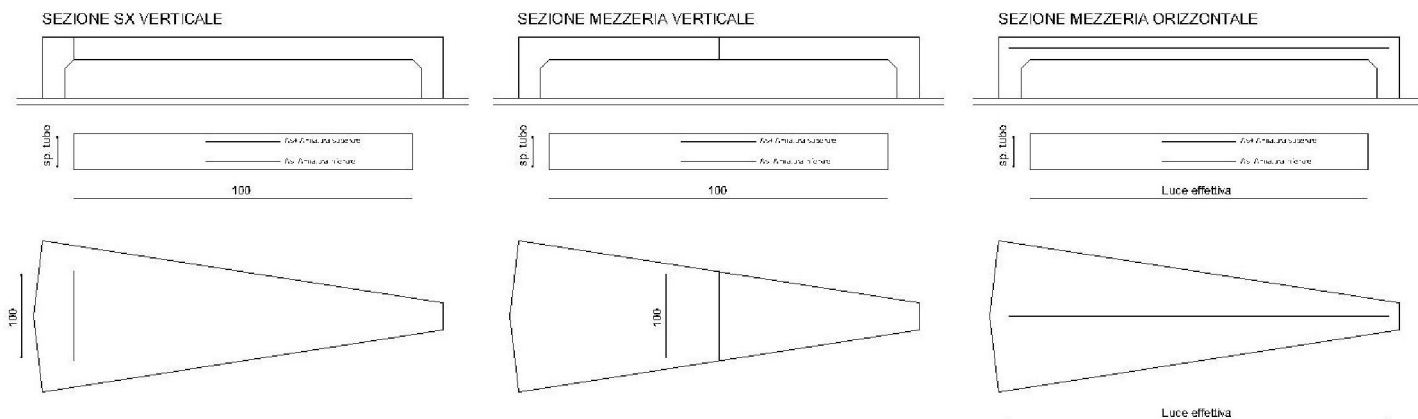
Valori in daN, cm

C40/50

fyk 4500

Stampa delle verifiche manuali





Sezione mezzeria verticale

$$A_{f+} = 5 \phi 10 = (\pi \times d^2/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

$$A_{f-} = 5 \phi 10 + 5 \phi 18 = (\pi \times d^2_1/4) \times 5 + (\pi \times d^2_2/4) \times 5 = 1665 \text{ mm}^2 = 16.65 \text{ cm}^2$$

Sezione SX verticale

$$A_{f+} = 5 \phi 10 + 5 \phi 18 = (\pi \times d^2_1/4) \times 5 + (\pi \times d^2_2/4) \times 5 = 1665 \text{ mm}^2 = 16.65 \text{ cm}^2$$

$$A_{f-} = 5 \phi 10 = (\pi \times d^2_1/4) \times 5 = 393 \text{ mm}^2 = 3.9 \text{ cm}^2$$

Sezione mezzeria orizzontale

$$A_{f+} = 7 \phi 6 + 4 \phi 12 = (\pi \times d^2_1/4) \times 7 + (\pi \times d^2_2/4) \times 4 = 650 \text{ mm}^2 = 6.5 \text{ cm}^2$$

$$A_{f-} = 7 \phi 6 = (\pi \times d^2_1/4) \times 7 = 198 \text{ mm}^2 = 2.0 \text{ cm}^2$$

Verifiche in punti generici

Punti generici di verifica

Nome	X	Y	Base nominale	Dir.
Sezione mezzeria orizzontale	118	100	200	X
Sezione mezzeria verticale	118	85	100	Y
Sezione sx verticale	28	85	100	Y

Verifiche SLU flessione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	Mu	Nu	c.s.	Verifica
Sezione sx verticale	Y	100	23	3.93	4.1	16.65	4.4	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q)	1037965	0	1127122	0	1.0859	Si
Sezione mezzeria orizzontale	X	200	18	6.41	3.5	1.88	3.3	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q)	-322391	0	-372800	0	1.1564	Si
Sezione mezzeria verticale	Y	100	18	16.65	4.4	3.93	4.1	LU (1.35G1+1.5G2+1.35Q - 1+1A)	-247475	0	-800569	0	3.2349	Si

Verifiche SLE tensione calcestruzzo nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σc	σlim	Es/Ec	Verifica
Sezione sx verticale	Y	100	23	3.93	4.1	16.65	4.4	RA H	694112	0	-111	249	15	Si
Sezione mezzeria verticale	Y	100	18	16.65	4.4	3.93	4.1	RA H + H20	-180306	0	-30.9	249	15	Si
Sezione mezzeria orizzontale	X	200	18	6.41	3.5	1.88	3.3	RA H	-216110	0	-19.5	249	15	Si

Verifiche SLE tensione acciaio nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	σf	σlim	Es/Ec	Verifica
Sezione sx verticale	Y	100	23	3.93	4.1	16.65	4.4	RA H	694112	0	2665.2	3600	15	Si
Sezione mezzeria verticale	Y	100	18	16.65	4.4	3.93	4.1	RA H + H20	-180306	0	221.2	3600	15	Si

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	of	olim	Es/Ec	Verifica
Sezione mezzeria orizzontale	X	200	18	6.41	3.5	1.88	3.3	RA H	-216110	0	179.8	3600	15	Si

Verifiche SLE fessurazione nei punti generici

Punto	Dir.	B	H	A. sup.	C. sup.	A. inf.	C. inf.	Comb.	M	N	esm	Δmax	Wd	Es/Ec	Verifica
Sezione sx verticale	Y	100	23	3.93	4.1	16.65	4.4	FR H	572545	0	0.00074	20.3	0.0151	15	Si

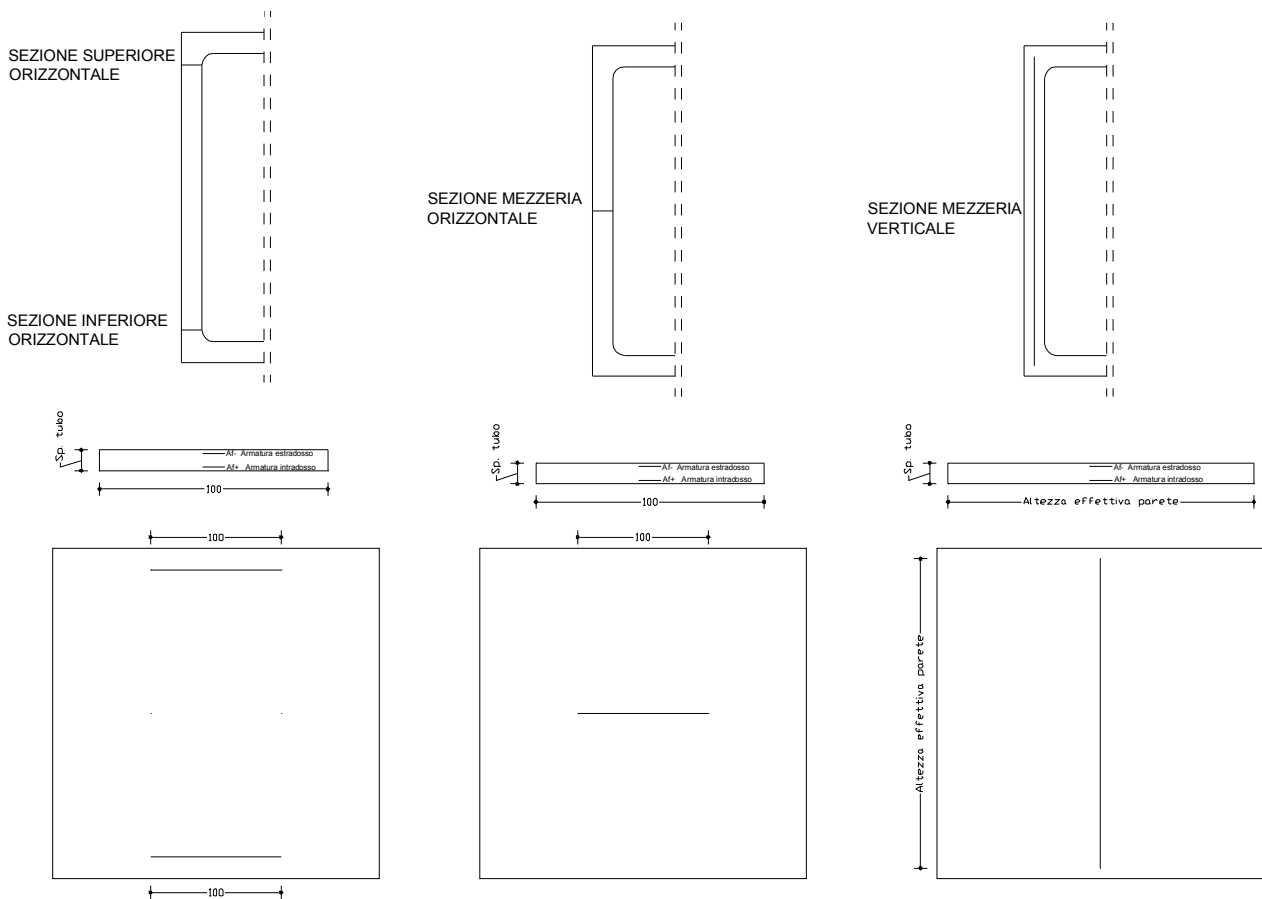
Parete

Valori in daN, cm

C40/50

f_{yk} 4500

Stampa delle verifiche manuali



Sezione mezzeria orizzontale

$$Af+ = Af- = 4 \phi 10 = (\pi \times d^2/4) \times 5 = 314 \text{ mm}^2 = 3.1 \text{ cm}^2$$

Sezione superiore/inferiore orizzontale

$$Af+ = 4 \phi 10 = (\pi \times d^2/4) \times 5 = 314 \text{ mm}^2 = 3.1 \text{ cm}^2$$

$$Af- = 4 \phi 10 + 5 \phi 18 = (\pi \times d^2/4) \times 4 + (\pi \times d^2/4) \times 5 = 1586 \text{ mm}^2 = 15.86 \text{ cm}^2$$

Sezione mezzeria verticale

$$Af+ = 7 \phi 6 + 4 \phi 14 = (\pi \times d^2/4) \times 7 + (\pi \times d^2/4) \times 4 = 814 \text{ mm}^2 = 8.14 \text{ cm}^2$$

$$Af- = 7 \phi 6 = (\pi \times d^2/4) \times 7 = 198 \text{ mm}^2 = 2.0 \text{ cm}^2$$

Verifica di stato limite ultimo

Sezione superiore orizzontale

sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	c.s.	comb	N	M	Nu	Mu
o	85	18	3.1	15.9	4.1	4.4	5.587	3	-15847	-204159	-88546	-1140723

Sezione mezzeria orizzontale

o	85	18	3.1	3.1	4.1	4.1	10.263	3	-18162	-93548	-186391	-960035
---	----	----	-----	-----	-----	-----	--------	---	--------	--------	---------	---------

Sezione inferiore orizzontale

o	85	18	3.1	15.9	4.1	4.4	1.111	2	-19870	-787834	-22084	-875633
---	----	----	-----	------	-----	-----	-------	---	--------	---------	--------	---------

Sezione mezzeria verticale

v	190	18	8.1	2.0	4.8	3.3	1.376	3	13123	-71628	18062	-98583
---	-----	----	-----	-----	-----	-----	-------	---	-------	--------	-------	--------

Combinazione rara

Sezione superiore orizzontale

sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M
o	85	18	3.1	15.9	4.1	4.4	-48.8	H +	-1.08E04	-1.47E05	500.0	H +	-1.08E04	-1.47E05

Sezione mezzeria orizzontale

o	85	18	3.1	3.1	4.1	4.1	-24.8	H +	-1.24E04	-6.72E04	83.9	H +	-1.24E04	-6.72E04
---	----	----	-----	-----	-----	-----	-------	-----	----------	----------	------	-----	----------	----------

Sezione inferiore orizzontale

o	85	18	3.1	15.9	4.1	4.4	-169.6	H	-1.34E04	-5.28E05	2598.1	H	-1.34E04	-5.28E05
---	----	----	-----	------	-----	-----	--------	---	----------	----------	--------	---	----------	----------

Sezione mezzeria verticale

v	190	18	8.1	2.0	4.8	3.3	-28.7	H +	9.13E03	-4.97E04	3443.9	H +	9.13E03	-4.97E04
---	-----	----	-----	-----	-----	-----	-------	-----	---------	----------	--------	-----	---------	----------

Combinazione frequente

Sezione superiore orizzontale

sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	Wklim	st	Sm(mm)	c
o	85	18	3.1	15.9	4.1	4.4	-39.2	H+H2	-8.70E03	-1.18E05	401.6	H+H2	-8.70E03	-1.18E05	0.00	0.40	19.0	0.0	H+H2

Sezione mezzeria orizzontale

o	85	18	3.1	3.1	4.1	4.1	-20.2	H+H2	-1.01E04	-5.48E04	69.8	H+H2	-1.01E04	-5.48E04	0.00	0.40	5.3	0.0	H+H2
---	----	----	-----	-----	-----	-----	-------	------	----------	----------	------	------	----------	----------	------	------	-----	-----	------

Sezione inferiore orizzontale

o	85	18	3.1	15.9	4.1	4.4	-139.2	H	-1.10E04	-4.34E05	2134.8	H	-1.10E04	-4.34E05	0.14	0.40	0.0	198.5	H
---	----	----	-----	------	-----	-----	--------	---	----------	----------	--------	---	----------	----------	------	------	-----	-------	---

Sezione mezzeria verticale

v	190	18	8.1	2.0	4.8	3.3	-23.3	H+H2	7.42E03	-4.03E04	2796.6	H+H2	7.42E03	-4.03E04	0.00	0.40	6.0	0.0	H+H2
---	-----	----	-----	-----	-----	-----	-------	------	---------	----------	--------	------	---------	----------	------	------	-----	-----	------

Combinazione quasi permanente

Sezione superiore orizzontale

sez	B	H	Af+	Af-	c+	c-	sc	c	N	M	sf	c	N	M	Wk(mm)	Wklim	st	Sm(mm)	c
o	85	18	3.1	15.9	4.1	4.4	-10.6	H +	-2.44E03	-3.20E04	106.3	H +	-2.44E03	-3.20E04	0.00	0.30	5.1	0.0	H +

Sezione mezzeria orizzontale

o	85	18	3.1	3.1	4.1	4.1	-6.6	H +	-3.14E03	-1.77E04	27.9	H +	-3.14E03	-1.77E04	0.00	0.30	1.8	0.0	H +
---	----	----	-----	-----	-----	-----	------	-----	----------	----------	------	-----	----------	----------	------	------	-----	-----	-----

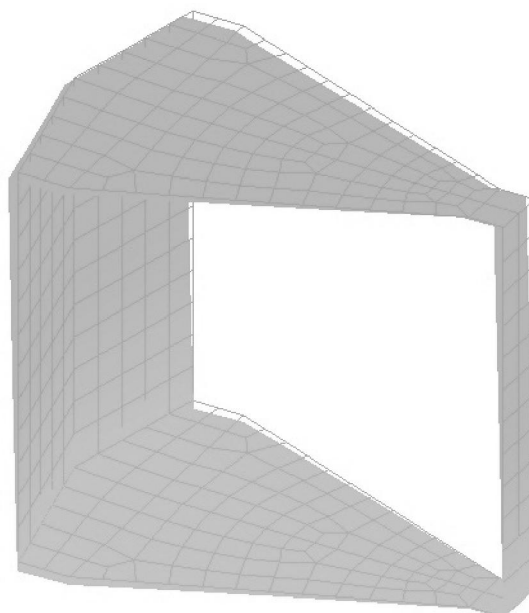
Sezione inferiore orizzontale

o	85	18	3.1	15.9	4.1	4.4	-48.1	H	-3.59E03	-1.50E05	744.8	H	-3.59E03	-1.50E05	0.00	0.30	28.7	0.0	H +
---	----	----	-----	------	-----	-----	-------	---	----------	----------	-------	---	----------	----------	------	------	------	-----	-----

Sezione mezzeria verticale

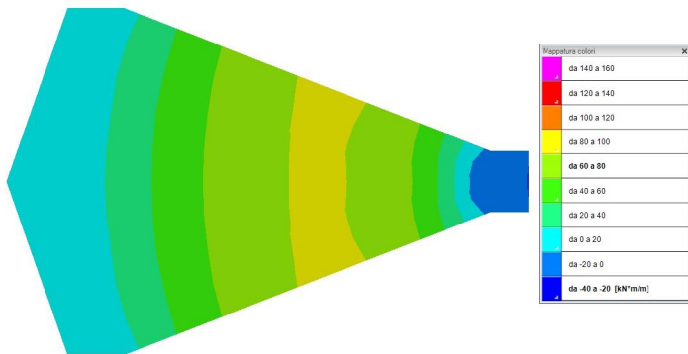
v	190	18	8.1	2.0	4.8	3.3	-7.1	H +	2.28E03	-1.22E04	854.2	H +	2.28E03	-1.22E04	0.00	0.30	1.8	0.0	H +
---	-----	----	-----	-----	-----	-----	------	-----	---------	----------	-------	-----	---------	----------	------	------	-----	-----	-----

DEFORMATA DEFORMATA IN CONDIZIONI D'ESERCIZIO

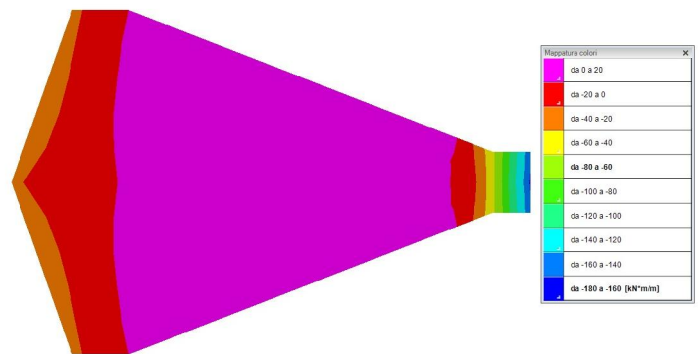


DIAGRAMMI DI INVILUPPO (SLU) DELLE SOLLECITAZIONI FLETTENTI

SOLETTA SUPERIORE

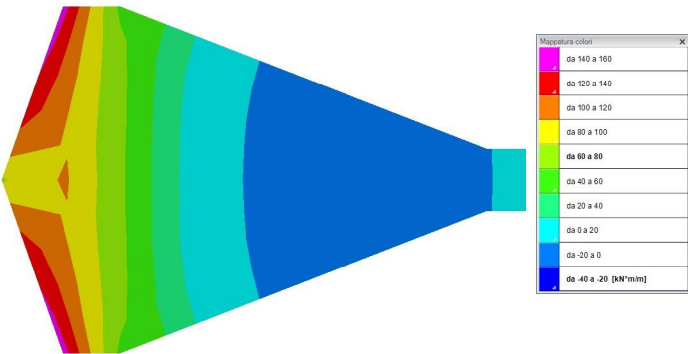


SOLLECITAZIONI MASSIME

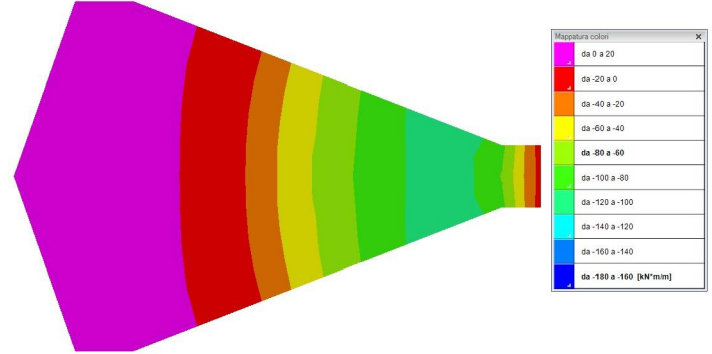


SOLLECITAZIONI MINIME

SOLETTA INFERIORE

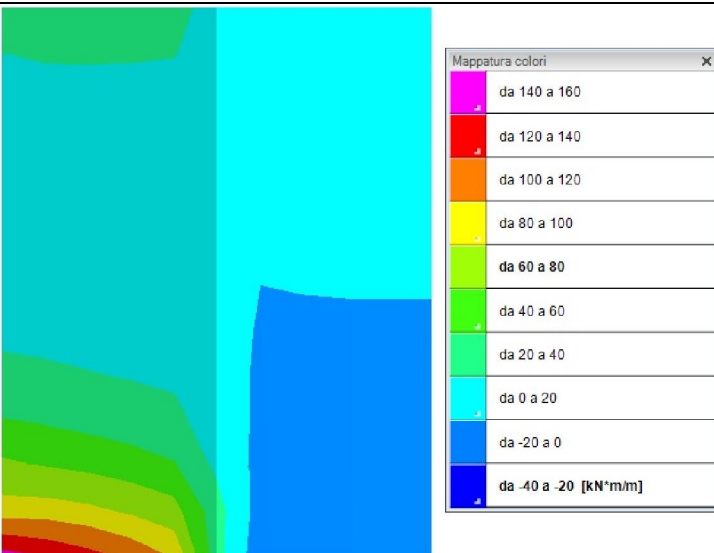


SOLLECITAZIONI MASSIME



SOLLECITAZIONI MINIME

PARETE



SOLLECITAZIONI MASSIME



CANZIAN

MANUFATTI IN CEMENTO
MARMI E GRANITI

ING. GIOVANNI MAIORANA
VIA VESALIO, 6 - 35121 PADOVA - Tel. 049.772990
Fax. 049.7353471 E-mail: info@studiomaiorana.it

39/39

4794_200x200_aerop_06-18

DISEGNI ESECUTIVI



31030 Colfosco di Susegana / TV
Via 18 Giugno, 219 - susegana@canzian.it
Tel. +39 0438 482023 - Fax +39 0438 482005



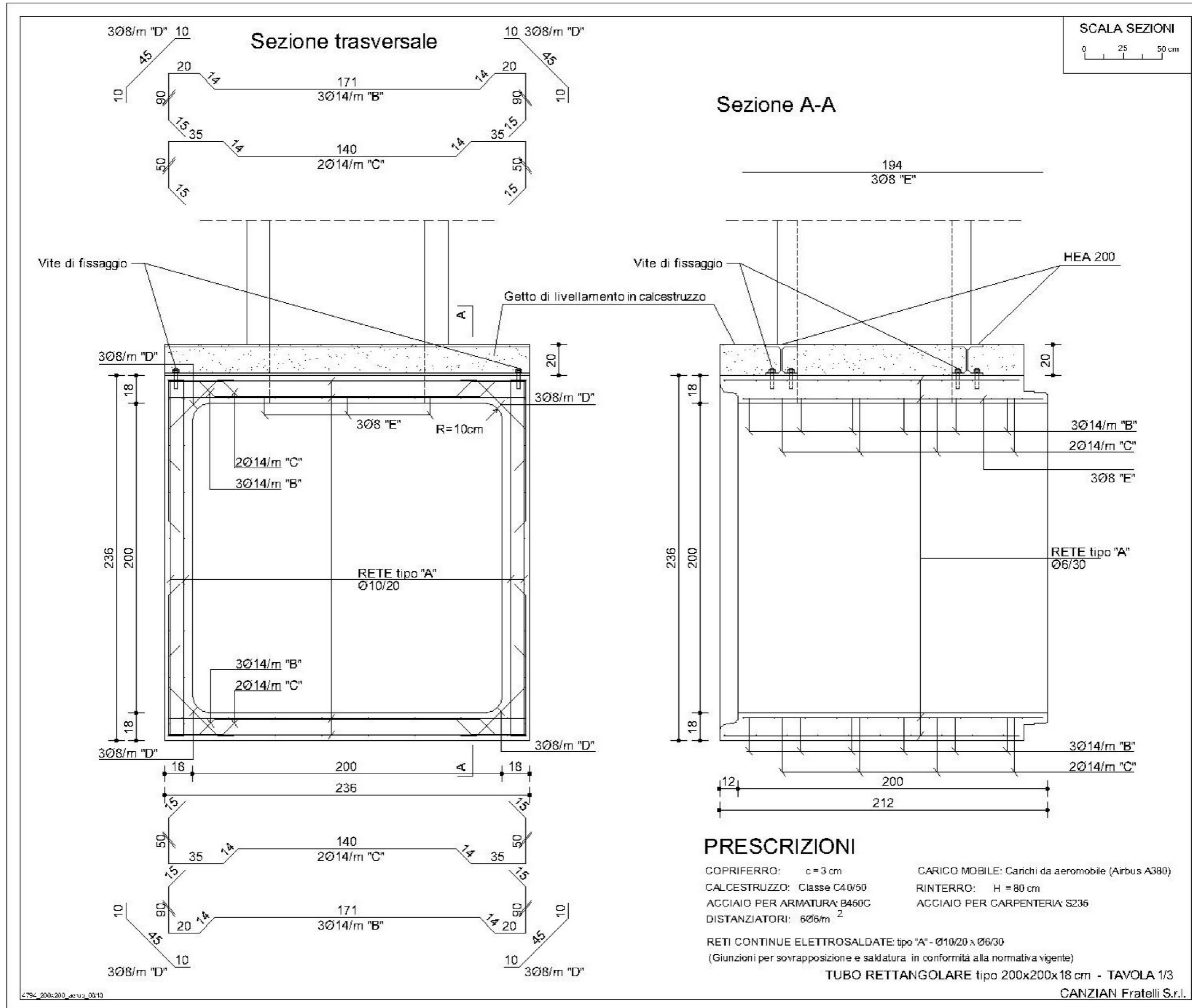
31025 Santa Lucia di Piave / TV
Via del Capitello, 2 - marmi@canzian.it
Tel. +39 0438 63226 - Fax +39 0438 60674



31025 Santa Lucia di Piave / TV
Via Asilo, 1 - marmi@canzian.it
Tel. +39 0438 701541 - Fax +39 0438 60674



32013 Longarone / BL
Z.I. Villanova, 23 - longarone@canzian.it
Tel. / Fax +39 0437 770350



31030 Colfosco di Susegana / TV
Via 18 Giugno, 219 - susegana@canzian.it
Tel. +39 0438 482023 - Fax +39 0438 482005



31025 Santa Lucia di Piave / TV
Via del Capitello, 2 - marmi@canzian.it
Tel. +39 0438 63226 - Fax +39 0438 60674



31025 Santa Lucia di Piave / TV
Via Asilo, 1 - marmi@canzian.it
Tel. +39 0438 701541 - Fax +39 0438 60674



32013 Longarone / BL
Z.I. Villanova, 23 - longarone@canzian.it
Tel. / Fax +39 0437 770350

