



SALERNO INTERPORTO SpA

Presidente Cavaliere del Lavoro Giuseppe AMATO

Uffici Amministrativi : Via Madonna di Fatima, 194 - 84129 SALERNO - tel. 089 5223288 fax 089 3867138 - email: direzione@salernointerporto.it
Ufficio Tecnico: Viale Barassi 19/20 - 84091 Battipaglia (SA) tel. 0828 372008 fax 0828 679704 - email: info@salernointerporto.it

AMMINISTRATORE DELEGATO	RESPONSABILE del PROCEDIMENTO	COORDINATORE della PROGETTAZIONE
Dott. Pierluigi PASTORE	Ing. Carmine AVAGLIANO	Arch. Orlando CAPRINO CAPRINO
UFFICIO TECNICO	CONSULENZE	
Responsabile Arch. Fausto FARINA	Economico Finanziaria Gruppo CLAS Prof. Roberto ZUCCHETTI	Progettazione Impianti Termotecnici Idrico/Sanitari - Antincendio P.I. Domenico AMENDOLA
Ing. Stefano RIGGIO Geom. Mario ANNUNZIATA Geom. Franco MARTINO Geom. Nunzio MELCHIONDA Geom. Giuliano SBORDONE Dott. ^{ssa} Adele LIMODIO	Geologia - Idrogeologia - Geotecnica Dott. Luigi LANDI Dott. Salvatore MESSINEO	Progettazione Impianti Elettrici Ing. Rosario LANDI
	Responsabile ambientale Dott. Salvatore MESSINEO	Progettazione Impianti Telematici ed Antintrusione Ing. Carmine DE DONATO
	Piano di Monitoraggio Ambientale ITAN s.r.l.	Progettazione Strutture Ing. Domenico BENINCASA
Spazio per gli ENTI		

INTERPORTO DI BATTIPAGLIA Progetto DEFINITIVO Secondo Lotto Funzionale

OGGETTO:

PROGETTO ARCHITETTONICO Relazione tecnica

REV.	MODIFICHE	DATA	COMMESSA	ELENCO GENERALE	ELABORATO
0	EMISSIONE	Luglio 2007	002/SLF	009	AR RE01
1					
2					
3					
4					
5				SCALA	FILE
					AR RE01.doc

Inizio Progettazione 02/04/02

Diritti Tutelati a Termini di Legge

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

INDICE

PREMESSA	4
CAPITOLO I - PAVIMENTAZIONI	4
1.I - PREMESSA	4
VANTAGGI DELLA SOLUZIONE PROPOSTA	6
2.I - DIMENSIONAMENTO	7
STALLI (PAVIMENTAZIONE TIPO 1)	7
VIABILITÀ (PAVIMENTAZIONE DI TIPO 2)	7
VALUTAZIONE DEL CBR DI PROGETTO DEL TERRENO	9
CAPITOLO II - INTERVENTI DI MITIGAZIONE PAESAGGISTICA E VEGETAZIONALE	10
1.II - LA SCELTA DELLE SPECIE	11
2.II - LINEE GUIDA PER GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE A VERDE	21
INERBIMENTO	21
MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DELL'INTERVENTO	22
BOSCHETTO MEDITERRANEO	23
ROSETO	25
SIEPE FRANGIVENTO	26
AIUOLE FIORITE	27
3.II - MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI	28
RICOSTITUZIONE DI SUOLO VEGETALE	28
L'ACCANTONAMENTO DEL SUOLO HUMICO	28
LA POSA IN OPERA DEL SUOLO UMICO	29
TRACCIAMENTI E PICCHETTATURE	30
FORNITURA DELLE ESSENZE VEGETALI	30
IMPIANTI: MODALITÀ DIMESSA A DIMORA DI ALBERI E ARBUSTI	31
PREPARAZIONE DELLE BUCHE	32
PALO TUTORE	33
POSA IN OPERA DELLE ESSENZE VEGETALI	33
4.II - CURE COLTURALI E MANUTENZIONE	34

PULIZIA DEL TERRENO	34
POTATURA.....	35
RISARCIMENTO DELLE FALLANZE	36
STABILITÀ DELLE PIANTE	37
MANUTENZIONE DEL MANTO ERBOSO	37
MANUTENZIONE DELLA VEGETAZIONE ARBOREO-ARBUSTIVA.....	38
CAPITOLO III – OPERE IN C.A., C.A.P., E IN MURATURA	39
1.III - CARATTERISTICA DEI MATERIALI DELLE OPERE IN C.A. E C.A.P.	39
2.III - SOLLECITAZIONI AMMISSIBILI.....	40
3.III - NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	41
4.III – TIPOLOGIA -COASTRUTTIVA	42
5.III - DESCRIZIONE DIMENSIONALE EDIFICI	43
EDIFICI C1 E C2	43
EDIFICI D1 E D2.....	44
MODELLO DI CALCOLO	45
COLLEGAMENTI STRUTTURALI	45
DISPOSIZIONE DEI GIUNTI	46
ANALISI DEI CARICHI.....	46
PIANO INTERMEDIO – UFFICI.....	47
COPERTURA.....	47
PILASTRI	47
PANNELLI TAMPONAMENTO	47
6.III - DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI	47
7.III - CALCOLO DEL CARICO LIMITE.....	49
8.III - DESCRIZIONE DI TORRE RAJ	50
9.III - NORMATIVA DI RIFERIMENTO.....	52
RIFERIMENTI LEGISLATIVI.....	53
VERIFICHE DEGLI ELEMENTI MURARI	54
10.III - PIANO TERRA ~ STATO DI FATTO	55
FONDAZIONI.....	55

SOLAIO DI COPERTURA PIANO TERRA.....	60
MURATURA	64
DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI DA REALIZZARE	65
PIATTABANDE.....	80
11.III– PRIMO PIANO	83
SOLAIO DI COPERTURA PRIMO PIANO.....	83
MURATURA	84
PIATTABANDE.....	84
12.III – SECONDO PIANO	85
SOLAIO DI COPERTURA	85
MURATURA	85
PIATTABANDE.....	85
13.III – COPERTURA	86

RELAZIONE TECNICA SPECIALISTICA

PREMESSA

Con la presente relazione vengono analizzate le caratteristiche tecniche degli interventi più significati, richiamando le norme di riferimento, e i criteri adottati per ogni scelta progettuale.

In particolare vengono sviluppati i criteri progettuali per quanto concerne i seguenti interventi:

- pavimentazioni;
- opere di mitigazione e verde;
- predimensionamento, materiali, parametri geotecnici edifici C1, C2, D1; D2
- tipologie di intervento, materiali, procedure di posa in opera edificio Torre Raj corpi 2 e 3.

Le scelte adottate sono il frutto di un'attenta analisi delle condizioni al contorno di ogni singolo intervento, dei livelli di esercizio, delle scelte funzionali e ipotesi progettuali a base dell'intero intervento.

I dati numerici di verifica degli elementi strutturali sono riportati sulla tavola "*relazioni di calcolo*".

CAPITOLO I - PAVIMENTAZIONI

1.I - PREMESSA

Le aree interessate dal presente progetto costituiscono la seconda fase di realizzazione dell'Interporto di Battipaglia.

Tuttavia, essendo già in fase avanzata di progetto, si è ritenuto opportuno non limitare la progettazione della pavimentazione, bensì determinare la soluzione necessaria ad interporto completato.

Pertanto, il traffico considerato (movimentazione containers, traffico autoarticolati, veicoli commerciali e privati) è quello che previsto per l'interporto in pieno esercizio.

In funzione delle esigenze connesse con l'utilizzo dei piazzali di stoccaggio containers ed a seguito di una ricerca sui principali tipi di pavimentazione adottati nelle aree di stoccaggio caratterizzate da forti carichi concentrati, si è deciso di realizzare la pavimentazione del terminal containers con masselli in cls vibrocompreso.

Nelle varie zone dell'interporto sono stati utilizzati i seguenti tipi di pavimentazione:

Il tipo1: pavimentazione per la zona riservata agli stalli dei mezzi pesanti realizzata con i masselli in cls vibrocompreso. In tale caso è stato previsto, nelle zone in trincea, il risanamento del sottofondo, o con stabilizzazione a calce (al 4 % e per uno spessore presumibilmente di 60 cm, ma da definire in seguito ad opportune prove di laboratorio) o con utilizzo di tout venant di cava con un $M_d=1000$ kg/cmq, nelle zone in rilevato, una soluzione diversa a seconda dell'altezza del rilevato (come vedremo più avanti), la messa in opera di uno strato di base in misto cementato per uno spessore di 45 cm, la posa in opera di uno strato di tessuto non tessuto per evitare il disperdersi del sovrastante strato di 4 cm di sabbia fine di allettamento per i blocchetti in cls vibrocompreso, aventi lo spessore minimo di 8 cm.

Il tipo 2: pavimentazione per la viabilità interna utilizzata dai mezzi commerciali, autotreni e veicoli privati con una pavimentazione in conglomerato bituminoso avente i seguenti spessori:

- fondazione: misto cementato cm 35
- base: conglomerato bituminoso cm 10
- binder: conglomerato bituminoso cm 8

Vantaggi della soluzione proposta

Per tutte le aree da utilizzarsi come terminal containers si è preferito utilizzare una pavimentazione in masselli autobloccanti realizzati in calcestruzzo vibrocompresso di spessore minimo di 8 cm, forma trifoglio, posata a secco su letto di sabbia di spessore di 4 cm, vibrocompattata con piastra e sigillata a secco con sabbia fine asciutta.

I masselli dovranno essere prodotti e controllati a norma UNI 9065 da aziende in possesso del marchio di qualità PAVITALIA e certificati idonei all'impiego in aree soggette a forte abrasione secondo quanto stabilito dalle norme PAVITALIA, con una adeguata resistenza all'urto.

La pavimentazione proposta in masselli di cls vibrocompresso, presenta alcuni elementi di vantaggio anche rispetto ad una eventuale pavimentazione rigida in calcestruzzo armato gettato in opera.

In particolare, si ritiene opportuno segnalare i seguenti aspetti:

La pavimentazione rigida in cls, anche in presenza di giunti di dilatazione termica può essere soggetta a fessurazioni superficiali che, per effetto degli agenti atmosferici e dei mezzi operativi di piazzale, possono aggravarsi fino a causare fratture evidenti nelle lastre di cls, con asportazione di materiale (scheggiatura) e dissesti del piano viabile;

La pavimentazione in masselli di cls, al contrario, non presenta fenomeni di fessurazione, essendo costituita da una serie di elementi accostati di ridotte dimensioni, le dilatazioni termiche non provocano quindi alcuna alterazione del piano viabile;

La resistenza superficiale dei masselli in cls vibrocompresso è molto elevata e soprattutto garantita dal processo di fabbricazione industriale; per quanto riguarda le operazioni di manutenzione, la pavimentazione a masselli in cls è gestibile con grande facilità anche a seguito di cedimenti localizzati o rottura di elementi; è infatti sufficiente asportare i blocchetti, rimettere in piano il sottofondo di sabbia e rimettere a dimora i masselli nella posizione primitiva;

Ancora più evidente è il vantaggio nel caso si debba procedere ad un riposizionamento delle rete dei servizi sotto il piazzale, nella pavimentazione a masselli è possibile con grande facilità, anche a distanza di anni, rimuovere i masselli e posizionare condotte o reti di servizi, ripristinando in tempi molto brevi il piano viabile originario.

Infine la scelta di realizzare in conglomerato bituminoso le vie di circolazione, deriva dai costi ridotti (in questo caso i carichi non sono statici e si perde la necessità di utilizzare un materiale non soggetto a deformazioni permanenti), e dalla riduzione dell'inquinamento acustico (dovuto all'azione dei carichi dinamici sui giunti).

2.I - DIMENSIONAMENTO

Stalli (pavimentazione tipo 1)

L'organizzazione funzionale prevista, influenza anche sul dimensionamento e sui carichi di esercizio da prevedere per la pavimentazione.

In base all'organizzazione funzionale, infatti, vengono individuate due superfici tipo aventi diverse caratteristiche in esercizio:

a - Aree di stallo per i mezzi commerciali soggette essenzialmente all'azione dei carichi statici concentrati trasmessi dai piedini dei containers;

b - Aree destinate al movimento degli autotreni privati e dei mezzi operativi .

Lo strato di base dovrà essere realizzato in misto cementato, con cemento (UNI 197/1) tipo 1-5 con contenuto di cemento 3.5-5% e resistenza media a compressione 4.0-7.0 N/mm².

La miscela di aggregati deve avere una composizione granulometrica contenuta nel fuso della società autostrade.

Viabilità (pavimentazione di tipo 2)

Per il calcolo della pavimentazione, è stato previsto che vi siano 250 gg/anno lavorativi.

Il traffico è stato ricavato dalla “Nota sui traffici veicolari previsti per la realizzazione funzionale dell’interporto” (di cui all’allegato A – Legge n.135/97).

Il traffico totale previsto è di 506 veic./giorno, per cui nell’arco di 20 anni di vita utile si ha il passaggio di 2.530.000 veicoli commerciali, con il seguente spettro di traffico:

Autoarticolati :	35% a pieno carico	31% solo tara
Autocarri:	16% a pieno carico	12% solo tara
Furgoni:	3% a pieno carico	2% solo tara.

Il metodo di calcolo utilizzato è quello empirico-statistico AASHTO, in cui si è considerato una affidabilità dell’80%, essendo piuttosto sicuri sul traffico veicolare effettivamente presente, e tenuto conto che ci si è tenuti sui massimi valori previsti. Si è inoltre tenuto conto che la zona più carica sarà sollecitata dal 50% del traffico totale transitante in 20 anni, essendo il traffico totale ripartito in modo uniforme nei due sensi di marcia.

La scelta dei vari spessori è stata effettuata seguendo considerazioni funzionali – economiche.

Gli strati di usura, base e binder saranno in conglomerato bituminoso, secondo le prescrizioni riportate sul capitolato tecnico .

Lo strato di fondazione sarà in misto cementato con le stesse caratteristiche della pavimentazione zona terminal.

Le considerazioni di calcolo e sui materiali utilizzati per le pavimentazioni esterne sono riferite al livello massimo di servizi dell’interporto, che corrisponde al pieno esercizio dell’intera struttura. Nel caso specifico, il progetto è riferito al II lotto Funzionale, e quindi si è deciso di limitare il pacchetto stradale in conglomerato bituminoso solo ai

rispettivi due strati di base e binder, rimandando alla fase di completamento, la realizzazione dello strato di usura. Tale scelta comporta inevitabilmente (quando verrà realizzato il lotto di completamento) di raccordare le zanelle prefabbricate per la raccolta dell'acqua superficiale al pacchetto di usura, con uno spessore variabile dal ciglio verso il centro della carreggiata, mantenendo costante lo spessore medio indicato in premessa.

Valutazione del CBR di progetto del terreno

I metodi di dimensionamento correntemente usati per il progetto delle pavimentazioni stradale/aeroportuali e industriali richiedono la conoscenza della portanza del sottofondo, che può essere espressa attraverso il parametro convenzionale statico CBR. Per la sua valutazione, bisognerebbe realizzare una campagna di misure in laboratorio ed in sito.

Dai dati che si hanno a disposizione, sembra che il terreno in sito abbia una portanza piuttosto scarsa, per cui il progetto della pavimentazione è stato eseguito prevedendo un CBR=10%, ovvero tale da garantire un $M_d = 500 \text{ kg/cm}^2$.

CAPITOLO II - INTERVENTI DI MITIGAZIONE PAESAGGISTICA E VEGETAZIONALE

Una delle prime conseguenze derivanti dalla realizzazione di un'infrastruttura di grosse dimensioni su un terreno incolto è la diminuzione della presenza vegetale sul sito. A prescindere dal valore naturalistico o estetico di questa componente, la sottrazione di elementi naturali è comunque deleteria per il territorio. In questa ottica si rileva l'importanza dell'inserimento di interventi di mitigazione a verde, per lenire la ferita inferta all'ambiente e migliorare la qualità della vita di chi in quello ambiente trascorre parte della propria giornata. L'utilità delle piante si esplica in particolare nell'intercettazione delle polveri, nella produzione di ossigeno, nella regolazione termica, nell'effetto barriera contro vento e rumore, nella fissazione dei gas tossici e anche nella funzione psicologico-ricreativa, per cui il luogo di lavoro risulta più gradevole anche dal punto di vista estetico.

Il progetto dell'Interporto di Salerno offre numerosi spunti per la sistemazione a verde, in quanto l'area è decisamente vasta e inoltre ci sono spazi e strutture idonei a diversi interventi.

Il primo passo da compiere nella progettazione del verde, dopo aver esaminato l'area sulla carta e sul posto, consiste nel fare una riflessione circa le finalità da perseguire e per capirle è necessario soffermarsi sulle caratteristiche dell'utenza.

L'Interporto si configura come un luogo di passaggio e di breve sosta per i trasportatori, mentre per coloro che lavoreranno negli Uffici di gestione, nei magazzini e nel palazzo destinato a terziario e servizi, sarà il posto dove passeranno gran parte delle loro giornate e dove compiranno per intero la loro attività lavorativa. Le funzioni svolte dalla vegetazione, descritte nel paragrafo precedente, sono fruibili da tutti gli utenti, ma

per la prima categoria si perseguiranno fini più meramente utilitaristici, mentre per le altre acquisirà maggiore importanza l'aspetto estetico.

In particolare si prevede la seguente tipologia e localizzazione degli interventi:

- Inerbimenti
- Boschetto mediterraneo
- Roseto
- Siepe frangivento
- Aiuole con arbusti fioriti

1.II - LA SCELTA DELLE SPECIE

Il momento della scelta delle specie è fondamentale nella progettazione del verde, perché da esso dipende la riuscita dell'intervento.

Prima di effettuare questo passaggio è però opportuno porsi altre domande relative al periodo dell'anno in cui avverrà la fruizione dell'area e alla compatibilità tecnica, ecologica e paesaggistica con le caratteristiche del sito.

Per quello che riguarda il periodo di utilizzo, si prevede che questo si estenda all'intero corso dell'anno, per cui si ritiene opportuno inserire soprattutto specie a foglie persistenti.

La realizzabilità dell'opera è assicurata dalla configurazione essenzialmente pianeggiante dell'area e per quanto riguarda l'inserimento nell'ambiente circostante, non si rilevano particolari ostacoli, dato che l'area di intervento si trova in una zona ricca di infrastrutture e di elementi artificiali, nonché altamente degradata.

In questo senso l'intervento di sistemazione a verde si pone come elemento addirittura riqualificante del paesaggio e di richiamo verso una condizione di naturalità ormai perduta.

Per questo motivo la scelta delle specie è ricaduta su elementi tassativamente autoctoni.

Questi ultimi infatti, come primo vantaggio, assicurano la riuscita dell'intervento, in quanto adatti alle condizioni ecologiche e geneticamente più resistenti agli agenti patogeni locali, inoltre il loro costo è minore rispetto alle specie esotiche e da ultimo svolgono anche una funzione "didattica", quasi "storica", nel rammentare, con i loro colori e odori, il volto originario del luogo in cui si inseriscono.

Le specie scelte per la sistemazione a verde dell'Interporto di Salerno sono elencate e descritte di seguito:

- LECCIO
- LENTISCO
- CORBEZZOLO
- MIRTO
- ILATRO SOTTILE
- VIBURNO TINO
- ROSA
- OLEANDRO
- TAMERICE

LECCIO (*Quercus ilex* L.)

Pianta mediterranea, originaria dell'Europa meridionale e del nord Africa: In Italia è tipica delle regioni centro-meridionali, dove forma macchie o associazioni boschive fino a 1000-1200 m di quota. Il portamento è generalmente arboreo o arbustivo, con fusto a volte diviso alla base. Nella forma arborea il tronco rimane indiviso formando una chioma a cappello globosa. Raggiunge altezze variabili da pochi metri fino a 15-20 m. Le foglie sono persistenti, con lamina coriacea, di colore verde scuro e lucido nella pagina superiore e grigiastro in quella inferiore. Nell'Italia centro-meridionale si trova come esemplare singolo o in associazioni boschive e a macchia, sia come albero, che nelle sue forme cespugliose, nelle zone costiere o nelle zone interne fino a 1000-1200 m. Si tratta

di una specie rustica, di lenta crescita, ma longeva che predilige terreni acidi o subacidi e le condizioni climatiche miti (non sopporta geli intensi e prolungati). È una pianta che resiste a condizioni di prolungata siccità e a terreni anche relativamente poveri. Vegeta sia in condizioni di elevata luminosità che di parziale ombreggiamento.

Il Leccio è una pianta abbastanza resistente alle avversità e ai danni da inquinamento, per cui può essere utilizzato anche a scopo ornamentale e paesaggistico nel verde urbano degli areali mediterranei.



Quercus ilex L.

LENTISCO (*Pistacia lentiscus* L.)

Originario del bacino del Mediterraneo, in Italia è diffuso lungo i litorali delle regioni centro-meridionali e della Liguria, fino a 700 m di altitudine.

Le dimensioni del Lentisco rimangono contenute entro i 3-4 m; il suo portamento è per lo più arbustivo, con chioma globosa, sempreverde, irregolare e fitta, che emana odore di resina.

Il Lentisco è una tipica essenza della macchia mediterranea; si può consociare naturalmente con Olivo, Carrubo, Terebinto, Corbezzolo ecc. Non teme la siccità, bensì il freddo, non ha particolari esigenze pedologiche, pur preferendo i terreni sabbiosi.



Pistacia lentiscus L.

CORBEZZOLO (*Arbutus unedo* L.)

Pianta originaria dell'Europa meridionale, delle coste mediterranee del nord Africa e dell'Asia occidentale, il portamento del Corbezzolo può essere arboreo o arbustivo-cespuglioso, con chioma rada, persistente, molto irregolare e di forma varia. Raggiunge altezze variabili da 1-2 m fino a 8-10 m.

Presenta fusto contorto, ramificato in modo irregolare, spesso fin dalla base, dai caratteristici frutti costituiti da capsule rotonde color arancione, che pendono dai rami.

Il Corbezzolo è spontaneo negli areali del centro-sud Italia dove fa parte della macchia mediterranea, associato anche ad alberi e arbusti, in particolare al Leccio. Può essere utilizzato anche come pianta ornamentale negli ambienti a clima caldo e temperato.

Il Corbezzolo si adatta a molti tipi di substrato, prediligendo però quelli tendenzialmente sciolti e subacidi ed esposizioni soleggiate o parzialmente ombreggiate. Manifesta in ogni caso una discreta tolleranza al calcare e agli agenti inquinanti.



Arbutus unedo L.

MIRTO (*Myrtus communis* L.)

Il Mirto è una pianta originaria delle regioni mediterranee europee e nordafricane e dell'Asia occidentale.

Il portamento è arbustivo-cespuglioso, con chioma globosa, irregolare, espansa e larga nelle parti superiori. Raggiunge altezze di 0.5-3 m. Si tratta di un cespuglio molto ridotto, diviso e ramificato fin dalla base, con chioma densa e intrecciata. Le foglie sono persistenti, coriacee, di color verde scuro e molto aromatiche, i fiori sono biancastri e il frutto è costituito da bacche tondeggianti violaceo-nerastre.

Il Mirto è un arbusto tipico della macchia mediterranea, spontaneo dalle zone costiere liguri fino alla Sicilia; è una piante tipicamente termofila che viene danneggiata dai

freddi intensi e dalle gelate. È abbastanza indifferente al substrato, adattandosi molto bene sia ai suoli acidi che a quelli sub-alcasini e calcarei. Tollera molto bene la siccità e pur essendo una specie eliofila, si adatta a esposizioni a mezz'ombra. Il mirto può essere utilizzato come siepe o cespuglio per formare barriere nelle regioni mediterranee; è inoltre importante il suo ruolo come pianta ornamentale.



Myrtus communis L.

ILATRO SOTTILE (*Phillyrea angustifolia* L.)

L'Ilatro sottile è originario delle regioni del bacino del Mediterraneo occidentale. È un arbusto sempreverde, con fiori piccoli, bianco-verdastri, raccolti in racemi ascellari e frutti costituiti da drupe nere subsferiche.

Molto simile all'Ilatro comune, anche in virtù dell'eterofillia tipica del genere *Phillyrea*, la specie *angustifolia* non supera i 3 m di altezza. Colonizza terreni difficili e siccitosi, ma teme le gelate, per cui viene favorita da climi miti e caldi.



Phillyrea angustifolia L.

VIBURNO TINO (*Viburnum tinus* L.)

Originario delle regioni mediterranee, in Italia è diffuso nel centro-sud, fino alla quota di 700 m. Il Viburno tino non supera generalmente i 3 m di altezza e ha portamento arbustivo-cespuglioso.

I rami sono eretti, opposti, numerosi e originano una chioma densa e compatta, generalmente abbastanza regolare. Le foglie sono sempreverdi, di colore verde scuro e lucide nella pagina superiore e chiare in quella inferiore. I fiori sono piccoli e bianchi, riuniti a formare infiorescenze ad ombrella dense e appiattite, del diametro di 7-12 cm.

Nell'Italia meridionale entra nella costituzione di boschi formati da essenze sempreverdi, nelle leccete, nella macchia mediterranea e nella formazione di siepi spontanee. La sua rusticità lo rende di facile coltura e adatto per l'impiego ornamentale anche negli areali centro-settentrionali; pur adattandosi, predilige esposizioni soleggiate (tollera comunque bene anche posizioni ombreggiate) e terreni ben drenati e ricchi di sostanza organica. È in grado di resistere alle basse temperature e a lunghi periodi siccitosi.



Viburnum tinus L.

ROSA (genere Rosa)

Le rose sono piante tipiche dell'emisfero nord, presenti fin dall'antichità in Europa e oggi diffuse in tutti i continenti a scopo decorativo ed ornamentale.

Il portamento è arbustivo e cespuglioso (alcune per innesto sono allevate ad alberello) con altezza e forma della chioma diverse a seconda delle specie e delle varietà. Alcune rose presentano portamento sarmentoso, altre sono nane. La Rosa è un suffrutice, cioè un cespuglio ramificato fin dalla base, dove presenta rami lignificati, mentre rimane erbacea la porzione medio-alta. I rami sono dotati di spine e le foglie sono semipersistenti. I fiori sono grandi e vistosi con colori, forme, dimensioni e profumi diversi a seconda di specie e varietà. Le rose sono piante di facile coltivazione, vegetano bene adattandosi a molti tipi di substrato purché siano ricchi di sostanza organica, profondi, freschi e drenanti (non troppo silicei o troppo compatti e asfittici). Prediligono substrati subacidi, ma tollerano bene anche quelli tendenzialmente alcalini e mediamente calcarei. Tutte le rose sono piante eliofile, da impiegare in posizioni soleggiate.



Esempio di composizione con rose a cespuglio e rampicanti

OLEANDRO (*Nerium oleander* L.)

Pianta originaria degli areali mediterranei dell'Europa meridionale, dell'Africa settentrionale e dell'Asia nord-occidentale, presenta portamento generalmente arbustivo, con chioma ovoidale, espansa, più o meno regolare e raggiunge altezze di 2-5 m.

Si tratta di un cespuglio a fusto eretto, ramificato fin dalla base, con rami diritti e assurgenti. Le foglie sono persistenti, semplici, con lamina molto coriacea, lanceolata e affusolata, di color verde scuro e lucide nella pagina superiore, più chiaro con riflessi grigiastri e glauci in quella inferiore.

I fiori sono grandi e decorativi, tubulosi, larghi 3-5 cm, con petali di colore biancastro, rosato o rosso violaceo. La fioritura è praticamente continua da giugno a fine estate.

L'Oleandro è una pianta spontanea di molti ambienti dell'Italia meridionale. È abbastanza rustica, adattandosi sia a terreni argillosi mediamente compatti, che a quelli sabbiosi e poveri. Tollera assai bene la siccità e i venti salmastri, oltre che gli inquinanti atmosferici. È una pianta che esige posizioni esposte e soleggiate. Le foglie, la scorza ed i semi contengono sostanze molto tossiche per l'uomo e per gli animali.



Nerium oleander L.

TAMERICE (*Tamarix gallica* L.)

Pianta originaria dell'Europa centro-meridionale, in particolare degli areali costieri mediterranei.

Il portamento è arboreo, o più frequentemente arbustivo cespuglioso, con chioma di varia forma, sempre espansa, larga ed irregolare. Raggiunge altezze di 2-5 m.

Pianta a fusto sinuoso e contorto, ramificato generalmente fin dalla base, con la parte terminale dei rami che tende ad allargarsi e ad incurvarsi leggermente verso il basso.

Le foglie sono piccole, a lamina squamiforme, semipersistenti.

I fiori sono molto piccoli, numerosi e riuniti in infiorescenze compatte a racemo, di colore rosato, con sfumature biancastre. La fioritura piena, tardo-primaverile, è di notevole effetto decorativo.

La Tamerice è una pianta rustica, abbastanza indifferente al substrato, adattandosi sia a suoli sassosi e poveri, sia a quelli argillosi e torbosi, purché profondi e drenanti. Non tollera troppo il calcare attivo. La Tamerice rappresenta il tipico esempio di pianta pioniera, è eliofila, tollera molto bene la salinità e i venti salmastri, oltre che la siccità prolungata e i terreni sabbiosi e poveri.



Tamarix gallica L.

2.II - LINEE GUIDA PER GLI INTERVENTI DI MITIGAZIONE A VERDE

Inerbimento

Per tutte le aree su cui saranno realizzate opere di mitigazione a verde sono previste azioni di inerbimento tramite idrosemina potenziata. Con questa pratica si ottiene il “rivestimento” quasi immediato del terreno, con un conseguente importante effetto antierosivo, si controllano le infestanti e si arricchisce il suolo di sostanza organica di facile decomposizione, costituendo la fase primaria per avviare la ricostruzione della copertura vegetale. Questo intervento inoltre migliora l’aspetto estetico dell’opera, riducendo l’impatto sul paesaggio.

L’idrosemina potenziata consiste in un trattamento basato su una miscela costituita da sementi di specie erbacee in soluzioni acquose contenenti concimi chimici o organici, sostanze miglioratrici del terreno, leganti e prodotti fito-ormonici, messa in opera sulle superfici da trattare, mediante idonea e specifica attrezzatura meccanica a pressione (idroseminatrice).

La superficialità del trattamento consolidante (che può spingersi fino a profondità dell’ordine dei 20-40 cm) consente di ottenere un effetto di rapida attivazione che, se ben realizzato, permette la protezione del rilevato stradale in tempi molto brevi.

L'azione consolidante esercitata dagli apparati radicali di opportune specie vegetali che fissano e sostengono il terreno non è comunque da sottovalutare per quanto riguarda la capacità di contrastare fenomeni di erosione accelerata e di denudazione superficiale. A tal fine nella definizione della composizione del popolamento vegetale si deve cercare un'alternanza di piante a diversa profondità e tipologia di radicamento, per poter ottenere la massima omogeneità possibile dell'azione consolidante e quindi un sensibile aumento della resistenza al taglio dei terreni attraversati dalle radici.

I terreni interessati dalla messa a dimora di specie vegetali con finalità consolidanti dovranno essere trattati con bassi quantitativi di concimi perché al crescere dell'umidità e del contenuto in elementi nutritivi, a parità di specie piantumate, diminuisce la profondità di sviluppo degli apparati radicali.

L'effetto di consolidamento del terreno verrà completato sul lungo periodo dall'opera di pedogenizzazione operata da microrganismi e microflora che, decomponendo la sostanza organica derivante dai cicli vegetativi della sovrastante copertura vegetale, formano degli aggregati stabili e determinano contemporaneamente anche un aumento della porosità e, di conseguenza, della permeabilità dei suoli, con conseguente riduzione del contenuto idrico e quindi delle forze neutre negli strati più superficiali del terreno.

Modalità di realizzazione dell'intervento

Come anticipato, l'inerbimento mediante idrosemina è da realizzarsi ad avvenuta ultimazione delle opere di costruzione dell'opera e consiste nell'esecuzione di idrosemina potenziata da eseguirsi con attrezzatura meccanica a pressione (idroseminatrice) compresa la somministrazione dei necessari prodotti primari occorrenti per la stesura meccanica e omogenea di sementi scelte, secondo le risultanze delle analisi pedologiche eseguite, a carico dell'impresa, in ragione di gr./mq 30, la

somministrazione di concime fertilizzante in ragione di gr./mq 50 e la somministrazione di collante alginato composito in ragione di gr./mq 5.

Per garantire un migliore effetto ed una migliore "presa", il trattamento così composto dovrà essere realizzato in doppia "passata" eseguita a distanza di qualche ora, con tutti i prodotti mescolati contemporaneamente.

Per quanto riguarda la composizione del miscuglio di sementi, una buona miscela è solitamente composta da Graminacee (ad azione radicale superficiale) e da Leguminose (ad azione radicale profonda e con capacità di arricchimento del terreno in azoto).

Oltre al miscuglio di sementi di specie erbacee o al fiorume, è opportuno distribuire sia dei fertilizzanti, che dei prodotti correttivi delle proprietà chimiche (acidità) o fisiche (tessitura, permeabilità, igroscopicità) del terreno su cui si intende procedere all'inerbimento.

Attualmente sono in commercio diversi prodotti in grado di migliorare le qualità chimico - fisiche del terreno e di fungere da leganti o da fertilizzanti, essendo composti da particolari sostanze organiche (alghe, crostacei, farine, spore fungine, ecc.) o sintetiche (resine, schiume, ecc.); in generale sono da preferirsi le sostanze di origine naturale e biodegradabili in tempi brevi.

La miscela dovrà essere omogenea durante l'intera operazione di irrorazione e l'intervento stesso dovrà essere realizzato preferibilmente durante la stagione umida.

Parametri di dettaglio, quali la quantità e la qualità di miscela da distribuire e lo spessore dello strato da costituire sulle superfici di trattamento, dovranno essere definiti in funzione della natura del suolo nelle successive fasi progettuali.

Boschetto mediterraneo

La costituzione di zone coperte da bosco mediterraneo prevede i seguenti passaggi: preparazione del suolo, inerbimento, l'apertura delle buche e la messa a dimora.

Nella scelta del materiale vegetale e delle mescolanze si devono individuare e ripartire le specie destinate a occupare diversi ambiti nella struttura della futura cenosi per cui ci saranno:

- specie costruttrici della cenosi che costituiscano almeno il 50% dell'impianto
- specie a medio sviluppo e/o meno longeve, con una fase iniziale di rapida crescita, caratterizzanti il piano intermedio, costituenti in media il 15-25% dell'impianto
- specie arbustive di accompagnamento da inserire come complemento all'ecosistema forestale nei riguardi della fauna, che può trovare in essi cibo e rifugio e che costituiranno non più del 10% del totale dell'impianto

Anche per questo tipo di impianto sono preferibili piantine giovani e sane, con età tra 1 e 3 anni, in contenitore o fitocella, dotate di sviluppo armonico tra parte epigea e radicale.

L'obiettivo di questo tipo di impianto non è la massimizzazione della massa legnosa, ma la costituzione di una formazione vegetale il più possibile simile a quelle naturali, stabile dal punto di vista ecologico ed esteticamente gradevole, per cui si considera adeguata una densità di impianto di 1000 piante per ettaro, per motivi di competizione inter ed intraspecifica e per minimizzare gli interventi di risarcimento dovuti ad eventuali fallanze.

La disposizione in gruppi, anche monospecifici, delle specie costruttrici pare la più idonea. L'impianto dovrà avvenire per filari curvilinei distanti 4 m e tra le piante si lasceranno 3 m. Questi dati sono studiati al fine di consentire la meccanizzazione delle cure colturali tra i filari, mentre gli interventi tra le piante dovranno avvenire manualmente.

Per conferire all'impianto un aspetto il più possibile "naturale" si disporranno le piante a macchie, secondo un prototipo simile al seguente: un gruppo sarà formato dalla sola

specie costruttrice, in quattro brevi filari curvilinei e un altro comprenderà le altre specie in 3 filari con le stesse caratteristiche. Questi gruppi saranno alternati sia in orizzontale che in verticale con distanze tra loro di 6 m, facendo in modo che in prossimità delle vie di comunicazione si trovino prevalentemente arbusti. Tra queste e l'impianto sono comunque previsti almeno 3 m di suolo inerbito.

SPECIE CONSIGLIATE

SPECIE COSTRUTTRICE

- LECCIO in forma arborea

SPECIE DEL PIANO INTERMEDIO

- LENTISCO
- CORBEZZOLO
- MIRTO

SPECIE ACCOMPAGNATRICI

- ILATRO SOTTILE
- VIBURNO TINO

Roseto

Il roseto posto nelle vicinanze degli Uffici di gestione serve come decorazione e per caratterizzare, attraverso l'uso di un fiore elegante e appariscente, la zona occupata dalla dirigenza dell'Interporto, anche in considerazione del fatto che l'edificio svolgerà presumibilmente anche funzioni di rappresentanza.

Si propone la realizzazione di una siepe di Bosso per proteggere e allo stesso tempo incorniciare il roseto, che sarà realizzato utilizzando rose di vari colori a cespuglio, ad alberello e rampicanti. Nella siepe le piante di Bosso saranno disposte in modo da coprire una fascia spessa 4 m, a distanza di 0.50 m l'una dall'altra e all'interno le rose si

potranno disporre componendo i colori e le forme, avvalendosi della consulenza di esperti del settore, mantenendo comunque le piante a distanze non inferiori a 0.50 cm.

SPECIE CONSIGLIATA

Genere ROSA

Siepe frangivento

In corrispondenza della zona occupata dal Magazzino per corrieri 3 si propone la realizzazione di una siepe frangivento a protezione della zona di confine con la sede ferroviaria.

Le siepi nel passato erano un elemento importante del paesaggio agrario. Le loro principali funzioni erano quelle di delimitazione delle proprietà, produzione di legna da ardere e chiudende per gli animali. Con l'estendersi delle monoculture e dell'agricoltura industrializzata sono state considerate un ostacolo per il movimento delle macchine e per la produttività, in quanto comportavano perdita di suolo agrario, concorrenza radicale e ombreggiamento.

Dopo la loro eliminazione si è però visto che le siepi assolvevano numerose funzioni utili tra cui la protezione microclimatica, data dal fatto che con la loro presenza si crea un ambiente con aria più umida e temperature con variazioni meno pronunciate; l'azione antierosiva nei riguardi del suolo (importante anche per contrastare i processi legati alla desertificazione); il riequilibrio biologico legato alla costituzione di nicchie ecologiche per insetti e uccelli; la produzione di nettare per api e di frutti per certe categorie di uccelli; il miglioramento visivo del paesaggio grazie al fatto che possono fare da schermo.

Le siepi possono inoltre costituire habitat favorevoli ad insetti carnivori, utili contro i parassiti delle vicine colture, come i Carabidi (coleotteri predatori).

L'effetto protettivo delle siepi contro il vento, si manifesta fino a 10-15 volte la loro altezza e la protezione contro l'erosione è evidente sulle scarpate in pendio.

Per legge le siepi che superano i 2 m di altezza devono essere poste a dimora almeno a tre metri dal confine, non si possono piantare alberi lungo le linee ferroviarie, per le quali sono richiesti notevoli distanziamenti.

Per proteggere appezzamenti non troppo grossi si fanno di solito siepi basse.

Per l'intervento in esame si può fare una fascia cespugliata, con piante distanti tra loro 1 m, mentre tra i filari si lasceranno 2 m. Si seguirà lo schema del quinconce o sfalsamento.

SPECIE CONSIGLIATA

- OLEANDRO

Aiuole fiorite

L'elemento vegetale all'interno delle aree di sosta dei veicoli ha un ruolo importante per rendere l'ambiente più vivibile e, in particolare è accentuata la funzione di contrasto nei confronti dell'inquinamento. Nel progetto in esame, inoltre, la collocazione delle piante assolverebbe anche un ruolo di caratterizzazione dei diversi blocchi funzionali, aiutando così l'utente nella fruizione degli stessi.

La scelta delle specie, nel caso in questione mira inoltre ad ottenere l'effetto di sottolineare le forme, definire i perimetri e i percorsi, mitigando la monotonia, con un effetto anche esteticamente gradevole.

La scelta delle specie in questo caso è una fase particolarmente delicata in quanto è fondamentale la resistenza alle particolari condizioni microclimatiche che si vengono a creare con la costruzione di un parcheggio, sia dal punto di vista pedologico che atmosferico. Si dovranno dunque preferire specie adattabili all'ambiente urbano, con le adeguate caratteristiche estetiche e funzionali.

In tutti i casi, ogni aiuola avrà una fascia perimetrale di 2 m inerbita e al centro si sistemano gli arbusti a file sfalsate con distanze di 1 m tra le piante e di 0.50 m tra le file.

SPECIE CONSIGLIATE

- TAMERICE

3.II - MODALITÀ DI REALIZZAZIONE DEGLI INTERVENTI

Ricostituzione di suolo vegetale

Le operazioni da compiere per la preparazione delle aree che dovranno ospitare le opere di mitigazione a verde sono:

- Accantonamento del suolo humico da eseguire all'inizio dei lavori
- Posa in opera del suolo precedentemente accantonato
- Lavorazione del suolo

L'accantonamento del suolo humico

In fase di realizzazione delle nuove opere e di installazione dei cantieri la prima attività finalizzata alla ricostituzione di suolo vegetale consiste nell'accantonamento del suolo humico, che servirà poi in fase di ripristino. Gli strati fertili di coltura esistenti sulle aree di cantiere ed in corrispondenza delle nuove opere dovranno essere infatti preservati ed accantonati, per essere riutilizzati in un secondo tempo.

L'asportazione dello strato di terreno vegetale e la sua messa in deposito dovrà essere effettuata prendendo tutte le precauzioni per evitare di modificarne la struttura, la compattazione, la contaminazione con materiali estranei o con strati più profondi di composizione chimico-fisica differente. In fase di progetto esecutivo dovrà essere individuata la localizzazione dei depositi di accantonamento della terra vegetale,

allegando delle specifiche tecniche sulle modalità di uso, coltivazione e mantenimento degli stessi.

Il terreno vegetale dovrà comunque essere esente dalla presenza di corpi estranei quali pietre, rami e radici e la quantità di scheletro con diametro maggiore di 2 mm non dovrà superare il 25-30% del volume totale.

La posa in opera del suolo umico

Il materiale di scotico asportato ed accumulato in precedenza, eventualmente integrato da terreno vegetale di altra provenienza e medesime caratteristiche dovrà essere poi steso sopra il materiale di riempimento.

Prima della posa in opera del terreno vegetale si dovrà prevedere una lavorazione superficiale dello strato precedentemente messo in opera, tramite rippatura per una profondità di 30 cm, al fine di incrementare la capacità idrica e migliorare le caratteristiche di permeabilità ed areazione del substrato. Tale lavorazione preliminare dovrà essere eseguita nel periodo estivo-autunnale antecedente a quello previsto per la messa a dimora delle essenze vegetali in modo da permettere al terreno di assestarsi e di innestare i processi di pedogenesi a maggiore profondità.

La rippatura lascia il terreno con una zollosità più o meno accentuata. Per l'amminutamento degli strati superficiali, si provvederà con uno o più passaggi dell'erpice frangizolle. La lavorazione dell'erpice consente la formazione di un buon letto di semina, favorendo lo sminuzzamento delle particelle terrose e il loro assestamento, in modo da assicurare un soddisfacente contatto fra terra e seme.

I lavori di preparazione e lavorazione del terreno dovranno essere interrotti in caso di pioggia, onde evitare di danneggiare la struttura del suolo stesso.

Successivamente il terreno vegetale dovrà essere posto in opera, per uno spessore pari a 15-20 cm, avendo cura di distribuirlo in maniera uniforme su tutta la superficie interessata dall'intervento e di frantumare eventuali zolle.

Si procederà poi alla lavorazione dei primi 15 cm di terreno, al fine di preparare il letto di semina delle specie erbacee, tramite erpicatura e fresatura, avendo l'accortezza di evitare la formazione di "suole di lavorazione". Come già detto l'intervento sarà completato attraverso l'idrosemina di una copertura erbacea che dovrà svolgere la funzione di stabilizzazione e trattenimento del suolo, favorendo i processi biologici di riattivazione della fertilità. In tal senso si dovrà prevedere l'utilizzazione di miscugli di sementi di leguminose in dosi non inferiori a 30 g/mq.

Tracciamenti e picchettature

Prima della messa a dimora delle piante e delle operazioni di inerbimento a mezzo idrosemina potenziata, dopo le operazioni di preparazione agraria, sulla scorta degli elaborati di progetto dovrà essere predisposto il tracciamento e la picchettatura delle aree di impianto, tracciando sul terreno il perimetro delle aree con intervento omogeneo (aree inerbite, aree arbustive, aree boscate).

In relazione agli elaborati progettuali l'Impresa esecutrice dovrà inoltre provvedere al picchettamento di tutte le zone interessate dalla messa a dimora delle essenze, mediante l'infissione di picchetti in legno di diverso colore a seconda del tipo di piante, avendo cura di rispettare tutte le distanze di interesse tra le singole piante.

Ad ogni picchetto dovrà corrispondere l'apertura di una buca.

Fornitura delle essenze vegetali

Particolare cura dovrà essere posta sia durante l'acquisto del materiale vegetale, verificandone attentamente la provenienza, lo stato sanitario (assenza di malattie,

parassiti, ferite, ecc.) e le dimensioni, sia durante il trasporto e la messa a dimora delle piante, al fine di evitare loro ferite, traumi, essiccamenti.

Le essenze vegetali, sia arbustive che arboree, dovranno avere il fusto e le branche principali esenti da deformazioni, ferite di qualsiasi origine e tipo, grosse cicatrici o segni conseguenti ad urti, grandine, scortecciamenti, legature che possano compromettere il regolare sviluppo vegetativo ed il portamento tipico della specie. L'apparato radicale dovrà presentarsi ben sviluppato, ricco di piccole ramificazioni e di radici capillari sane, privo di tagli slabbrati e di deformazioni, con le radici laterali ed il fittone non attorcigliati. Le piante dovranno essere normalmente fornite in fitocella; la terra nel contenitore, dovrà essere compatta, ben aderente alle radici e con struttura e tessitura tali da non determinare condizioni di asfissia.

Le piante dovranno essere etichettate singolarmente per mezzo di cartellini di materiale resistente alle intemperie, sui quali sia stata riportata in modo leggibile ed indelebile la denominazione botanica (genere, specie, varietà) e le caratteristiche dimensionali al momento dell'impianto.

Le essenze arbustive dovranno avere un'altezza compresa tra 0,80 e 1,00 m, mentre le essenze arboree dovranno avere un'altezza compresa tra 2,00 e 3,00 m, dove per altezza si intenda la distanza tra il colletto ed il punto più alto della chioma.

Impianti: modalità dimessa a dimora di alberi e arbusti

La messa a dimora di alberi ed arbusti sarà successiva alle operazioni di inerbimento. Le operazioni da compiere sono:

- Preparazione delle buche
- Posa in opera del palo tutore
- Messa a dimora delle piante

Preparazione delle buche

L'apertura delle buche verrà eseguita a mano oppure tramite mezzi meccanici (quali trivelle, escavatori, etc.). Nell'apertura delle buche, soprattutto se vengono impiegate trivelle, sarà necessario smuovere il terreno lungo le pareti e sul fondo per evitare l'effetto vaso.

Le dimensioni delle buche dovranno essere almeno di m 1,00x1,00x1,00 per le essenze arboree e almeno di m 0,50x0,50x0,50 per le essenze arbustive. Una volta aperte le buche si dovrà provvedere a costituire uno strato di materiale composto da ammendanti e fertilizzanti (torba e letame) indicativamente in ragione massima di 1,00 kg/m³ per ogni buca destinata ad alloggiare essenze arboree e di 0,50 kg/m³ per quelle destinate ad ospitare specie arbustive.

Le previste pratiche di concimazione andranno realizzate al fine di perseguire lo scopo di aiutare le piante nel periodo più difficile e cioè quello dell'attecchimento e potranno essere effettuate ricorrendo a sostanze chimiche o organiche, oppure tramite la tecnica del sovescio.

Un importante fattore legato alle concimazioni è quello della conseguente attivazione della complessa serie di microrganismi presenti in un terreno biologicamente vivo. Se il substrato è invece sterile non sarà sufficiente un mero apporto di sostanze nutritive di origine minerale, in quanto mancherebbe comunque quella componente vivente in grado di trasformare un suolo inerte in un terreno vegetale ecologicamente attivo; in questi casi è quindi più opportuno l'impiego di concimi organici come il letame, in grado di stimolare lo sviluppo dei microrganismi del terreno.

L'impiego di concimi chimici e/o organici deve essere legato alla conoscenza dei loro componenti e delle loro caratteristiche, così come anche l'utilizzo di ammendanti (atti a migliorare fisicamente il terreno) e/o di correttivi (idonei a modificarne il chimismo) è

legato alla precisa conoscenza delle loro caratteristiche, della loro composizione e della loro provenienza.

In fase di progettazione esecutiva un'analisi delle caratteristiche chimico-fisiche del terreno fornirà utili elementi conoscitivi per poter valutare la tipologia di concimazione più idonea.

Palo tutore

Prima della messa a dimora della pianta si dovrà posizionare il palo tutore: questo dovrà essere infisso nel fondo della buca in terreno non lavorato per una profondità di almeno 30 cm. I pali dovranno avere un diametro non inferiore a 5 cm, dovranno avere un'estremità lavorata a punta, il materiale di cui saranno composti dovrà essere legno (es. castagno, robinia, pino silvestre), trattato con materiale antimuffa ed imputrescente. Tutti i pali dovranno essere garantiti per almeno tre cicli vegetativi e dovranno essere scortecciati. La lunghezza del palo tutore fuori terra dovrà essere di almeno 1,00 m e comunque non inferiore all'altezza della pianta.

Posa in opera delle essenze vegetali

La messa a dimora degli alberi e degli arbusti dovrà avvenire in relazione alle quote finite, avendo cura che le piante non presentino radici allo scoperto né risultino, dopo l'assestamento del terreno, interrate oltre il livello del colletto.

Qualora la zolla risultasse ancora imballata si dovrà provvedere alla liberazione dell'apparato radicale.

Una volta posizionata la pianta nella buca sarà necessario ancorarla in maniera provvisoria al palo tutore e poi cominciare a riempire la buca. Terminato tale riempimento, che avverrà utilizzando il terreno vegetale derivante dallo scavo, mescolato con torba e letame (in quantità pari a 1/3-1/3-1/3) al quale verrà aggiunto un

concime organo-minerale a lenta cessione (200 gr/buca), si dovrà porre attenzione alla realizzazione di una conca attorno al tronco per la ritenzione idrica ed all'operazione di prima annaffiatura.

Infine verranno eseguite le operazioni di ancoraggio definitivo con le legature del caso. Fili per legature, collari di protezione e legacci dovranno essere costituiti da materiale naturale, quali fibre di juta o paglia o stoffa; i collari potranno essere anche in plastica. Anche questi materiali dovranno essere garantiti per almeno tre cicli vegetativi.

Per la messa a dimora di specie arboree ed arbustive fornite a radice nuda sarà necessario attendere il periodo di riposo vegetativo, mentre la piantumazione di quelle in zolla o fitocella (generalmente più delicate e quindi fornite con un pane di terra) può avvenire senza particolari limitazioni stagionali.

4.II - CURE COLTURALI E MANUTENZIONE

La programmazione dei diversi interventi di manutenzione non può che essere indicativa in quanto passibile di subire modifiche ed adeguamenti derivanti dalle risultanze di sopralluoghi ispettivi. I diversi orizzonti vegetativi (erbaceo, arbustivo ed arboreo) presentano, inoltre, differenti esigenze corrispondenti a cicli di sviluppo, fabbisogni idrici ed edafici differenziati. Pertanto alcune tipologie di intervento, pur prevedibili, non risultano puntualmente programmabili e definibili essendo subordinati al verificarsi di situazioni particolari (eventi meteorici, incendi, vandalismo, fitopatie) sia dal punto di vista della loro manifestazione, che del relativo grado di intensità.

Le principali operazioni di manutenzione che dovranno essere eseguite sono brevemente illustrate nell'ambito dei successivi paragrafi.

Pulizia del terreno

Le operazioni di pulizia del terreno dovranno comprendere le operazioni di sfalcio, decespugliamento ed eliminazione di tutte le erbe infestanti.

In particolare risulta essenziale la pratica dello sfalcio, in quanto in grado di favorire l'espansione degli apparati radicali delle essenze erbacee (graminacee in primo luogo) e contrastare il disseccamento, sia per le monocotiledoni, che per le dicotiledoni, del cotico erbaceo per effetto della maturazione del seme e conseguente senescenza di culmi e fusti.

Le operazioni di sfalcio sono previste durante il periodo vegetativo delle piante ed interesseranno le erbe che avranno raggiunto un'altezza media di 35 cm.

Le attività di sfalcio potranno articolarsi su tre differenti livelli di frequenza nell'arco della stagione vegetativa. Un taglio di tipo intensivo (articolato su 5 fasi esecutive) dovrà essere riservato alle aree di primaria importanza sia dal punto di vista estetico, che funzionale (protezione anti-erosiva delle fasce di rispetto ai lati delle opere di drenaggio superficiale, delle strade e dei piazzali). Per le aree boscate e per quelle arbustive, una volta stabilizzati gli impianti vegetazionali, si potrà effettuare una semplice attività di pulizia (consistente in un unico taglio stagionale) al solo scopo di tenere pulito il sottobosco. Uno sfalcio normale (articolato su tre tagli) risulterà infine da prevedere per le aree inerbite.

L'altezza del taglio dovrà essere valutata di volta in volta in base alle esigenze funzionali del cotico erboso, della differenziazione specifica dello stesso e del grado di umidità del terreno.

Qualora non utilizzabile a fini produttivi, il materiale sfalcio e trinciato sarà lasciato in loco a costituire un pacciame naturale e ad arricchire il contenuto in sostanza organica del terreno.

Potatura

I lavori di potatura, di manutenzione, conservazione e rimondatura (in particolare di tutte le parti rovinate delle piante) sono da eseguirsi con idonei attrezzi meccanici quali

potasiepi, forbici pneumatiche ed altro. Tale operazione ha lo scopo di ottimizzare la ripresa vegetativa dopo lo stress subito al momento della messa a dimora o a seguito di eventi puntuali di natura meteorica o accidentale.

Parallelamente all'attività di potatura si dovranno verificare le necessità di operare anche un'azione di spollonatura di tutti i ricacci che possono portare squilibrio allo sviluppo delle piante.

La frequenza di questa attività di potatura, ed eventualmente anche di spollonatura, dovrà rivestire caratteristiche di predeterminazione soltanto in corrispondenza del periodo immediatamente successivo alla messa a dimora delle essenze arboreo-arbustive, mentre successivamente potrà essere eseguita soltanto sulla base di manifeste esigenze curative e/o manutentive.

La potatura delle essenze arbustive andrà, in particolare, eseguita a periodo di fioritura terminato, avendo cura di eliminare i rami più deboli e di accorciare gli altri.

La potatura delle specie arboree risulterà maggiormente diversificata in quanto finché le piante sono giovani dovrà avere una finalità di correzione del portamento dei singoli esemplari, mentre in seguito dovrà essere volta all'asportazione di rami o branche marcescenti a seguito di attacchi patogeni, o di danni provocati da agenti meteorici.

Le attività di potatura dovranno essere concentrate all'inizio del periodo di riposo vegetativo (autunno), oppure prima del periodo di ripresa vegetativa (fine inverno).

Risarcimento delle fallanze

L'estirpazione e la rimozione di essenze arboree ed arbustive dovrà essere eseguita ogni qualvolta queste dovessero risultare danneggiate in misura significativa ed irreversibile a seguito di fenomeni di asfissia radicale, attacchi di parassiti, esposizione a gelate tardive o freddo particolarmente intenso, oppure a seguito di manifeste difficoltà di attecchimento.

Tutte le piante rimosse o che non hanno attecchito dovranno essere sostituite con altre dello stesso genere, specie e varietà.

Qualora il decremento delle funzioni vitali delle piante sulle quali intervenire dovesse risultare dovuto a fitopatie a carico dell'apparato radicale, sarà necessario integrare l'intervento di sostituzione con un risanamento del terreno inglobante, da effettuarsi mediante asporto (parziale o totale) del terreno esistente e relativa sostituzione con ulteriore terreno vegetale di alta qualità.

Anche per questa cura colturale, il periodo più appropriato di esecuzione risulta essere quello immediatamente precedente il periodo di riposo vegetativo.

Stabilità delle piante

Gli ancoraggi delle piante dovranno essere periodicamente controllati e rinsaldati o sostituiti, laddove se ne ravvisi la necessità.

I legacci dovranno avere la durata di almeno tre cicli vegetativi mantenendo la propria elasticità; in caso di riscontrata alterazione della loro funzionalità dovranno essere prontamente sostituiti.

Le conche delle piante saranno mantenute e ripristinate, laddove se ne rendesse necessario, così come saranno rincalzati i colletti delle piante scalzati dall'erosione.

Manutenzione del manto erboso

Le operazioni di manutenzione del manto erboso dovranno essere realizzate mediante l'approntamento ed esecuzione delle seguenti attività lavorative :

- sfalcio (articolato su tre tagli) e raccolta del materiale di risulta, che potrà essere lasciato in loco a costituire un pacciame naturale e ad arricchire il contenuto in sostanza organica del terreno;

- eventuale semina a spaglio delle stesse essenze per infoltire un manto troppo rado: questa operazione andrà eseguita durante la prima stagione favorevole alla semina successiva alla constatazione del fatto.

Manutenzione della vegetazione arboreo-arbustiva

La manutenzione richiesta dagli impianti dei boschetti sparsi sulla superficie è simile a quella della componente arborea della zona umida, prevedendo anche in questo caso risarcimenti e interventi di controllo delle infestanti, manuali tra le piante e meccanizzati tra le file, prevedendo anche un'irrigazione di soccorso al primo anno. Si dovrà porre particolare attenzione ai lembi di bosco più vicini alla viabilità, intervenendo tempestivamente in caso di eccessiva invadenza della vegetazione o rami pericolanti.

CAPITOLO III – OPERE IN C.A., C.A.P., E IN MURATURA

1.III - CARATTERISTICA DEI MATERIALI DELLE OPERE IN C.A. E C.A.P.

Ai sensi della Legge n°1086 del 05.11.1971 , art. 4 , si specificano le caratteristiche dei materiali che saranno utilizzati per la realizzazione delle strutture prefabbricate oggetto della presente relazione di calcolo :

- **Pilastri in c.a.v.**

- Calcestruzzo classe $R'_{ck} = 450 \text{ Kg/cm}^2$

$$\sigma_{camm} = 135.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{co} = 8.00 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\tau_{cl} = 22.00 \text{ Kg/cm}^2$$

- Acciaio ad aderenza migliorata tipo FeB44K controllato

$$\sigma_{amm} = 2600 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Strutture in c.a.p. (travi e tegoli)**

- Calcestruzzo classe $R'_{ck} = 500 \text{ Kg/cm}^2$

- Acciaio ad aderenza migliorata tipo FeB44K controllato

- Acciaio da precompressione a basso rilassamento

$$f_{ptk} = 19000 \text{ Kg/cm}^2$$

$$\sigma_{spi} = 14250 \text{ Kg/cm}^2$$

- **Pannelli di tamponamento in c.a.v.**

- Calcestruzzo classe $R'_{ck} = 300 \text{ Kg/cm}^2$

- Acciaio ad aderenza migliorata tipo Feb44k controllato

- Strutture di Fondazione in cemento armato

calcestruzzo classe

$R_{ck} > 300 \text{ Kg/cm}^2$

acciaio ad aderenza migliorata

FeB44k

2.III - SOLLECITAZIONI AMMISSIBILI

Nel calcestruzzo

- | | |
|---|-------------------------------------|
| - Tensione ammissibile per flessione | $\sigma_c = 97.50 \text{ Kg/cm}^2$ |
| - Tensione ammissibile per compressione semplice | $\sigma_c = 68.25 \text{ Kg/cm}^2$ |
| - Tensione tangenziale ammissibile | $\tau_{cl} = 18.28 \text{ Kg/cm}^2$ |
| - Tensione tangenziale ammissibile senza armatura | $\tau_{co} = 6.00 \text{ Kg/cm}^2$ |

Nell'acciaio

- | | |
|------------------------|-----------------------------------|
| - Tensione ammissibile | $\sigma_f = 2200 \text{ Kg/cm}^2$ |
|------------------------|-----------------------------------|

3.III - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Il calcolo delle strutture in elevazione è condotto nell'osservanza della normativa vigente per le opere in c.a. e precisamente :

- Legge n.1086 del 05/11/1971 – NORME PER LA DISCIPLINA DELLE OPERE DI CONGLOMERATO CEMENTIZIO ARMATO, NORMALE E PRECOMPRESSO ED A STRUTTURA METALLICA ;
- D.M. LL.PP. del 09/01/1996 - NORME TECNICHE PER IL CALCOLO, L'ESECUZIONE ED IL COLLAUDO DELLE STRUTTURE IN C.A. NORMALE E PRECOMPRESSO E PER LE STRUTTURE METALLICHE ;
- Circ. Min. LL.PP. del 15/10/1996 n.252 AA.GG./STC ;
- Legge n.64 del 02/02/1974 – PROVVEDIMENTI PER LE COSTRUZIONI CON PARTICOLARI PRESCRIZIONI PER LE ZONE SISMICHE ;
- D.M. LL.PP. del 03/12/1987 - NORME TECNICHE PER LA PROGETTAZIONE, ESECUZIONE E COLLAUDO DELLE COSTRUZIONI PREFABBRICATE ;
- Circ. Min. LL.PP. del 16/03/1989 n.31104 ;
- D.M. LL.PP. del 16/01/1996 - NORME TECNICHE RELATIVE AI “CRITERI GENERALI PER LA VERIFICA DI SICUREZZA DELLE COSTRUZIONI E DEI CARICHI E SOVRACCARICHI” ;

- Circ. Min. LL.PP. del 04/07/1996 n.156 AA.GG./STC ;
- D.M. LL.PP. del 16/01/1996 - NORME TECNICHE PER LE COSTRUZIONI IN ZONE SISMICHE ;
 - Circ. Min. LL.PP. del 10/04/1997 n.65 AA.GG

4.III – TIPOLOGIA -COASTRUTTIVA

Ai fini costruttivi l'opera sarà realizzata mediante l'esecuzione di strutture di fondazione, strutture in elevazione ed elementi di tamponamento.

- Le strutture di fondazione, realizzate in opera, sono di tipo diretto con plinti a bicchiere per l'alloggiamento dei pilastri prefabbricati e travi di collegamento ;
- La struttura in elevazione è di tipo a travi e pilastri. I pilastri realizzati in cemento armato vibrato ,vengono inghisati alle basi, nei bicchieri di fondazione con malta antiritiro.

Le travi e le lastre solaio utilizzate sia per la copertura che per il piano intermedio sono realizzate con elementi prefabbricati precompressi. La copertura è costituita da travi principali collegati in testa ai pilastri e da travi secondarie appoggiate alle prime. Le travi secondarie sono conformate con estradosso parabolico, predisposto per l'ancoraggio delle lastre di copertura.

Le travi principali anch'esse in c.a.p. hanno una particolare geometria a "H" utile per poggiare le travi secondarie ed allo stesso tempo per utilizzare l'estradosso come canale di gronda per le acque meteoriche fino all'imbocco delle pluviali

interne ai pilastri .

Il piano intermedio, destinato ad uffici, è realizzato con travi in c.a.p. di sezione a "L" e lastre alveolari collegate tra loro mediante getto di completamento.

- Il tamponamento perimetrale è costituito da pannelli prefabbricati di spessore cm.18 completi di pannelli d'angolo , provvisti dei relativi sistemi di ancoraggio, e aventi una faccia in graniglia di marmo da controcassero e l'altra tirata a stagia; la tecnologia consente di disporre i pannelli, in base alle esigenze architettoniche e funzionali ,secondo un'orditura ora a sviluppo verticale ora a sviluppo orizzontale. È prevista la sigillatura esterna dei giunti tra pannelli contigui con guarnizione impermeabile e mastice poliuretano

5.III - DESCRIZIONE DIMENSIONALE EDIFICI

EDIFICI C1 E C2

I due opifici sono costituiti da una struttura in cemento armato normale e precompresso, con elementi prefabbricati fuor d'opera in stabilimento. Il capannone è formato da due corpi di fabbrica giuntati per un lunghezza complessiva di 126,85 mt ed una larghezza di 41,00 mt.

Ogni corpo di fabbrica è formato da due navate affiancate di luce mt.20,00 e cinque campate con interasse pilastri mt.12,50. All'interno di una delle navate è stato predisposto un piano intermedio con destinazione uffici di larghezza 7,50 mt. e lunghezza 126,85 mt pari quindi all'intera estensione longitudinale dei capannoni.

Il capannone ha una altezza utile di 8,00 mt ma in corrispondenza della zona uffici diminuisce a mt.4,20 . L'altezza interna del piano intermedio è di mt.3,30.

Ai fini del calcolo strutturale i due corpi di fabbrica dei due rispettivi opifici, rispetto all'asse trasversale in corrispondenza del giunto, sono perfettamente simmetrici sia per

geometria che per carichi applicati. E' lecito pertanto eseguire l'analisi strutturale per uno solo dei corpi fabbrica ed estendere i risultati anche all'altro; infatti la presenza del giunto sismico consente alle due strutture adiacenti movimenti e deformazioni del tutto indipendenti tra loro.

EDIFICI D1 E D2

I due opifici sono costituiti da una struttura in cemento armato normale e precompresso, con elementi prefabbricati fuor d'opera in stabilimento. Il capannone D1 è formato da due corpi di fabbrica giuntati per una lunghezza complessiva di 151,85 mt ed una larghezza di 41,00 mt. Anche il capannone D2 è formato da due corpi di fabbrica giuntati per un lunghezza complessiva di 101,85 mt ed una larghezza di 41,00 mt.

Per il capannone D2 (si eseguiranno solo le opere in fondazione fino al raggiungimento del piano a quota 1,20 il tutto in prospettiva di un futuro completamento dell'opera) ogni corpo di fabbrica è formato da due navate affiancate di luce mt.20,00 e sei campate con interasse pilastri mt.12,50. In particolare il capannone D1 è formato da due navate affiancate di luce mt. 20 e quattro campate con interasse pilastri mt 12,50. All'interno di una delle navate è stato predisposto un piano intermedio con destinazione uffici di larghezza 7,85 mt. e lunghezza 75,40 per due per il capannone D1.

Il capannone ha una altezza utile di 8,00 mt ma in corrispondenza della zona uffici diminuisce a mt.4,20 . L'altezza interna del piano intermedio è di mt.3,30.

Ai fini del calcolo strutturale l'opificio, rispetto all'asse trasversale in corrispondenza del giunto, è perfettamente simmetrico sia per geometria che per carichi applicati. E' lecito pertanto eseguire l'analisi strutturale per uno solo dei corpi fabbrica ed estendere i risultati anche all'altro fermo restante che per il D2 in questa fase sono previste le fondazioni ed il piano a quota +1,20 mt.; infatti la presenza del giunto sismico consente alle due strutture adiacenti movimenti e deformazioni del tutto indipendenti tra loro.

Modello di Calcolo

Nel modello di calcolo la struttura, costituita da travi e pilastri, è rappresentata da ritti e traversi collegati tra loro mediante vincoli ideali.

Fondamentale aspetto della modellazione è quello di individuare l'esatto grado di vincolo tra gli elementi in base alla tecnologia impiegata nella costruzione. Il tipico collegamento di appoggio tra gli elementi di strutture prefabbricate consente rotazioni relative che nelle strutture in cemento armato in opera sono usualmente impediti proprio dalla continuità dei getti. Pertanto il modello di calcolo che meglio interpreta il reale comportamento della struttura prefabbricata è quello di elementi,(ritti e traversi),incernierati tra loro.

Nel modello tridimensionale la struttura è costituita da ritti considerati al piede perfettamente incastrati e in testa collegati da un pendolo inestensibile; infatti i traversi (che rappresentano nella realtà il sistema di travi e lastre solaio) hanno rigidità estensionale e flessionale di gran lunga maggiore di quella dei ritti, e rispetto a quest'ultimi possono essere considerati inestensibili.

In definitiva si considera un modello di calcolo nel quale i pilastri sono considerati ritti incastrati al piede e collegati in testa da pendoli inestensibili sia lungo l'asse X che lungo l'asse Y. L'impalcato è considerato infinitamente rigidamente estensionalmente nel proprio piano

Collegamenti Strutturali

- *PLINTO – PILASTRO*: Il collegamento, atto a realizzare un incastro, è ottenuto mediante fissaggio del pilastro nel bicchiere del plinto con un getto di cemento antiritiro.
- *PILASTRO – TRAVE PRINCIPALE*: Le travi sono collegate ai pilastri mediante incastro con un connettore in c.a posto in testa al pilastro.

- *TRAVE PRINCIPALE -TRAVE SECONDARIA*: la trave secondaria è appoggiata sulla trave principale e bloccata tramite bullonatura.
- *PILASTRO – TRAVE ‘ L’*: Le travi sono poste su mensole e collegate mediante barre filettate in acciaio FeB32K passanti e montate su boccole predisposte.

Disposizione dei Giunti

I giunti permettono movimenti relativi tra gli edifici senza la trasmissione di forze . Diverse sono le cause dei movimenti relativi di tipo statico, : variazioni di lunghezza dei solai e delle coperture indotte da cambiamenti di temperatura ,presenza di cedimenti differenziali degli appoggi, indotti dall'eterogeneità delle caratteristiche meccaniche del terreno di fondazione, e/o da una differente distribuzione di carichi e pesi a parità di compressibilità del terreno. Allo stesso tempo i giunti proteggono le strutture dal fenomeno definito in letteratura di 'martellamento'. Accade infatti che la struttura più deformabile durante le oscillazioni urti ripetutamente con la struttura più rigida compromettendone la stabilità e amplificando così gli effetti del sisma. Il giunto è stato opportunamente dimensionato per garantire l'indipendenza statica delle due strutture ed evitare i suddetti problemi di martellamento.

Analisi dei Carichi

L'analisi dei carichi è stata effettuata considerando il peso proprio degli elementi, portanti e non, i sovraccarichi permanenti e i sovraccarichi accidentali. Il carico accidentale è quello previsto dalla vigente normativa tecnica, per cui sulla copertura si è assegnato il carico da neve relativo a coperture piane in zona III, mentre per la zona uffici è stato considerato cautelativamente il valore previsto per locali aperti al pubblico. Il sovraccarico permanente sulla copertura non praticabile è rappresentato dalla impermeabilizzazione, mentre negli uffici si è considerata l'incidenza tramezzi e il peso del pavimento sopraelevato.

PIANO INTERMEDIO – UFFICI

Peso proprio Lastra alveolare 27 cm	400 Kg/mq
Peso soletta collaborante cm 5	125 Kg/mq
Peso proprio trave laterale a “L”	1000 Kg/ml
Sovraccarico permanente	200 Kg/mq
Sovraccarico accidentale	300 Kg/mq

Copertura

Peso proprio trave secondaria + coppella	250 Kg/mq
Peso proprio trave principale a “H”	1000 Kg/ml
Sovraccarico permanente	50 Kg/mq
Sovraccarico accidentale	60 Kg/mq

Pilastrini

Peso proprio pilastrini 60 x 60	900 Kg/ml
---------------------------------	-----------

Pannelli tamponamento

Peso proprio pannelli di tamponamento	400 Kg/mq
---------------------------------------	-----------

6.III - DESCRIZIONE DELLE FONDAZIONI

Un'analisi approfondita delle caratteristiche del suolo costituisce elemento fondamentale per una corretta impostazione del progetto strutturale e per una affidabile valutazione della stabilità delle opere di fondazione.

Il progetto delle fondazioni deve essere concepito con riferimento a tre momenti della vita del fabbricato, il periodo di costruzione, la fase di esercizio in cui agiscono i soli carichi statici, e le condizioni in cui la struttura è sottoposta all'azione sismica.

A tal proposito è bene ricordare che due sono le problematiche che maggiormente caratterizzano il comportamento del suolo durante eventi sismici.

In primo luogo il terreno può modificare le proprietà meccaniche inducendo una variazione della capacità portante, e in taluni casi della cedevolezza, che può indurre un collasso localizzato detto fenomeno della liquefazione.

In secondo luogo è il suolo che può modificare gli effetti sismici, e quindi l'accelerazione al piede della struttura; infatti particolari configurazioni stratigrafiche e morfologiche possono amplificare localmente il moto sismico.

L'indagine geologica eseguita sul terreno interessato dalla costruzione ha confermato la possibilità di realizzare gli interventi in oggetto, non presentandosi sull'area particolari problemi geologici o geomorfologici.

I terreni costituenti il substrato dell'area hanno giacitura suborizzontale e non evidenziano fenomeni di dissesto superficiale e/o profondo per cui l'area si può considerare geomorfologicamente stabile. La profondità della falda acquifera dalle indagini geologiche è stata localizzata ad una profondità non inferiore a 21 mt. dal piano campagna ed pertanto non influenza le opere fondali.

Il substrato è rappresentato dai terreni costituiti essenzialmente da sabbie e limi, disposti in alternanza con banchi di argille normalconsolidate e con strati di ghiaia.

Da un punto di vista geotecnico trattasi di terreni a discreta permeabilità nei quali i processi di consolidamento si esauriscono in tempi rapidi, contestualmente a quelli di applicazione dei carichi.

Le strutture di fondazione sono state progettate in modo da trasmettere al terreno le forze verticali ed orizzontali ricevute dalla sovrastruttura, dando luogo a stati tensionali compatibili con la capacità portante del suolo e con le caratteristiche strutturali della fondazione.

7.III - CALCOLO DEL CARICO LIMITE

Il calcolo del carico ultimo per il quale è previsto il collasso del complesso terreno – fondazione è stato eseguito considerando le caratteristiche meccaniche del terreno e la tipologia di fondazioni.

Si è considerato infatti :

- Fondazione diretta superficiale tipo plinto
- Meccanismo di rottura globale
- Piano di posa delle fondazioni a -2.00 mt dal piano campagna
- Area d'impronta fondazione 3.20 mt x 3.20 mt

Si riportano le caratteristiche fisico-meccaniche dei terreni indagati :

Terreno	Spessore (m)	γ (t/m ³)	Dr (%)	ϕ	c (t/m ²)	Ed (Kg/cm ²)
argilla limo-sabbiosa	2.50	1.907	-	21°	3.6	3.6
sabbia e ghiaia in matrice limo	5.20	1.962	65	38°	1.34	14

FORMULA DI TERZAGHI PER IL CALCOLO DEL CARICO LIMITE :

$$Q_{lim} = N_q \times \gamma_1 \times D + c N_c + N_\gamma \times \gamma_2 \times B/2$$

$\gamma_1 = 1.90 \text{ t/m}^3$ peso specifico terreno tra piano campagna e piano di posa fondazioni

$\gamma_2 = 1.90 \text{ t/m}^3$ peso specifico terreno al di sotto del piano di posa fondazioni

D = 2.00 mt profondità piano di posa fondazioni

B = 3.50 mt larghezza della fondazione

$N_q (21^\circ) = 7.07$

$N_c (21^\circ) = 15.81$

$N_\gamma (21^\circ) = 6.20$

La formula adottata si riferisce ad una fondazione di forma allungata dove $B \ll L$, mentre la fondazione adottata è di tipo quadrato $B = L$; occorre pertanto inserire dei coefficienti correttivi di forma ζ_q e ζ_γ ζ_c :

$$\zeta_q = 1 + \text{tg}(\phi) = 1.38; \quad \zeta_\gamma = 1 - 0.40 = 0.60; \quad \zeta_c = 1 + N_q / N_c = 1.44$$

Pertanto la formula di calcolo del carico ultimo diventa:

$$Q_{lim} = \zeta_q \times N_q \times \gamma_1 \times D + \zeta_c \times c \times N_c + \zeta_\gamma \times N_\gamma \times \gamma_2 \times B/2$$

Sostituendo nell'espressione i valori:

$$Q_{lim} = 1.38 \times 7.07 \times 1.90 \times 2.00 + 1.44 \times 15.81 \times 3.6 + 0.60 \times 6.20 \times 1.90 \times 3.20 \times 0.5$$

$$Q_{lim} = 120 \text{ t/mq} = 12.00 \text{ Kg / cmq}$$

Si è pertanto assunto come carico di esercizio sul terreno di fondazione un valore pari a 2.50 Kg/cmq

$$\underline{\underline{Q \text{ ammissibile} = 2,50 \text{ Kg/cmq}}}$$

Il coefficiente di sicurezza di una fondazione rispetto ad una rottura per carico limite è espresso dal rapporto tra il carico limite ed il carico di esercizio:

$$FS = Q \text{ limite} / Q \text{ ammissibile} = 12,0 / 2,50 = 4.80$$

8.III - DESCRIZIONE DI TORRE RAJ

I Corpi 2 e 3 di Torre Ray, edifici in muratura portante, per il corpo 2 è stato previsto un recupero integrale delle murature esterne mediante l'eliminazione delle

superfetazioni anacronistiche che ha subito negli anni attraverso diverse ristrutturazioni. Le stesse verranno ancorate tramite dei setti e delle travi in c.a eseguite all'interno della detta muratura e formeranno il telaio principale della struttura. I solai esistenti saranno demoliti e ricostruiti interamente. Mentre per il corpo 3 è stato previsto la demolizione totale della precaria muratura fatiscente di esigua entità e pertanto l'intera ricostruzione ex novo.

L'edificio di Torre Ray corpo 2, ha una forma in pianta rettangolare allungata con dimensioni in larghezza di 11,60 mt e lunghezza circa 37,20 mt avente una superficie al lordo dei muri, pari a mq. 431,52.

Esso si sviluppa in altezza su due livelli e la struttura portante è formata da muratura ad elementi in pietra legati tra loro tramite malta aerea al piano terra, e muratura in tufo grigio per la parte superiore.

Gli spessori dei muri portanti sono da 70 cm e sono disposti con due allineamenti nello sviluppo longitudinali dell'edificio e due allineamenti in quello trasversale.

Sulle murature principali, ed in particolare sui due muri perimetrali del piano terra e sul muro di spina, sono state effettuate delle prove di rottura di un campione di muratura in sito, eseguite con martinetti piatti, a funzionamento idraulico eseguite dal laboratorio edil test di Battipaglia.

Sono state effettuate 4 prove con martinetti piatti sulle murature secondo i seguenti criteri:

- individuata la zona nella muratura da sottoporre a prova sono state fissate, alla distanza di 200 mm, le basi micrometriche di riferimento e registrate le misure di zero.

Per le prove con i martinetti piatti sono stati eseguiti due tagli paralleli e sovrapposti rispettivamente sopra e sotto il reticolo delle basi di misura.

In seguito al taglio eseguito con una sega circolare munita di disco diamantato, si è misurato, attraverso un comparatore bimillesimale, l'avvicinamento delle basi di misura micrometriche.

Inseriti i martinetti all'interno dei tagli si è provveduto alla loro graduale messa in tensione fino a rottura del concio murario.

Ricavati, per ogni prova i parametri di pressione e di deformazione attraverso opportune costanti, si è potuto ricavare la tensione verticale di rottura della muratura.

Le tensioni di rottura rilevate sono rispettivamente prova D1(piano terra): sigma di rottura 11 kg/cm²; prova D2 (piano terra): sigma di rottura 20 kg/cm²; prova D3 (primo piano): sigma di rottura 20 kg/cm²; prova D4 (piano terra): sigma di rottura 9 kg/cm².

La quarta prova è stata eseguita sul muro di spina del piano primo dando come risultato una sigma di rottura 20 kg/cm².

La tipologia delle strutture portanti orizzontali sono composti da solai in latero-cemento. L'edificio di cui innanzi ospiterà una mensa.

9.III - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Riferimenti legislativi

L'analisi della struttura e le verifiche sugli elementi sono state condotte in accordo alle vigenti disposizioni legislative ed in particolare delle seguenti norme:

Legge 02/02/74, n.64, "Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche."

D.M. 02/07/81, "Normativa per le riparazioni ed il rafforzamento degli edifici danneggiati dal sisma nelle regioni Basilicata, Campania e Puglia."

D.M. 20/11/87, "Norme tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento."

D.M. 16/01/96, "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche."

Circolare Min. LL.PP. 30/07/81, n°21745, "Istruzioni relative alla normativa tecnica per la riparazione ed il rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma."

Circolare Min. LL.PP. 04/01/1989, "Istruzioni in merito alle norme tecniche per la progettazione, l'esecuzione, e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento."

Circolare Min. LL.PP. 15/10/1996, "Istruzioni per l'applicazione delle «Norme tecniche per le costruzioni in zona sismica»."

D.G.R. Umbria 5180/98 e D.G.R. Marche 2153/98 in attuazione Legge 61/98 «Criteri di calcolo per la progettazione degli interventi»

Verifiche degli elementi murari

Le verifiche degli elementi murari sono state condotte col metodo delle tensioni ammissibili in accordo con le disposizioni del punto 2.4 del citato D.M. 20/11/1987.

Sono state eseguite le seguenti verifiche:

Verifica della snellezza dei setti secondo il D.M. 20/11/87.

Verifica della eccentricità massima trasversale secondo il D.M. 20/11/87.

Verifica a taglio convenzionale secondo il D.M. 20/11/87.

Verifica della compressione eccentrica trasversale secondo il D.M. 20/11/87.

Verifica a pressoflessione secondo la C.M. 30/07/81.

Verifica del terreno di fondazione secondo il D.M. 11/03/88.

Analisi sismica Por con verifica del limite elastico secondo la C.M. 30/07/81.

Analisi sismica Por con verifica del limite fessurazione secondo la C.M. 30/07/81.

Analisi sismica Por con verifica del limite ultimo secondo la C.M. 30/07/81.

Verifica dei collegamenti secondo i Criteri di calcolo in attuazione L.61/98.

I carichi verticali sono stati computati mediante un cumulo progressivo degli scarichi dei solai ai piani, dei pesi propri delle murature, dell'influenza dei disassamenti prodotti da riseghe di spessore e dai meccanismi di trasmissione degli scarichi in corrispondenza delle aperture ed infine dei sovrasforzi generati dal sisma.

Nella valutazione degli sforzi normali si è tenuto conto dell'azione non contemporanea dei carichi accidentali riducendo il carico accidentale gravante ai piani sovrastanti; si è assunto un fattore riduttivo del 0% per il piano immediatamente sovrastante a quello considerato e del 15% per i piani superiori.

10.III - PIANO TERRA ~ STATO DI FATTO

Fondazioni

Stato di fatto

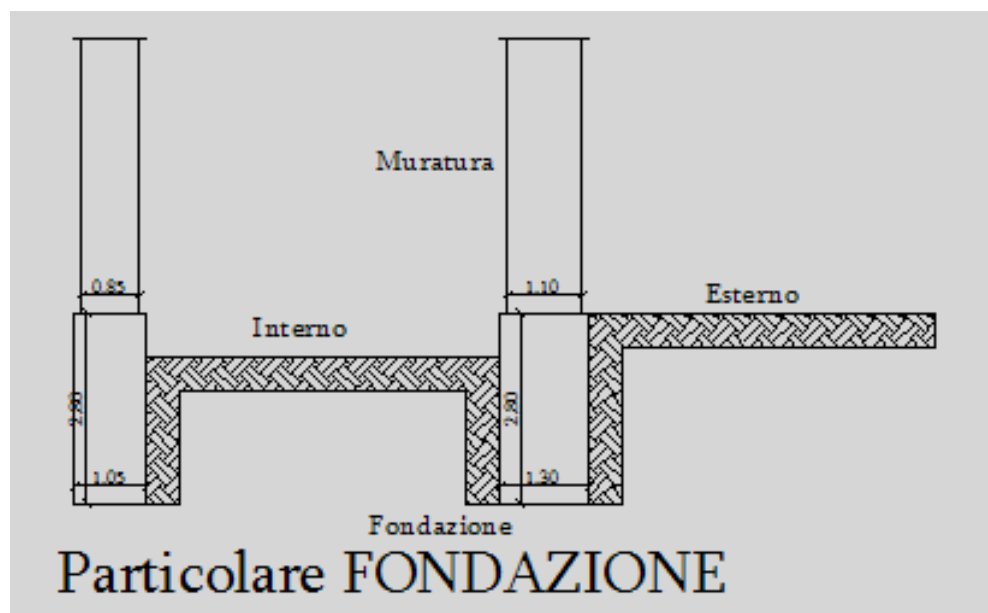
Nei vecchi edifici dove l'impiego dell'arco e della volta era una regola comune, anche la fondazione veniva spesso eseguita sfruttando le ottime caratteristiche di resistenza dell'arco. La fondazione della struttura in esame, è stata realizzata con *archi impostati su grossi pilastri o colonne di muratura*.

Questo è adatto per terreni poco resistenti in superficie ma ottimi in profondità superiori a 3 m; la fondazione è costituita da grossi pilastri o colonne di muratura, che trasmettono i carichi sul terreno resistente e da archi di collegamento di spessore non inferiore a quello delle murature sovrastante.

Essendo il carico da trasmettere al terreno non molto elevato, e la struttura del fabbricato costituita da muri di vario tipo, le fondazioni sono di tipo continuo. Esse consistono in una

struttura muraria, che fa da raccordo tra il terreno ed il muro in elevazione, per tutta la sua lunghezza.

L'altezza della nostra fondazione è di 2.8 m, mentre la sua larghezza non è sempre costante: nella zona frontale (nord?) è di 2,30 m, in quella interna è 1,30 e nella zona posteriore è di 1.05 m, comunque con uno spessore superiore a quello della muratura sovrastante. E' realizzato in travertino così comune nelle zone limitrofe (mura di Paestum).



Interventi previsti

Si deve realizzare una fondazione a piastra per migliorare la capacità di trasmettere al suolo di carichi verticali. Tali piastre sono state calcolate ipotizzando che siano sollecitate dal basso da carichi uniformemente distribuiti o variabili linearmente

(reazione del terreno) in grado di fornire come risultato, in corrispondenza dei vincoli dei muri, gli sforzi trasmessi dalle murature stesse.

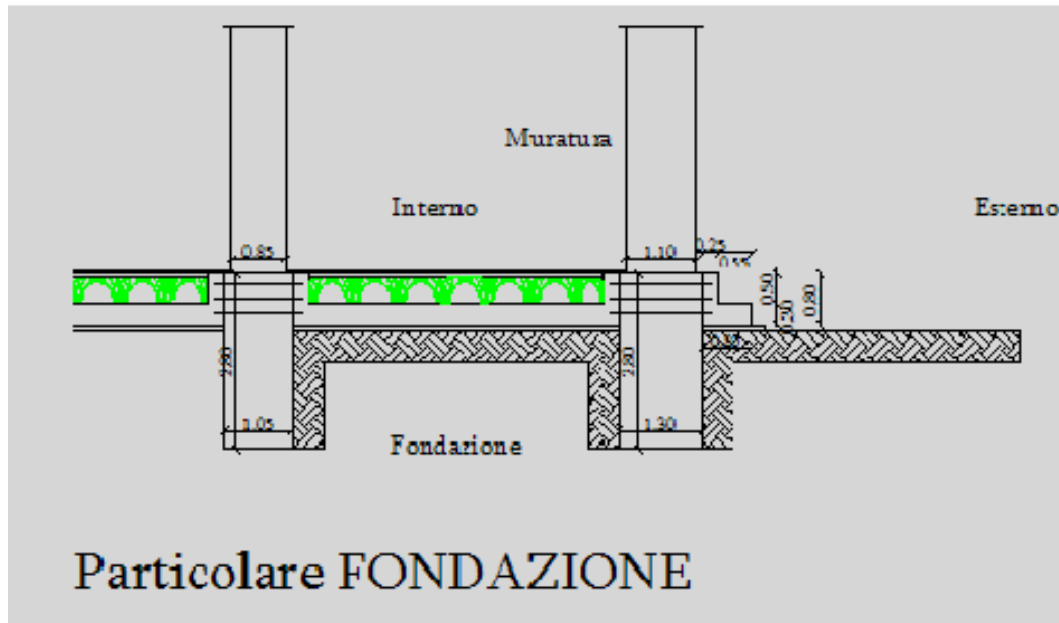
Da tali solettoni verranno esplicate le reazioni relative ai soli sovraccarichi accidentali o comunque a carichi fissi o semi fissi applicati alla struttura dopo la loro realizzazione e le reazioni alle forze sismiche. Tali solettoni sono stati risvoltate sulla muratura per un'altezza di circa 50 cm per distribuire in modo più uniforme i collegamenti tra i singoli solettoni.

Dal punto di vista esecutivo, prima di realizzare tali piastre si sono predisposti, attraverso i muri portanti, barrotti metallici passanti da parte a parte e bloccati entro predisposti fori mediante malta espansiva. Il proporzionamento degli stessi è stato fatto affidando all'area metallica le massime sollecitazioni flessionali di trave rovescia in corrispondenza dei vincoli e verificandoli a uno sforzo di tranciamento.

Dopo la valutazione del numero di barre è stato controllato lo sforzo di compressione trasmesso dai manicotti alla muratura e viceversa, il che non deve superare la sigma ammissibile della muratura stessa.

Il piano di posa di tale fondazione è situato a circa 90 cm dall'attuale calpestio del piano terra. Per compensare lo scavo da eseguire verranno predisposti degli elementi a granchio, poggianti su tale solettone, e avente un'altezza di circa 45 cm, che oltre ad avere la funzione di individuare il nuovo piano di calpestio, creano una intercapedine a pavimento

che verrà utilizzato sia per evitare concentrazione di umidità sia per consentire l'attraversamento a pavimento delle condotte elettriche, idriche, telematiche etc.



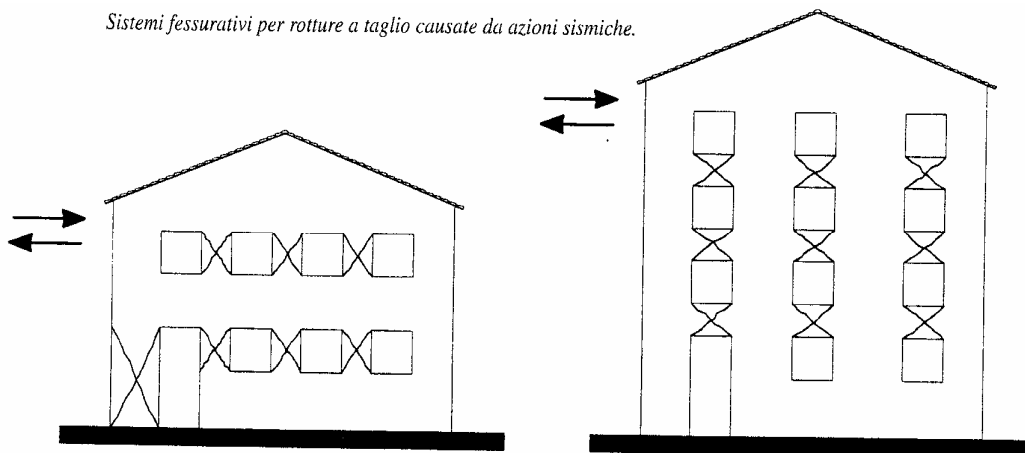
Quadro fessurativo

Il rilievo dello stato fessurativo o dei dissesti ha come scopo fondamentale, quello di individuare quali sono stati i meccanismi che hanno prodotto i danni e quali potrebbero essere di conseguenza i meccanismi di futuri collassi.

Meccanismi di collasso ricorrenti in edifici in muratura

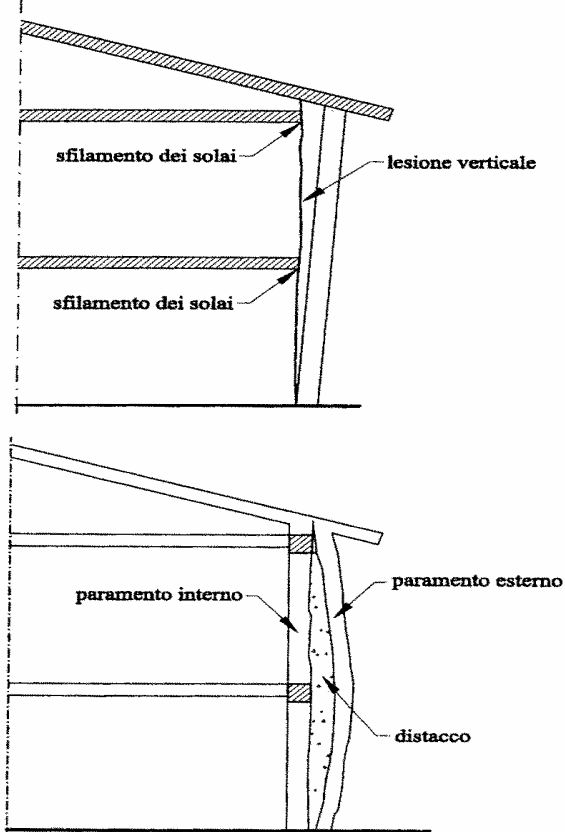
Rottura a taglio della muratura per azioni complementari

Sistemi fessurativi per rotture a taglio causate da azioni sismiche.



Ribaltamento delle murature

Lesioni e dissesti dovuti a fenomeni di ribaltamento



Danni prodotti dall'azione di elementi strutturali spingenti

Si tratta di dissesti che si verificano nelle zone in cui si localizza l'azione di elementi strutturali che esercitano un'azione spingente, quali travi inclinate delle coperture (puntoni), oppure gli archi e le volte prive di idonei sistemi di contenimento della spinta.

Dissesti in corrispondenza dei collegamenti tra elementi con diversa rigidezza

A questo genere di dissesti sono riconducibili tutti quei danneggiamenti prodottisi nei punti di collegamento tra edifici o strutture caratterizzati da rigidzze di diverse entità, che danno luogo generalmente a fenomeni di martellamento.

Solaio di copertura piano terra

Stato di fatto

La tipologia delle strutture portanti orizzontali è variabile sia per zona che per altezza, per cui abbiamo al primo impalcato, solai in *latero-cemento* sul lato sud e sud-ovest, con *volte a crociera* sul lato nord , ed infine un solaio *in ferro e laterizi* sul lato est.

1) Le volte a crociera sono formate da quattro *unghie*.

Queste scaricano tutto il peso sui quattro angoli, dove occorrono robusti pilastri e colonne.

2) Nei solai misti, *latero – cemento*, la funzione resistente è affidata in genere alla parte in cemento, costituita dalla nervatura e dalla soletta che formano appunto una trave soletta.

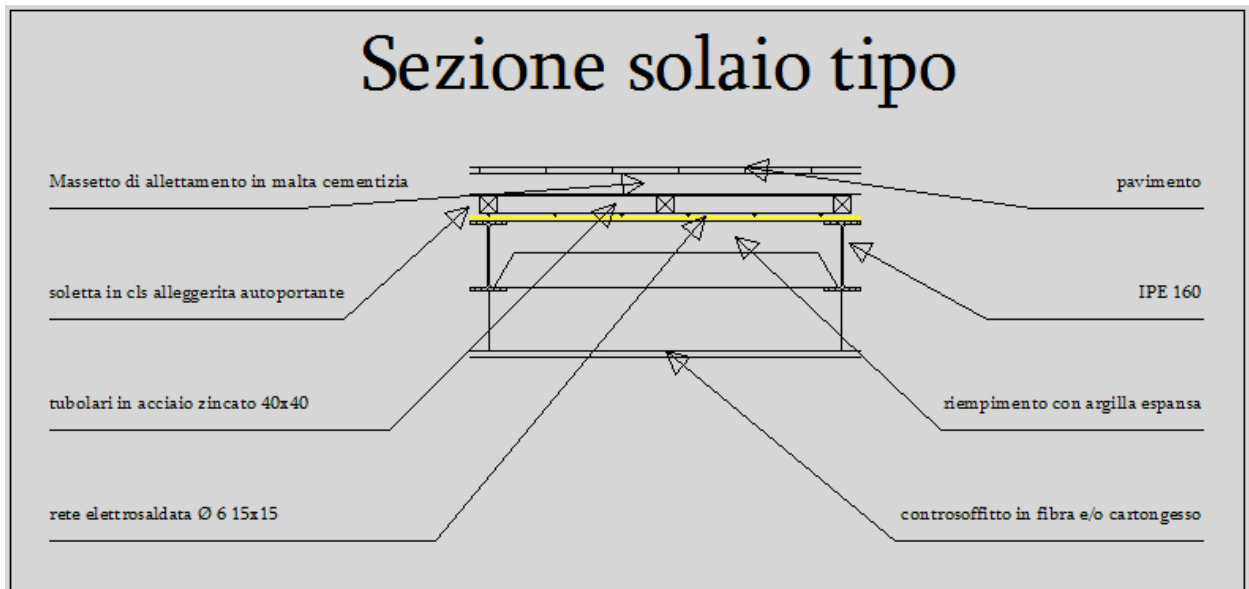
3) I solai in *ferro e laterizi*, sono i più economici e pratici da realizzare:

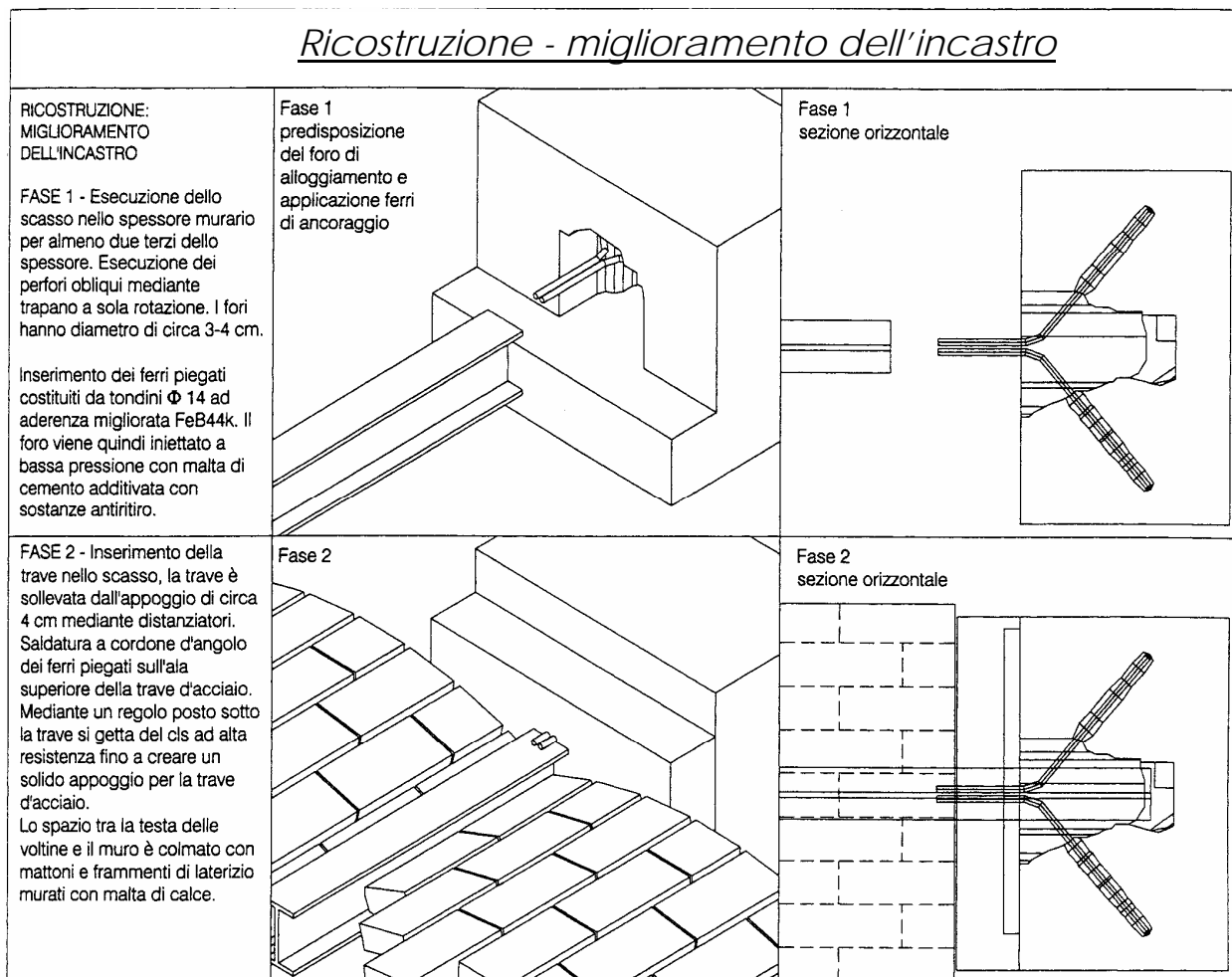
tavelloni appoggiati sul bordo inferiore della longarina.

Interventi previsti

Gli impalcati sono stati demoliti e ricostruiti con solai in latero-cemento previa realizzazione di un cordolo perimetrale per ogni ambiente con una larghezza pari ai 2/3 della muratura sottostante e comunque non inferiore a 12 cm e un'altezza almeno pari a quella del solaio e comunque non inferiore alla metà dello spessore del muro. Gli interventi realizzati sono del tipo illustrato di seguito (per tutti gli interventi alle differenti altezze si è tenuto presente quanto segue, quindi per gli altri piani non saranno riportati tali illustrazioni) :

SOLAIO TIPO DA REALIZZARE

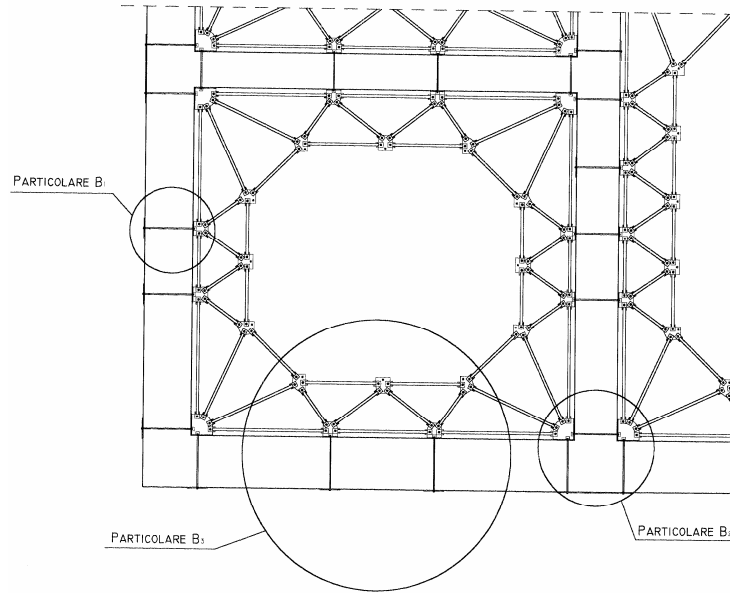




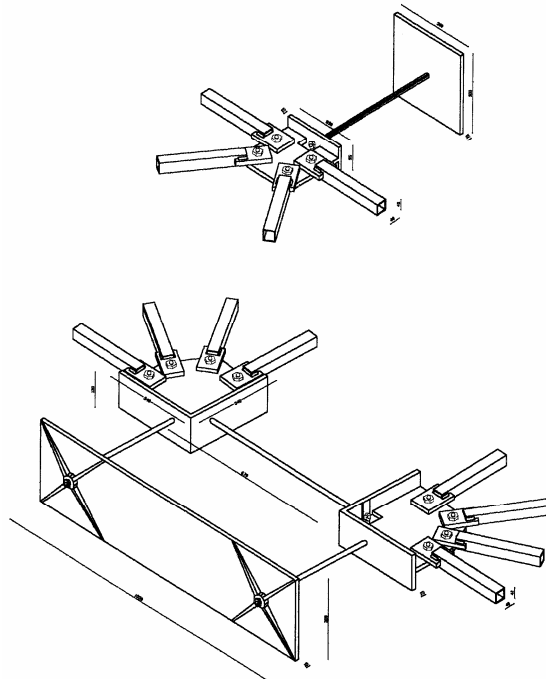
Irrigidimento solai con travatura reticolare in acciaio zincato

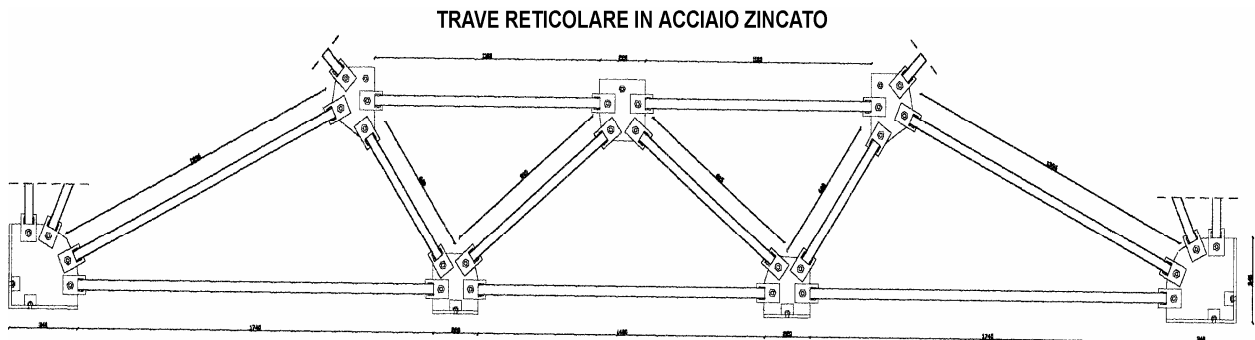
Interventi di questo tipo saranno realizzati sui solai del piano terra e del primo piano.

Disposizione Travature Reticolari



Particolari agganci nodi muratura





Muratura

Stato di fatto

Un muro è l'insieme di elementi pesanti di varia natura (pietra, laterizio...), collegati fra loro a regola d'arte mediante un legame in modo da ottenere una struttura monolitica. Un muro deve assicurare :

- *la funzione portante* (se è previsto a tale scopo);
- *la protezione dagli agenti atmosferici* (pioggia, neve, vento, ecc...);
- *l'isolamento termico*;
- *l'isolamento acustico*.

Lo spessore del muro è in relazione alle funzioni che deve svolgere; se non ha funzioni portanti, ma solo di separazione di spazi, lo spessore può essere ridotto alla dimensione minima dell'elemento che lo compone, ma per soddisfare contemporaneamente tutte le condizioni, si deve adottare uno spessore maggiore.

Il tipo di muratura utilizzato nella vecchia costruzione è di *pietrame a faccia vista, a corsi regolari con ossatura di muratura di mattoni pieni*. A questa altezza sono stati adoperati conci calcarei (Calcere Bianco di provenienza dell'Appennino Campano) di forma quasi regolare e di altezza uniforme.

Le dimensioni sono significativamente differenti a seconda della posizione.

Nella parte anteriore lo spessore della mura varia da un minimo 0.64 m a un massimo di 2.20 m.

Le pareti di suddivisione interna delle differenti stanze variano da 1 m a 0.50 m e gran parte di queste hanno una strutture molto irregolari.

Le mura perimetrali esterne posteriori, hanno ancora uno spessore molto variabile, da 1.10 m a 0.60 m.

La cosa interessante da sottolineare è che la parte centrale della facciata esterna anteriore a piano terra, in particolare gli archi vicino le scale, sono ancora in travertino (come le fondazioni) e non di calcare come la torre; anche la tecnica di costruzione è differente: in questo caso sono murature ordinarie di pietrame a secco dove gli scampoli di pietra sono messi solo nella parte esterna del muro e la cavità interna è stata riempita con tutti gli avanzi e i residui della lavorazione.

Descrizione degli interventi da realizzare

Il presente paragrafo descrive tutti gli interventi da realizzare alla muratura dello stabile; siccome essi sono gli stessi applicati ai vari piani, quella di seguito sarà l'unica descrizione.

L'obiettivo che si cercherà di perseguire è quello di riuscire, per quanto possibile, a coniugare insieme la sicurezza con la conservazione.

Come strategia operativa si adotta una «manutenzione di tipo attivo», ovvero interventi di tipo manutentivo, rispondenti però in termini concreti ed effettivi anche alle esigenze di un comportamento antisismico.

Questa strategia di «conservazione attiva» non sarà quindi limitata, in generale, al solo obiettivo di restituire l'efficacia originale alla fabbrica muraria attraverso una manutenzione sostitutiva di elementi deteriorati o danneggiati ma, dovendo soddisfare anche una specifica e precisa richiesta di sicurezza, si è previsto, all'occorrenza, l'aggiunta di nuovi presidi e di ulteriori rinforzi, nel rispetto, per quanto possibile, della tecnica costruttiva originaria del manufatto.

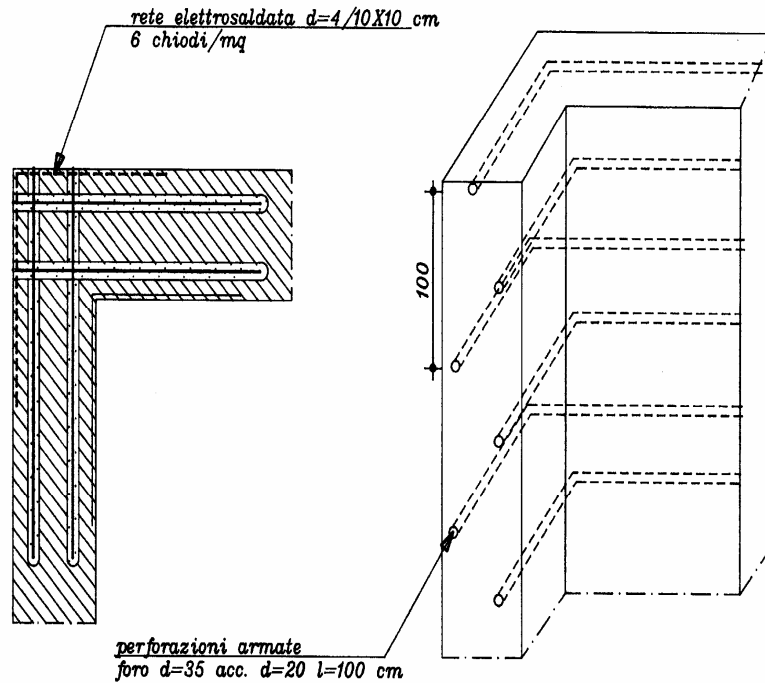
Per aumentare la stabilità della struttura, in tutti gli ambienti con una disposizione in pianta dei muri portanti nelle due direzioni Y-X inferiore a 5 metri, saranno inseriti dei telai in cemento armato, opportunamente ancorati alla muratura di supporto. Le aperture verso l'esterno saranno spostate leggermente con la creazione di un'ulteriore apertura.

Vediamo nel dettaglio i tipi di intervento che saranno realizzati.

Interventi tipo su lesioni

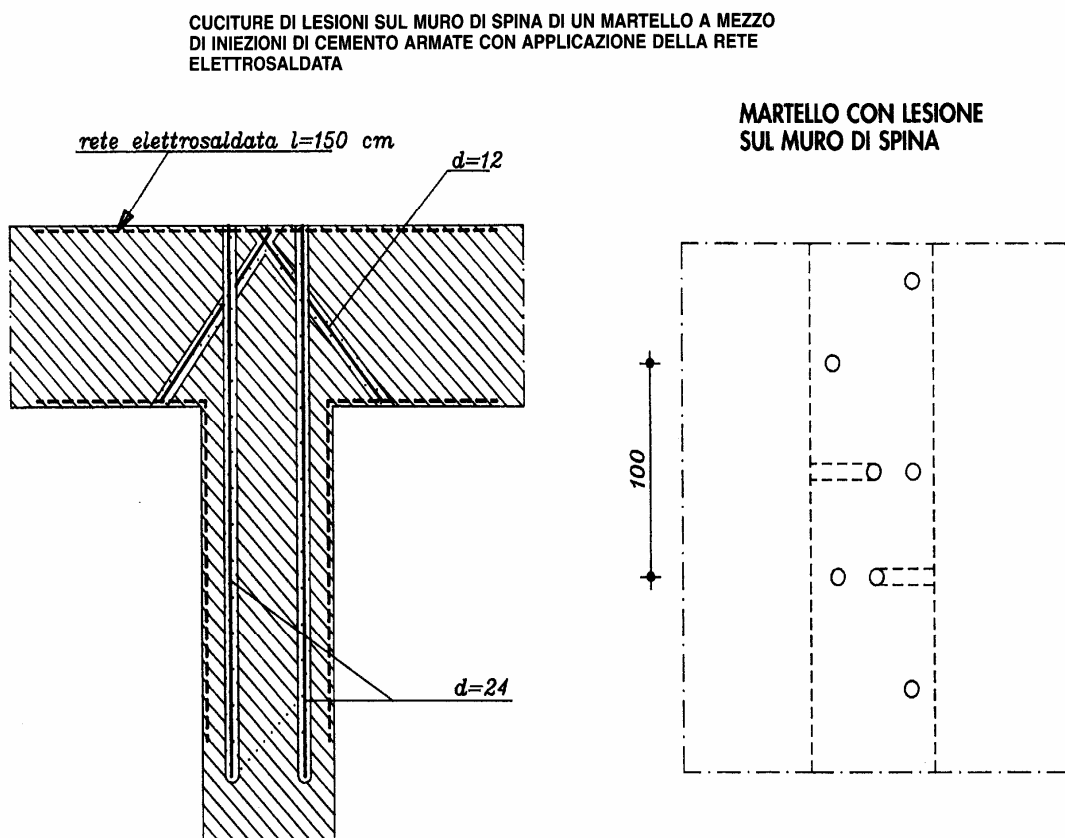
- a) L'intervento si articola nelle seguenti fasi:
1. spicconatura del vecchio intonaco in corrispondenza delle zone d'intervento;
 2. pulitura dei lembi delle lesioni mediante l'asportazione delle parti murarie deteriorate;
 3. esecuzione dei fori del diametro di 35mm con andamento ortogonale rispetto al piano in cui si opera;
 4. lavaggi con getti d'acqua della muratura;
 5. inserimento di barre di acciaio ad aderenza migliorata del diametro di 20mm all'interno dei fori;
 6. iniezione di miscela cementizia additivata con antiritiro e fluidificante;
 7. inserimento della rete elettrosaldata sulla parete esterna e ricoprimento con betoncino per uno spessore di 3-4cm.

CANTONALE
CUCITURE DI LESIONI D'ANGOLO E DI MARTELLO A MEZZO DI INIEZIONI DI CEMENTO E APPLICAZIONE DELLA RETE ELETTROSALDATA



- b) L'intervento si articola nelle seguenti fasi:
1. spicconatura del vecchio intonaco in corrispondenza delle zone d'intervento;
 2. pulitura dei lembi delle lesioni mediante l'asportazione delle parti murarie deteriorate;
 3. esecuzione dei fori principali del diametro di 35mm con andamento ortogonale rispetto al piano in cui si opera e dei fori secondari con inclinazione di 45° rispetto allo stesso piano;
 4. lavaggi con getti d'acqua della muratura;

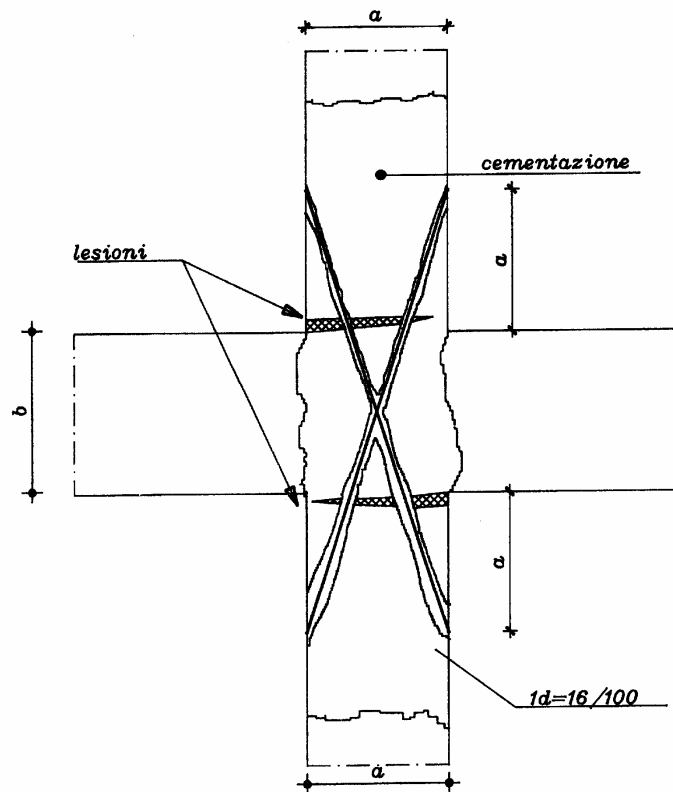
5. inserimento di barre di acciaio ad aderenza migliorata del diametro di 24mm all'interno dei fori principali e del diametro di 12mm all'interno dei fori secondari;
6. iniezione di miscela cementizia additivata con antiritiro e fluidificante;
7. inserimento della rete elettrosaldata su entrambe le facce delle pareti e ricoprimento con betoncino per uno spessore di 3-4cm.



- c) L'intervento si articola nelle seguenti fasi:

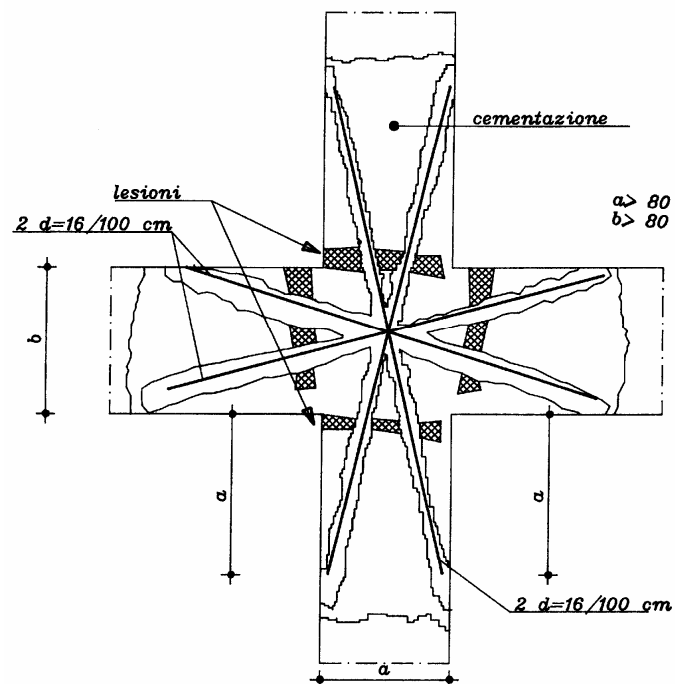
1. spicconatura del vecchio intonaco in corrispondenza delle zone d'intervento;
2. pulitura dei lembi delle lesioni mediante l'asportazione delle parti murarie deteriorate;
3. esecuzione dei fori del diametro di 30mm con inclinazione di 45°;
4. lavaggio con getti d'acqua della muratura;
5. inserimento di barre di acciaio ad aderenza migliorata del diametro di 16mm all'interno dei fori;
6. iniezione di miscela cementizia additivata con antiritiro e fluidificante.

CUCITURE DI LESIONI DI INCROCIO SEMPLICI A MEZZO DI INIEZIONI DI CEMENTO ARMATE



- d) L'intervento si differenzia dal precedente perché in questo caso le lesioni sono presenti in tutte le aperture dell'incrocio, esso si articola nelle seguenti fasi:
1. spicconatura del vecchio intonaco in corrispondenza delle zone d'intervento;
 2. pulitura dei lembi delle lesioni mediante l'asportazione delle parti murarie deteriorate;
 3. esecuzione dei fori del diametro di 30mm con inclinazione di 45°;
 4. lavaggio con getti d'acqua della muratura;
 5. inserimento di barre di acciaio ad aderenza migliorata del diametro di 16mm all'interno dei fori;
 6. iniezione di miscela cementizia additivata con antiritiro e fluidificante;

CUCITURE DI LESIONI DI INCROCIO DOPPIE A MEZZO DI INIEZIONI DI CEMENTO ARMATE

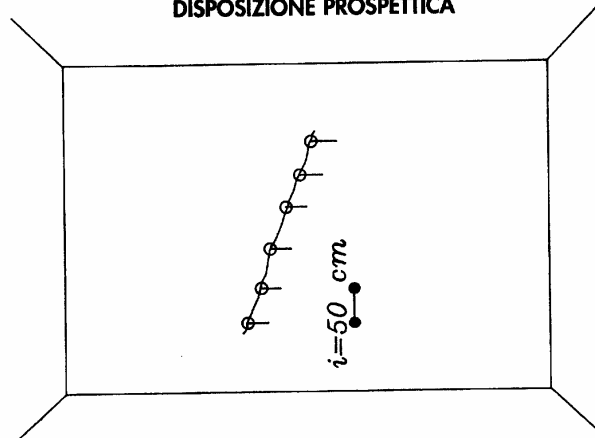


- e) L'intervento si articola nelle seguenti fasi:
1. spicconatura del vecchio intonaco in corrispondenza della lesione presente sulla parete per una larghezza di 50-80cm;
 2. pulitura dei lembi delle lesioni mediante l'asportazione delle parti murarie deteriorate;
 3. lavaggio con getti d'acqua della parete messa a nudo e della lesione;

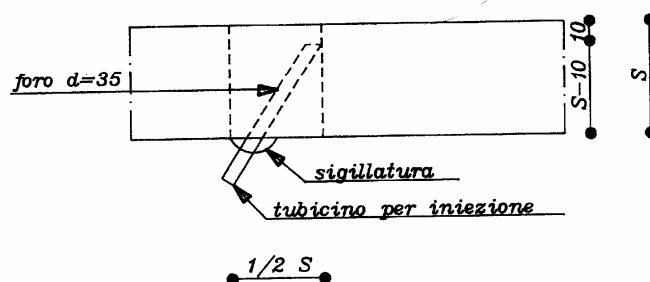
4. esecuzione dei fori del diametro di 30-40mm nella muratura in prossimità della lesione e lavaggio degli stessi con acqua corrente;
5. inserimento di barre di acciaio ad aderenza migliorata del diametro di 12mm all'interno dei fori;
6. sarcitura della lesione a mezzo di malta cementizia;
7. iniezione di miscela cementizia additivata con antiritiro e fluidificante.

SARCITURA DI LESIONE NON PASSANTE A MEZZO DI INIEZIONI DI CEMENTO ARMATE

DISPOSIZIONE PROSPETTICA

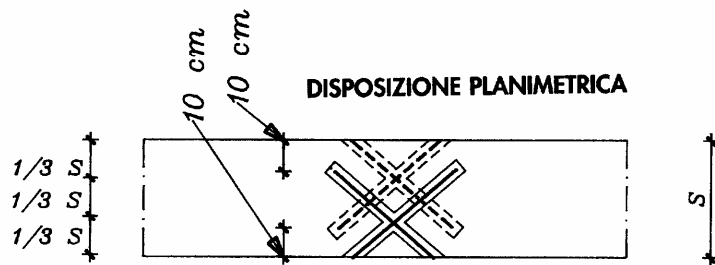
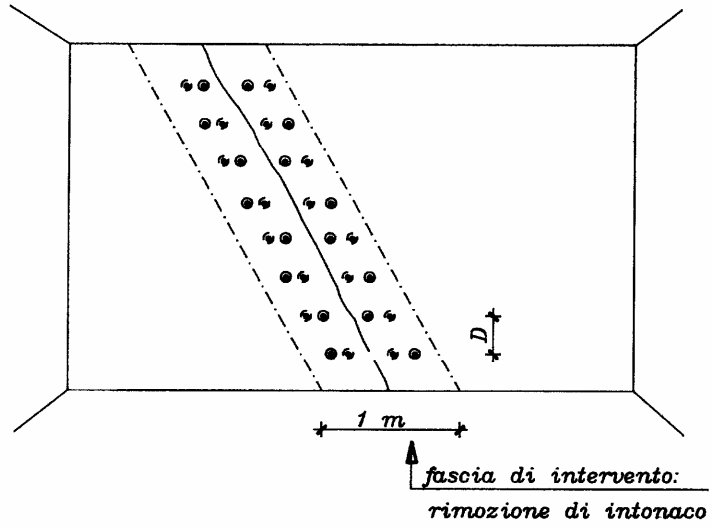


DISPOSIZIONE PLANIMETRICA



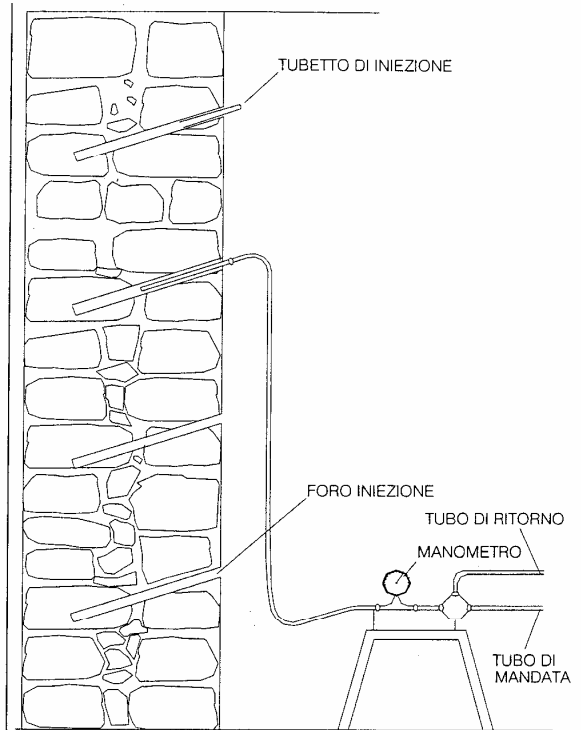
- f) L'intervento proposto si articola nelle seguenti fasi:
1. spicconatura del vecchio intonaco in corrispondenza della lesione presente sulla parete per una larghezza di 100cm circa;
 2. pulitura dei lembi delle lesioni mediante l'asportazione delle parti murarie deteriorate;
 3. lavaggio con getti d'acqua della parete messa a nudo e della lesione;
 4. esecuzione dei fori del diametro di 30-40mm nella muratura in prossimità della lesione e lavaggio degli stessi con acqua corrente;
 5. inserimento di barre di acciaio ad aderenza migliorata del diametro di 12mm all'interno dei fori con inclinazioni opposte a due a due in modo da costituire una cucitura per punti della parte fessurata;
 6. sarcitura della lesione a mezzo di malta cementizia;
 7. iniezione di miscela cementizia additivata con antiritiro e fluidificante.

SARCITURA DI LESIONE PASSANTE A MEZZO DI INIEZIONI DI CEMENTO ARMATE INCROCIATE
DISPOSIZIONE PROSPETTICA

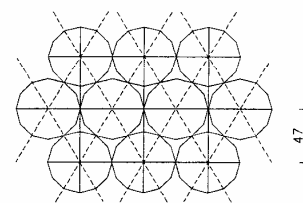


INIEZIONI DI BOIACCA PER LA RIAGGREGAZIONE DELLE MURATURE

- 1) si accerta la qualità della muratura mediante saggi in profondità possibilmente estesi a tutto lo spessore. Se questo non è possibile si effettui l'esame mediante percussione della muratura, carotaggio o indagini di tipo non distruttivo (termografie, ultrasuoni, georadar ecc.);
- 2) se l'intonaco esistente non è in buono stato o se è addirittura assente si scarniscono i giunti e si sigillano insieme alle lesioni. In alcuni casi può essere opportuno realizzare un intonaco per contenere la fuoriuscita di miscela;
- 3) scelta dei punti per le iniezioni in numero di 2-4 al mq in base alla diffusione delle fessure e al tipo di struttura. Nelle murature in pietrame, le perforazioni si eseguono in corrispondenza dei giunti ad una distanza che, in relazione alla compattezza del muro, varia dai 60 agli 80 cm. Nelle murature di mattoni pieni, la distanza fra i fori non deve superare i 50 cm;
- 4) si eseguono le perforazioni orizzontali con il trapano a sola rotazione. Se lo spessore risulta inferiore a 60-70 cm., le iniezioni si effettuano su una sola faccia della muratura e interessano almeno i due terzi della profondità, se, invece, supera i 70 cm. si opera su ambedue le facce;
- 5) si posizionano gli ugelli o boccagli per una profondità di almeno 10-15 cm, sigillandoli con la stessa miscela d'iniezione resa più densa diminuendo il quantitativo d'acqua nella malta;
- 6) lavaggio attraverso l'introduzione di acqua nei perfori in modo da eliminare le polveri e saturare i materiali originari che tenderebbero a disidratare la miscela. In tal modo si può anche verificare l'esistenza di lesioni nascoste grazie alla fuoriuscita d'acqua;
- 7) procedendo dal basso verso l'alto si inietta la miscela a bassa pressione (minore di 2 atm) per evitare la formazione di pressioni all'interno della massa muraria e le conseguenti coazioni con le cortine esterne. La pressione si deve mantenere costante fino a quando la miscela non fuoriesce dai fori adiacenti. Si chiudono quindi i fori con cunei di legno o di sughero e si prosegue il consolidamento rispettando il previsto piano di lavoro. Dopo l'indurimento della miscela, si asportano gli ugelli e si sigillano le sedi con malta. Negli edifici a più piani, le iniezioni si eseguono iniziando dal piano più basso;
- 8) controllo della diffusione della miscela all'interno della massa muraria mediante carotaggi che si effettuano solo a stagionatura avvenuta o prove soniche.



PERCENTUALE DEI VUOTI CA. 10%



SCHEMA IDEALE DI INIEZIONE - n.4 perforazioni/mq

g) Incatenamenti

Scopo delle catene è quello di impedire il collasso delle pareti perimetrali ortogonalmente al loro piano e verso l'esterno.

A proposito delle catene una norma-tiva del Ministero per i Beni culturali ed ambientali (del 28 novembre 1997) fornisce le seguenti indicazioni: "La pratica

tradizionale di inserire catene e tiranti in metallo va considerata, in via generale, come la risposta di maggior efficacia in funzione antisismica rispetto all'impatto causato sul manufatto, per cui si richiede che essa vada adottata sistematicamente.”

L'intervento si articola nelle seguenti fasi:

1. perforazione della muratura in corrispondenza degli incroci e degli angoli per un diametro di 50mm;
2. inserimento delle barre d'acciaio ad aderenza migliorata (tiranti) del diametro di 20-30mm all'interno dei fori praticati;
3. fissaggio dei tiranti a mezzo di dadi alle piastre d'acciaio che avranno dimensioni adeguate alla forza assiale indotta nel tirante per metterlo in tensione e ai valori delle tensioni ammissibili nelle murature sulle superfici di contatto con la piastra. Le piastre saranno inserite in appositi alloggi praticati sulla muratura, la messa in tensione dei tiranti sarà effettuata a mano agendo con una chiave dinamometrica sul dado, in modo da evitare che durante il sisma la catena possa oscillare liberamente. Dopo aver effettuato tale operazione, i dadi saranno fissati con saldatura elettrica alla piastra e gli incassi in cui sono alloggiati i tiranti verranno risarciti con malta cementizia.

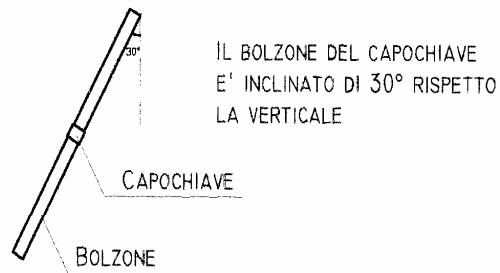
Compito statico: ritegno

Dissesto: rotazioni e traslazioni;

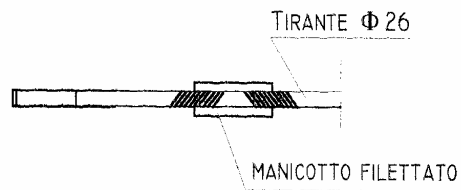
Azione : localizzata;

Dimensionamento: 1) Tirante a trazione; 2) Capichiave a flessione; 3) Giunti di tensione: vite a trazione, filettatura a taglio; 4) Unioni intermedie: occhielli a trazione, taglio e rifollamento, biette a flessione e taglio

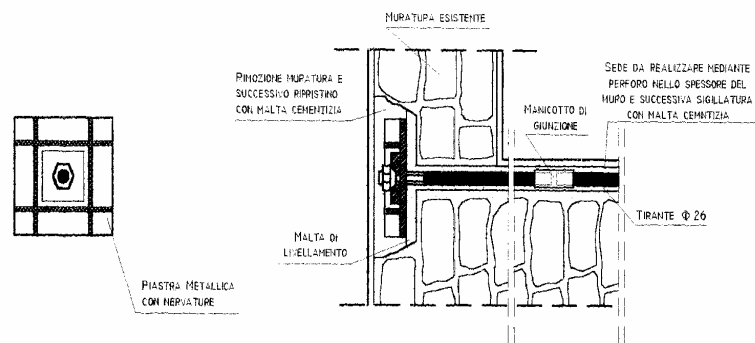
A CAPOCHIAVE ESTERNO A VISTA



IL CAPOCHIAVE E' CONGIUNTO AL TIRANTE
TRAMITE UN MANICOTTO FILETTATO



B CAPOCHIAVE INTERNO ANCORATO
NELLO SPESSORE DEL MURO E
RICOPERTO DALL'INTONACO



Piattabande

Stato di fatto

La piattabanda può essere considerato un tipo anomalo di arco; funziona con lo stesso principio, ma la superficie di intradosso ed estradosso sono piane e leggermente arcuate, anziché curve.

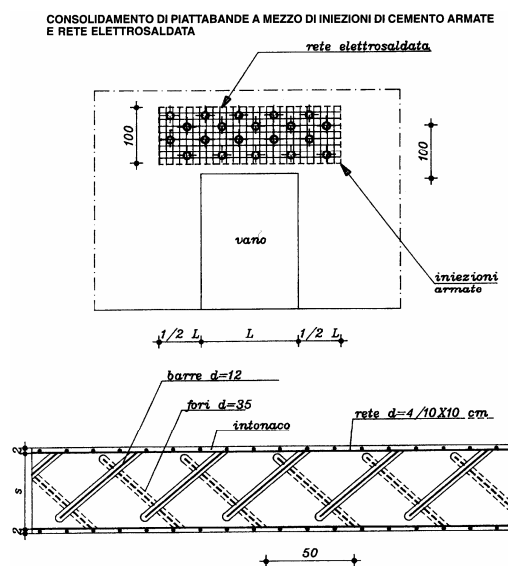
Le piattabande a questa altezza sono tutte in legno.

Interventi previsti

Laddove necessario si opererà con interventi del tipo descritti di seguito:

- a) L'intervento proposto è utile per il rinforzo delle piattabande lesionate in conci di muratura in tufo, esso si articola nelle seguenti fasi:
1. spicconatura dell'intonaco in corrispondenza del vano murario per un'altezza di 100cm a partire dall'imposta superiore e per una larghezza pari a due volte la sua luce;
 2. esecuzione dei fori del diametro di 35mm su file orizzontali sfalsate con interasse di 50cm e file verticali sfalsate con interasse di 25cm;
 3. lavaggio della muratura a mezzo di iniezione di acqua sotto pressione;
 4. inserimento di barre di acciaio ad aderenza migliorata del diametro di 12mm all'interno dei fori;

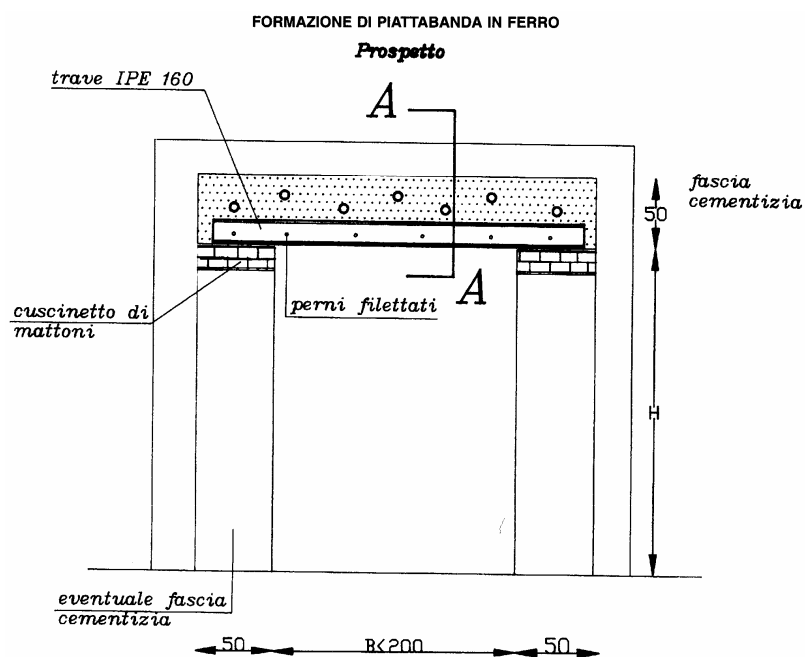
5. iniezione all'interno dei fori di miscela cementizia additivata con antiritiro e fluidificante;
6. posa in opera su entrambe le facce della muratura di rete elettrosaldata, ancorata alla stessa a mezzo di chiodi passanti;
7. applicazione di betoncino a spuzzo sulle reti per uno spessore di 3cm

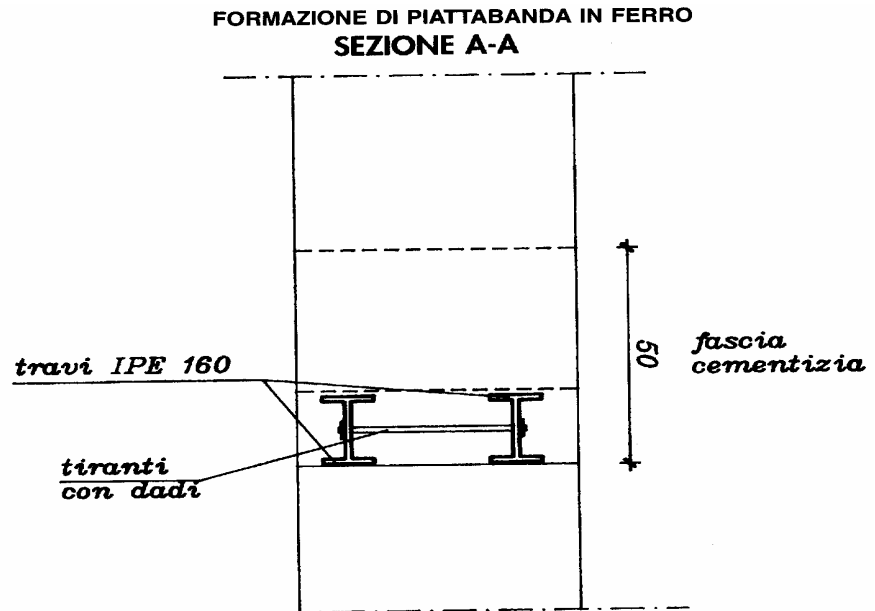


b) L'intervento proposto riguarda l'inserimento di piattabande in ferro nelle strutture murarie lesionate, esso si articola nelle seguenti fasi:

1. creazione dei cuscinetti di mattoni pieni per l'appoggio della trave in ferro su di un primo fronte;

2. esecuzione della traccia e messa in opera della prima trave (IPE 160), forzata a mezzo di cunei in ferro;
3. ripetizione delle operazioni di cui ai punti 1 e 2 sul fronte opposto;
4. alloggiamento dei tiranti in ferro all'interno dei fori praticati nelle travi e stretta dei dati;
5. asportazione del materiale murario compreso fra le due travi e riempimento con getto di calcestruzzo;
6. consolidamento della fascia superiore con iniezioni di cemento.





11.III- PRIMO PIANO

Solaio di copertura primo piano

Stato di fatto

In questo caso abbiamo una situazione più uniforme: in tutti gli ambienti il solaio è in *ferro - laterizi*.

Interventi previsti

Sarà utilizzata un'armatura minima dei cordoli di almeno 6 cmq con diametro non inferiore a 12 mm., mentre per i piani sottostanti sarà aumentata di 2 cmq a piano. Gli interventi si baseranno su quanto già descritto in precedenza.

Muratura

Stato di fatto

Il materiale di cui è fatto il primo piano è completamente diverso dal precedente, segno di una ricostruzione a posteriori. In questo caso abbiamo l'utilizzo di Tufo Giallo, invece di Travertino. E' interessante evidenziare sulla parte della torre al primo piano, una volta dall'architettura molto interessante, formata dall'alternarsi di pietre di tufo giallo e travertino, disposte verticalmente.

Interventi previsti

Gli interventi da realizzare si basano su criteri già descritti al paragrafo 3.3.2.

Piattabande

Stato di fatto

Al primo piano, oltre alle piattabande in legno, abbiamo anche quelle in calcestruzzo cosa che evidenzia maggiormente il fatto che tali lavori siano stati realizzati in un altro decennio.

Interventi previsti

Dove è stato necessario, sono state sostituite le vecchie piattabande, con piattabande in cemento

12.III – SECONDO PIANO

Solaio di copertura

Stato di fatto

Come nel caso precedente abbiamo una situazione uniforme in tutti gli ambienti : solaio in *ferro – laterizi*.

Interventi previsti

E' stata utilizzata un'armatura minima dei cordoli di almeno 6 cmq con diametro non inferiore a 12 mm.,mentre per i piani sottostanti è stata aumentata di 2 cmq a piano. Gli interventi realizzati sono stati basati su quanto già descritto in precedenza (par. 4.1.2)

Muratura

Stato di fatto

E' importante sottolineare che siamo ancora in presenza di un nuovo materiale: Tufo Grigio o Ignimbrite Campana di più recente costruzione.

Interventi previsti

Anche qui, date le cattive condizioni della muratura, si dovrà intervenire con sostanziosi interventi, già descritti ai paragrafi precedenti.

Piattabande

Stato di fatto

Anche in questo caso le piattabande sono tutte in calcestruzzo.

Interventi previsti

Dove sarà necessario, le vecchie piattabande saranno sostituite con interventi descritti nei paragrafi precedenti.

13.III – COPERTURA

Stato di fatto

La copertura a due falde che copre quasi l'intero edificio è formata da una struttura portante principale (pilastri, travi complanari alle falde) in cemento armato con una struttura sovrastante secondaria in legno, quasi completamente crollata.

Interventi previsti

Si è previsto di realizzare un cordolo perimetrale a sostegno della struttura sovrastante che sarà così formata:

- travi in legno;
- tavolato;
- isolamento di poliuretano;
- guaina isolante;
- listelli primari e secondari per il fissaggio delle tegole;
- coppi e controcoppi.

I disegni di seguito allegati chiariscono la natura di tali interventi

