LICEO STATALE "G. PASCOLI"

LAVORI DI RIPRISTINO SOLAI PIANO PRIMO - II LOTTO

LICEO STATALE "G. PASCOLI"

Viale Don Minzoni, 58
50129 Firenze

CIG:

CUP:

CODICE STR:

PROPRIETÁ:
CITTA' METROPOLITANA DI FIRENZE
LEGALE RAPPRESENTANTE:
RESPONSABILE DELLA DIREZIONE
Dott.Ing. Gianni Paolo Cianchi

PROVINCIA DI FIRENZE - Direzione Patrimonio, Espropri, Gestione Immobili e T.P.L.

data: agosto 2018
REVISIONE:

Approvato con Det./Del. N°

responsabile del procedimento
Ing. Gianni Paolo Cianchi

PROGETTISTA:

PROGETTAZIONI SPECIALISTICHE:
progetto architettonico:
Arch. Agustin Bazuzi

progetto strutturale:
Ing. Luca Stocchi

progetto impianti elettrici:

progetto sicurezza:
Ing. Luca Stocchi

computi metrici:
Ing. Luca Stocchi

PROGETTO ESECUTIVO

RELAZIONE STRUTTURALE

elaborato n°
RS

\\FILESRV-CAV1\WORK\ARCHIVIAZIONE IMMOBILI\A_SCOLASTICI\31-PASCOLI\07_RIPRISTINO SOLAI - II LOTTO\PROGETTO COMPLETO PDF\MASCHERINA_RELAZIONE DI CALCOLO PASCOLI.DWG

SOMMARIO

A3 RELAZIONE TECNICA GENERALE ... 3
DESCRIZIONE GENERALE ... 3
CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO ... 7
CLASSIFICAZIONE ANTISISMICA ... 7
A4 RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI ... 8
CALCESTRUZZO ... 8
ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO ... 8
ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA ... 8
LEGNO ... 8
A8-A9 FASCICOLO E RELAZIONE DI CALCOLO DELLA STRUTTURA ... 9
ANALISI DEI CARICHI ... 10
SOLAIO DELLE AULE E LABORATORIO LINGUISTICO ... 10
SOLAIO ATRIO – DISIMPEGNO E BIBLIOTECA DI DISEGNO ... 10
SOLAIO CORRIDOIO ... 10
VERIFICA SOLAIO AULE E DEL LABORATORIO LINGUISTICO ... 11
VERIFICA DEL SOLAIO CON SOLETTA COLLABORANTE ... 11
VERIFICA DEL SOLAIO SENZA SOLETTA COLLABORANTE ... 14
INTRODUZIONE ... 14
SISTEMI DI RIFERIMENTO ... 14
ROTAZIONI E MOMENTI ... 15
NORMATIVA DI RIFERIMENTO ... 15
UNITÀ DI MISURA ... 15
GEOMETRIA ... 16
ELENCO VINCOLI NODI ... 16
ELENCO NODI ... 16
ELENCO MATERIALI ... 16
ELENCO SEZIONI ASTE ... 16
ELENCO VINCOLI ASTE ... 17
ELENCO ASTE ... 17
ELENCO TIPI SOLAI ... 18
ELENCO SOLAI ... 18
CARICHI ... 18
CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI ... 18
ELENCO CARICHI ASTE CONDIZIONE DI CARICO N. 1: QPS ELENCO PESO PROPRIO ASTE ... 19
ELENCO CARICHI ASTE CONDIZIONE DI CARICO N. 1: QPS CARICHI DISTRIBUITI ... 19
ELENCO CARICHI ASTE CONDIZIONE DI CARICO N. 2: QPN CARICHI DISTRIBUITI ... 20
ELENCO CARICHI ASTE CONDIZIONE DI CARICO N. 3: QA CARICHI DISTRIBUITI ... 20
RISULTATI DEL CALCOLO ... 20
PARAMETRI DI CALCOLO ... 20
SPOSTAMENTI DEI NODI ... 22
REAZIONI VINCOLARI ... 22
SOLLECITAZIONI ASTE ... 23
CRITERI DI PROGETTO UTILIZZATI ... 23
ASTE IN ACCIAIO ... 23
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO ... 25
VERIFICA SOLAIO ATRIO E BIBLIOTECA DI DISEGNO ... 27
VERIFICA DELLA TRAVE CON SOLETTA COLLABORANTE ... 29
VERIFICA DELLA TRAVE SENZA SOLETTA COLLABORANTE ... 31
INTRODUZIONE ... 31
SISTEMI DI RIFERIMENTO ... 31
ROTAZIONI E MOMENTI ... 32
NORMATIVA DI RIFERIMENTO ... 32
UNITÀ DI MISURA ... 32
GEOMETRIA ... 33
ELENCO VINCOLI NODI ... 33
ELENCO NODI ... 33
ELENCO MATERIALI ... 33
ELENCO SEZIONI ASTE ... 33
ELENCO VINCOLI ASTE ... 34
ELENCO ASTE ... 35
ELENCO TIPI SOLAI ... 35
ELENCO SOLAI ... 35
CARICHI ... 36
CONDIZIONI DI CARICO ELEMENTARI ... 36
ELENCO CARICHI ASTE CONDIZIONE DI CARICO N. 1: QPS ELENCO PESO PROPRIO ASTE ... 36
ELENCO CARICHI ASTE CONDIZIONE DI CARICO N. 1: QPS CARICHI DISTRIBUITI ... 36
ELENCO CARICHI ASTE CONDIZIONE DI CARICO N. 2: QPN CARICHI DISTRIBUITI ... 37

ELENCO CARICHI ASTE CONDIZIONE DI CARICO N. 3: QA CARICHI DISTRIBUITI 37
RISULTATI DEL CALCOLO 37
PARAMETRI DI CALCOLO 37
SPOSTAMENTI DEI NODI 39
REAZIONI VINCOLARI 40
SOLLECITAZIONI ASTE 40
CRITERI DI PROGETTO UTILIZZATI 40
ASTE IN ACCIAIO 40
VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO 43
VERIFICA SOLAIO DEL CORRIDOIO 44
VERIFICA CON SOFTWARE COMMERCIALE 44
VERIFICA CON SOFTWARE AUTOREDATTO 57
PIANO DI MANUTENZIONE 64
MANUALE D'USO 66
Strutture di elevazione 66
Strutture secondarie 66
MANUALE DI MANUTENZIONE 68
Strutture di elevazione 68
Strutture secondarie 71
PROGRAMMA DI MANUTENZIONE 75
Sottoprogramma delle prestazioni 75
Sottoprogramma dei controlli 75
Sottoprogramma degli interventi di manutenzione 77

A3 RELAZIONE TECNICA GENERALE

DESCRIZIONE GENERALE

Il Liceo Statale "Giovanni Pascoli" posto in Firenze, viale Don Minzoni 58, è un edificio di proprietà del Comune di Firenze. Nel 1997, in base ai disposti della L. 23/1996, le competenze circa la manutenzione dell'immobile sono statate trasferite alla Provincia di Firenze (ora Città metropolitana di Firenze) mediante la stipula di apposita convenzione.

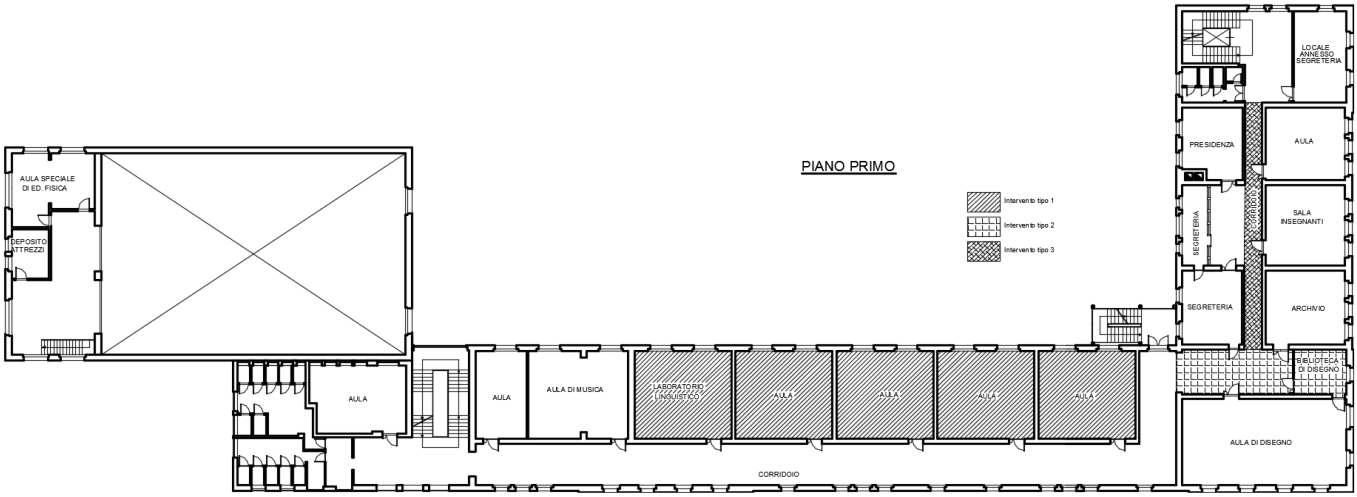
Descrizione dell'immobile.

L'edificio si sviluppa su tre piani fuori terra ed è articolato secondo una pianta a L con il lato corto sul viale Don Minzoni e il lato lungo su via Luca Giordano, a delimitare su due lati il cortile interno con accesso da via Fra' Bartolommeo. La parte terminale del lato lungo è costitutita da un volume aggiunto che al piano terreno ospita la scuola dell'infanzia Pascoli e al piano primo e secondo aule e servizi del Liceo; in aderenza a quest'ultima volumetria è presente il corpo di fabbrica della palestra, con accesso sia da via Fra' Bartolommeo, che dal cortile interno. I piani della scuola sono collegati fra loro da due corpi scala: uno posto all'estremità del lato corto sul viale Don Minzoni, l'altro nella zona di saldatura fra la porzione di edificio più antico e la parte aggiunta, con l'ingresso in via Luca Giordano; i vari ambienti sono serviti da corridoi longitudinali.

Il nucleo originario dell'edificio era costituito da un unico corpo di fabbrica a base rettangolare, sul viale Don Minzoni, il lato corto della L, articolato su due piani con corridoio centrale e aule su entrambi i lati. Agli inizi del '900 venne aggiunto il lato lungo della L, su via Luca Giordano, anch'esso con altezza di due piani ma con aule su un solo lato del lungo corridoio, affacciate sul cortile interno. Infine, negli anni '60, vennero realizzati il corpo aggiunto su via Fra' Bartolommeo e la sopraelevazione di tutto il corpo ad L.

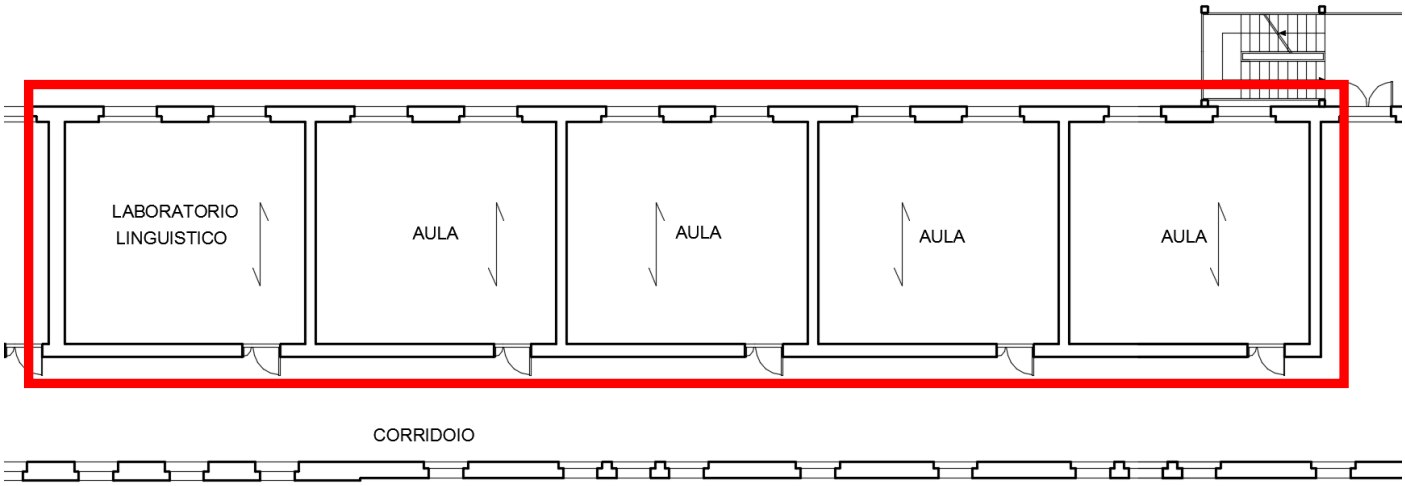
Caratteristiche dell'intervento.

In questo lotto d'intervento sono previsti il consolidamento di alcuni solai di piano primo, in particolare di quattro aule, del laboratorio linguistico, del corridoio, di un atrio fra l'aula di disegno e la segreteria e della biblioteca di disegno.

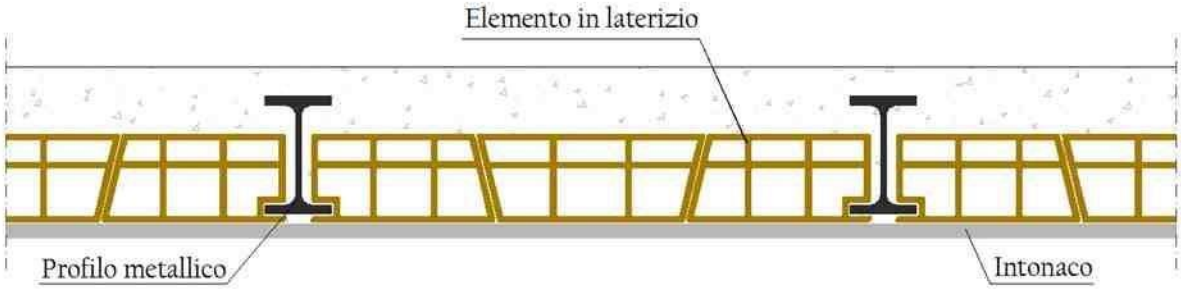


Dai saggi eseguiti si ipotizzano le seguenti tipologie di solaio:

Solai delle aule e del laboratorio linguistico



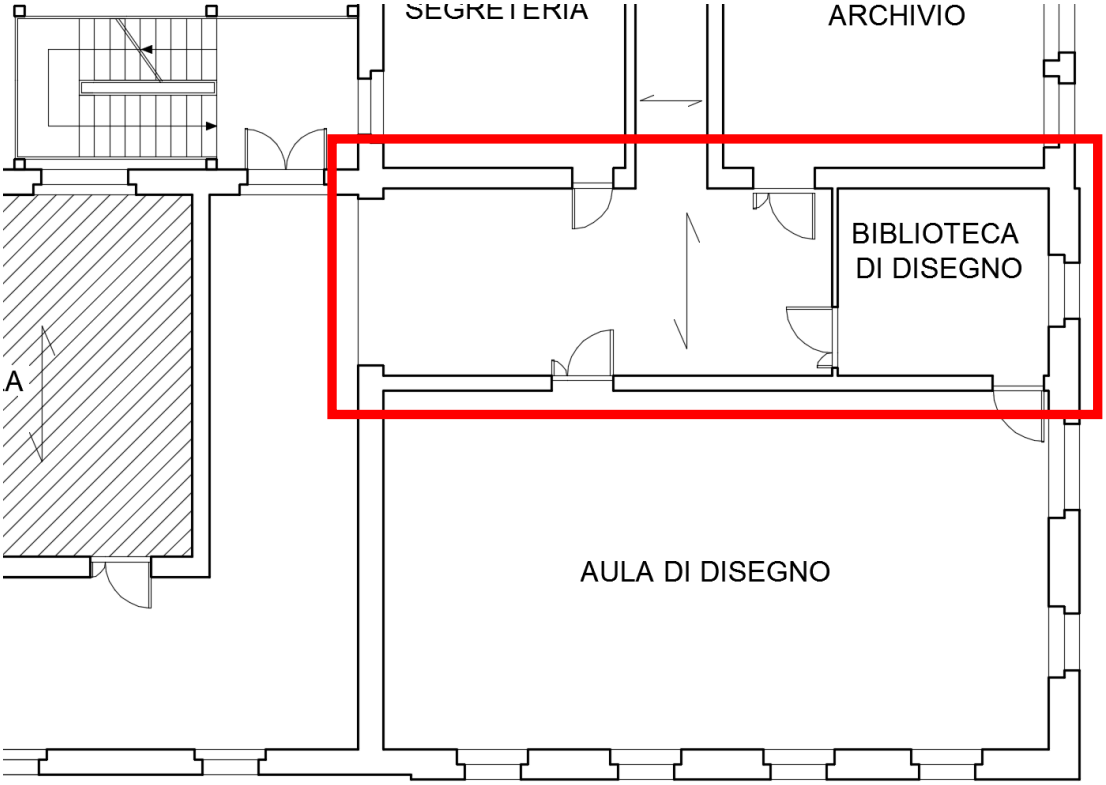
Dal saggio eseguito sul solaio di un'aula dall'estradosso e dall'intradosso è stato possibile identificare delle travi in acciaio portanti, con elementi di alleggerimento in laterizio, pavimento in graniglia con sottofondo in semiasciutto di spessore variabile fra i 12-13 cm fra trave e trave e 4 cm in corrispondenza delle travi metalliche.



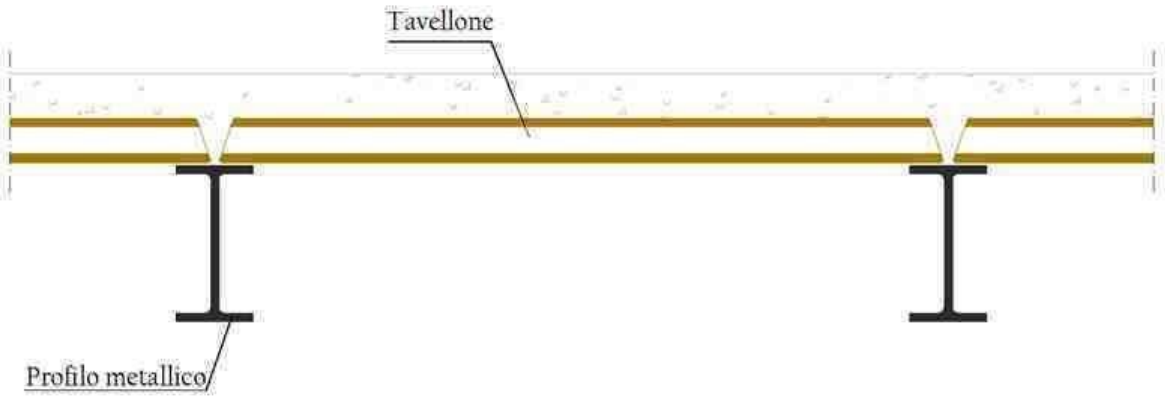
Dalle misurazioni effettuate su di una trave, i profili sono di tipo IPN 240 con interasse di circa 1.00 m con una luce di 7.10 m circa.

Si prevede di effettuare un consolidamento smontando il pavimento, asportando il sottofondo fino ad arrivare all'estradosso dei laterizi di alleggerimento e integrando le travi metalliche mediante una soletta in calcestruzzo alleggerito strutturale armata di spessore minimo 5 cm resa collaborante con le travi mediante connettori metallici saldati ai profili. Negli spazi fra le pignatte e la soletta saranno disposti dei pani di polistirolo di alleggerimento, il peso complessivo del solaio non subirà variazioni o sarà minore di quello attuale.

Solaio dell'atrio e della biblioteca di disegno



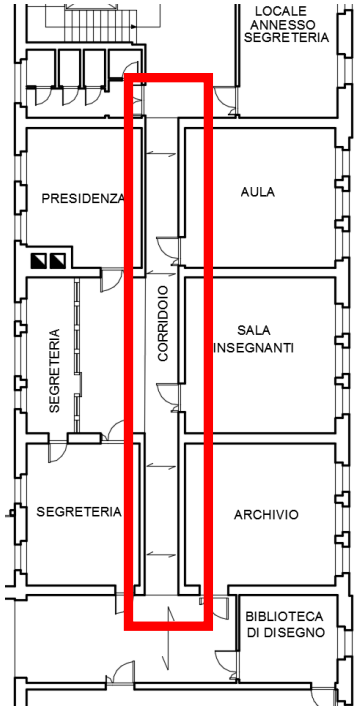
L'intradosso del solaio dell'atrio è accessibile rimuovendo le lastre del controsoffitto, sono state messe in evidenza delle travi in acciaio a doppio T 180x170 mm (HEA 180) con interasse di 80 cm circa e una luce di 3.70 m, al di sopra di esse sono disposti dei tavelloni e successivamente il sottofondo e il pavimento per uno spessore totale sopra i tavelloni di 27 cm



Si prevede di effettuare un consolidamento smontando il pavimento, asportando il sottofondo fino ad arrivare all'estradosso dei laterizi di alleggerimento e integrando le travi metalliche mediante una soletta in calcestruzzo alleggerito strutturale armata di spessore minimo 5 cm resa collaborante con le travi metalliche mediante connettori metallici saldati ai profili. Negli spazi fra le pignatte e la soletta saranno disposti dei pani di polistirolo di alleggerimento, il peso complessivo del solaio non subirà variazioni o sarà minore di quello attuale.

Solaio del corridoio

Il solaio del corridoio è stato esaminato solo dall'intradosso rimuovendo una piccola parte del controsoffitto, da cui sono stati individuati i travetti in legno 6x6 cm portanti con interasse 31 cm e luce di circa 1.40 m. si prevede anche per esso un consolidamento mediante connettori.



CLASSIFICAZIONE DELL'INTERVENTO

L'intervento si configura come "intervento di riparazione o locale" che interessano singoli elementi strutturali e che non riducono le condizioni di sicurezza preesistente, secondo quanto stabilito nelle NTC2018 (DM 17.01.2018) punto 8.4.
L'intervento previsto non modifica il comportamento sismico dell'edificio né incrementa i carichi in fondazione.

CLASSIFICAZIONE ANTISISMICA

- Zona sismica: zona 3
- Sito di costruzione: Viale Don Minzoni, Firenze, Italia LON. 11.26800155 LAT. 43.78576876

Simbologia

T_R = Periodo di ritorno <anni>
Ag = Accelerazione orizzontale massima al sito
FO = Valore massimo del fattore di amplificazione dello spettro in accelerazione orizzontale
TC* = Periodo di inizio del tratto a velocità costante dello spettro in accelerazione orizzontale <sec>

Parametri di pericolosità Sismica				
Stato Limite	**T_r**[anni]	**a_g/g**[-]	**F_o**[-]	**T^*_c**[s]
Operatività	30	0.048	2.548	0.250
Danno	50	0.057	2.583	0.270
Salvaguardia Vita	475	0.133	2.425	0.301
Prevenzione Collasso	975	0.170	2.392	0.310

A4 RELAZIONE MATERIALI IMPIEGATI

CALCESTRUZZO

Solette strutturali collaboranti

Calcestruzzo Alleggerito tipo Laterlite Leca 1400

Calcestruzzo leggero strutturale per getti di rinforzo e solette collaboranti, costituito da premiscelato "**LecaCLS 1400**" a base di argilla espansa LecaPiù, inerti naturali, cemento tipo Portland e additivi. Classe di massa volumica del calcestruzzo D1,5 (ca. 1400 kg/m^3 secondo UNI EN 206-1), classe di resistenza a compressione certificata LC 20/22 (R_{ck}=25 N/mm^2 a 28 gg), modulo elastico certificato 15.000 MPa, conducibilità termica λ 0,42 W/mK. Confezionamento e getto in opera secondo le indicazioni del produttore.

ACCIAIO PER CEMENTO ARMATO

Di tipo B450C.

Acciaio da cemento armato B450C

	Tensione caratteristica di rottura f_{tk} (N/mm^2)	Tensione caratteristica di snervamento f_{yk} (N/mm^2)
B450C (ex Fe B 44k)	≥ 540	≥ 450

ACCIAIO PER CARPENTERIA METALLICA

Considerando che anche all'inizio del secolo scorso si ottenevano acciai da costruzione con valori di resistenza allo snervamento paragonabili all'acciaio attuale con caratteristiche meccaniche più basse, si ipotizza per le strutture metalliche esistenti un acciaio tipo **S235** (Fe 360 secondo vecchie normative) con tensione di snervamento $\mathbf{f_{yk}=235\ N/mm^2}$ e tensione di rottura $\mathbf{f_{tk}=360\ N/mm^2}$.

In sede di calcolo si assumono i seguenti valori nominali delle proprietà del materiale:

E=210000 N/mm^2	modulo elastico normale
$G = \frac{E}{2(1+\nu)} = 80769$ N/mm2	modulo di elasticità tangenziale
ν=0.3	coefficiente di Poisson
α=1.2x10^{-5} °C^{-1}	coefficiente di dilatazione termica
ρ=7850 Kg/m^3	Peso specifico

LEGNO

Legno di Castagno Italia secondo UNI 11035, classe di servizio 1.

A8-A9 FASCICOLO E RELAZIONE DI CALCOLO DELLA STRUTTURA

Livello di conoscenza e fattore di confidenza

Si adotta il livello più basso di conoscenza pari a LC=1 che comporta un fattore di confidenza F.C.=1.35, secondo quanto riportato al paragrafo C8A.1.A.4 della circolare n°617 del 2/2/2009.

ANALISI DEI CARICHI

SOLAIO DELLE AULE E LABORATORIO LINGUISTICO

Longarine metalliche IPN240	0.36	KN/mq
Soletta cls alleggerito sp. 5 cm	0.70	KN/mq
G1k	**1.06**	**KN/mq**

Pignatte della piattabanda di alleggerimento	0.85	KN/mq
Intonaco, sottofondo, piastrelle e polistirolo di alleggerimento	0.90	
G2k	**1.75**	**KN/mq**

Qk - Variabili Cat. C1 - Scuole	**3.00**	**KN/mq**

SOLAIO ATRIO – DISIMPEGNO E BIBLIOTECA DI DISEGNO

Si effettuerà le verifiche successive considerando il massimo carico derivante dalla biblioteca di disegno.

Longarine metalliche HEA180	0.43	KN/mq
Soletta cls alleggerito	0.84	KN/mq
G1k	**1.27**	**KN/mq**

Tavelloni	0.45	KN/mq
Intonaco, sottofondo, piastrelle, polistirolo di alleggerimento e controsoffitto	2.20	
G2k	**2.65**	**KN/mq**

Qk - Variabili Cat. E1 - Biblioteche	**6.00**	**KN/mq**

SOLAIO CORRIDOIO

Travetti in legno	0.10	KN/mq
Soletta cls alleggerito sp. 5 cm	0.70	KN/mq
G1k	**0.80**	**KN/mq**

Tavelloni o pianelle	0.45	KN/mq
Intonaco sottofondo pavimento, polistirolo di alleggerimento e controsoffitto	1.40	
G2k	**1.85**	**KN/mq**

Qk - Variabili Cat. C1 - Scuole	**3.00**	**KN/mq**

Dove non diversamente indicato il peso della struttura viene computata in sede di calcolo.

VERIFICA SOLAIO AULE E DEL LABORATORIO LINGUISTICO

La verifica del solaio delle aule sarà condotto tenendo conto della collaborazione fra soletta in calcestruzzo e trave metallica, ma sarà condotta anche senza tenere conto della collaborazione della soletta, considerando la trave metallica come unico elemento portante dimostrando che con l'alleggerimento del solaio conseguente ai lavori di consolidamento i soli profili metallici sono comunque idonee a sopportare i carichi.

Si utilizza uno schema statico con semplici appoggi alle estremità.

Il solaio dovrà essere puntellato in fase di getto della soletta in calcestruzzo.

VERIFICA DEL SOLAIO CON SOLETTA COLLABORANTE

Geometria solaio

spessore soletta	0.05	m
Lunghezza trave	7.1	m
Interasse delle travi	1	m

Analisi dei carichi

Peso calcestruzzo	14	KN/mc

carichi permanenti strutturali distribuiti

Peso soletta	0.7	KN/mq
Peso acciaio	0.36	KN/mq
Totale G1k	**1.06**	KN/mq

Carichi permanenti non strutturali distribuiti

Pignatte e intonaco sottofondo e mattonelle	1.75	KN/mq
Totale G2k	**1.75**	KN/mq

Carichi accidentali distribuiti

C1 scuole	3	KN/mq
Totale Qk	**3**	KN/mq

Coefficienti per SLU

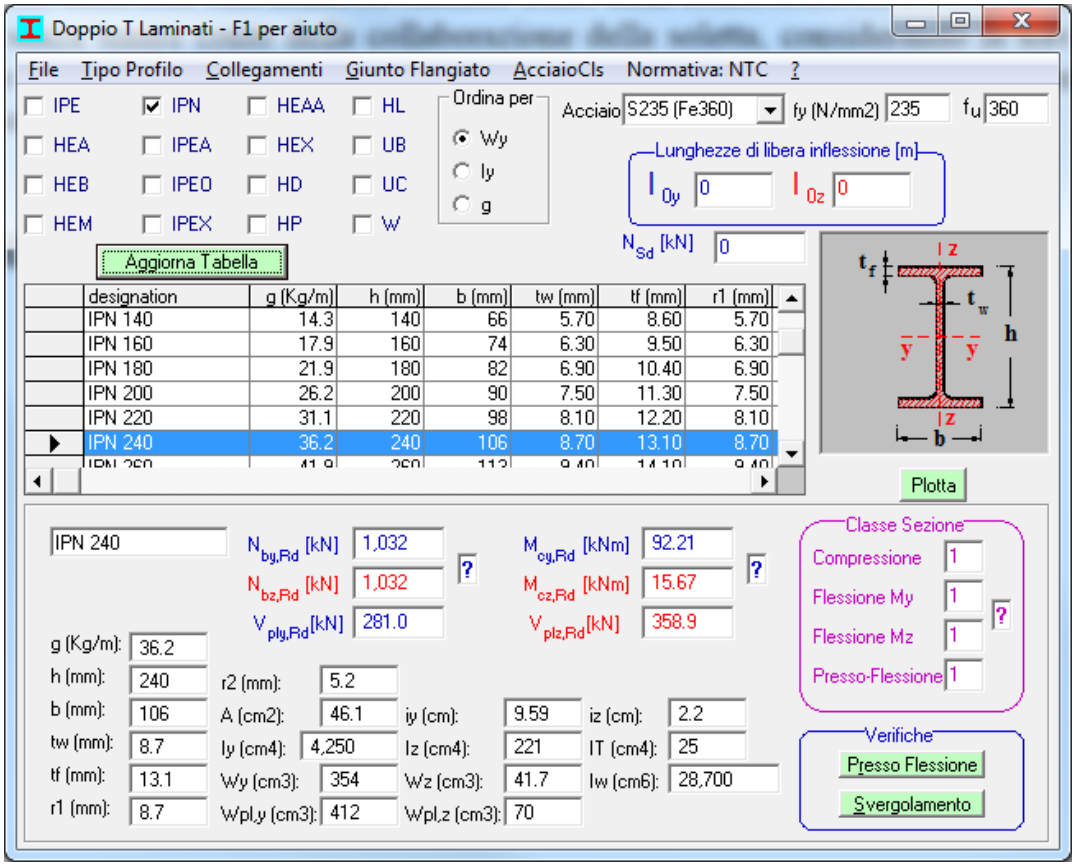
γ_{G1}	1.3	permanenti strutturali
γ_{G2}	1.5	permanenti non strutturali
γ_{Q}	1.5	Carichi variabili
Carico totale allo SLU	8.50 KN/mq	

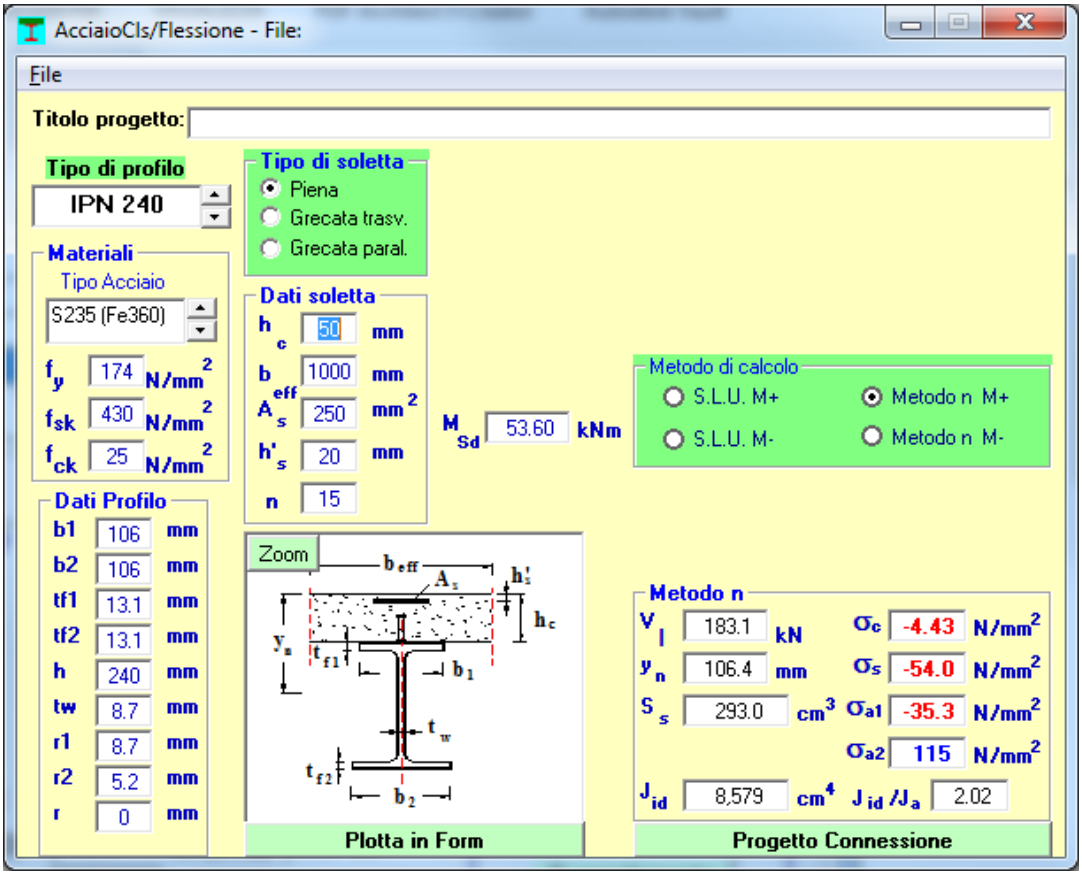
Coefficienti per SLE

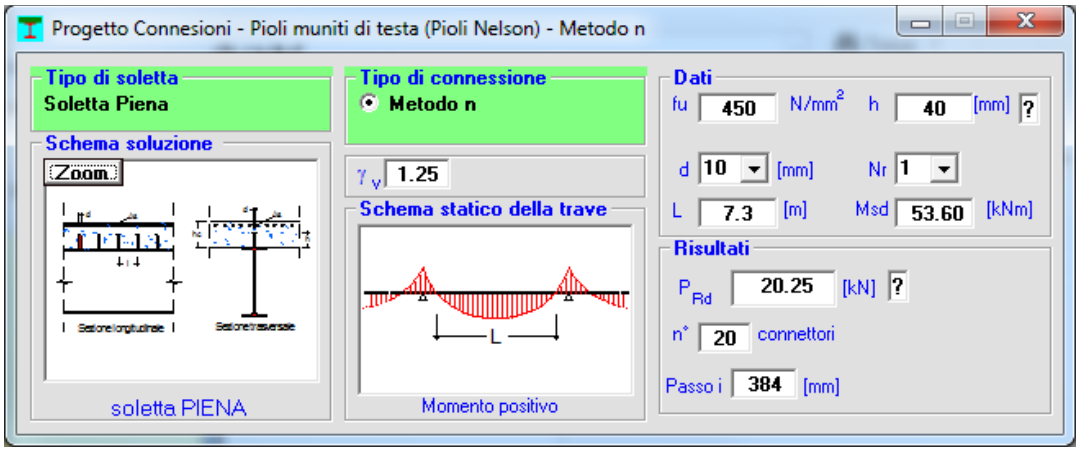
γ_{G1}	1	permanenti strutturali
γ_{G2}	1	permanenti non strutturali
γ_{Q}	1	Carichi variabili
Carico totale allo SLE	5.81 KN/mq	

Combinazione Fondamentale

M_{SLU}	53.6	KNm	Momento nella sezione di verifica allo SLU
T_{SLU}	30.2	KN	Taglio agli appoggi



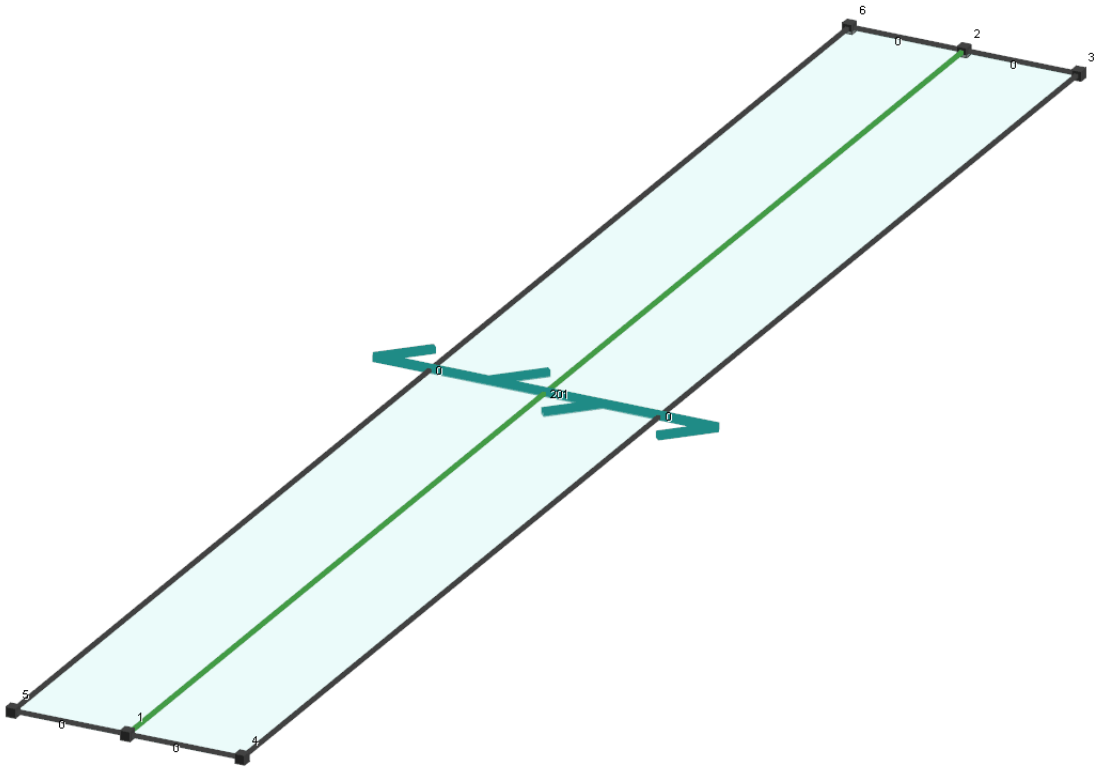




A favore di sicurezza si adottano connettori di diametro 12 mm con passo 300 mm per tutta la lunghezza della trave.

Si omette la verifica di deformabilità in quanto effettuata e verificata nel caso di trave senza soletta collaborante riportato di seguito.

VERIFICA DEL SOLAIO SENZA SOLETTA COLLABORANTE



INTRODUZIONE

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.
I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:
- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:
- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:
- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:
- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.

- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.

- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.

- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.

- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.

- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.

- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.

- D.M. del 14/1/2008 - Norme tecniche per le costruzioni. Le verifiche degli elementi di fondazione sono eseguite utilizzando l'Approccio 2.

- Circolare n. 617 del 2/2/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/1/2008.

- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.

- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:
- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

GEOMETRIA

Elenco vincoli nodi

Simbologia

Vn = Numero del vincolo nodo
Comm. = Commento
Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
RL = Rotazione libera
Ly = Lunghezza (dir. Y locale)
Lz = Larghezza (dir. Z locale)
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly <m>	Lz <m>	Kt <daN/cmc>
2	Incastro	B	B	B	B	B	B				

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly <m>	Lz <m>	Kt <daN/cmc>
4		B	B	B	L	B	L				

Elenco nodi

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
X = Coordinata X del nodo
Y = Coordinata Y del nodo
Z = Coordinata Z del nodo
Imp. = Numero dell'impalcato
Vn = Numero del vincolo nodo

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
1	0.00	0.00	0.00	0	4
5	-0.50	0.00	0.00	0	2

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
2	0.00	7.30	0.00	0	4
6	-0.50	7.30	0.00	0	2

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
3	0.50	7.30	0.00	0	2

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
4	0.50	0.00	0.00	0	2

Elenco materiali

Simbologia

Mat. = Numero del materiale
Comm. = Commento
P = Peso specifico
E = Modulo elastico
G = Modulo elastico tangenziale
ν = Coeff. di Poisson
α = Coeff. di dilatazione termica

Mat.	Comm.	P <daN/mc>	E <daN/cmq>	G <daN/cmq>	ν	α
17	Acciaio	7850	2100000.00	800000.00	0.3	1.000000E-05

Elenco sezioni aste

Simbologia

Sez. = Numero della sezione
Comm. = Commento
Tipo = Tipologia
2C = Doppia C lato labbri
2Cdx = Doppia C lato costola
2I = Doppia I
2L = Doppia L lato labbri
2Ldx = Doppia L lato costole
C = Sezione a C
Cdx = C destra
Cir. = Circolare
Cir.c = Circolare cava
I = Sezione a I
L = Sezione a L
Ldx = L destra
Om. = Omega

Pg = Pi greco
Pr = Poligono regolare
Prc = Poligono regolare cavo
Pc = Per coordinate
Ia = Inerzie assegnate
R = Rettangolare
Rc = Rettangolare cava
T = Sezione a T
U = Sezione a U
Ur = U rovescia
V = Sezione a V
Vr = V rovescia
Z = Sezione a Z
Zdx = Z destra
Ts = T stondata
Ls = L stondata
Cs = C stondata
Is = I stondata
Dis. = Disegnata
Mem. = Membratura
G = Generica
T = Trave
P = Pilastro
Ver. = Verifica prevista
N = Nessuna
C = Cemento armato
A = Acciaio
L = Legno
B = Base
H = Altezza
s = Spessore ala
a = Spessore anima
r = Raggio raccordo anima-ala
r1 = Raggio in testa ala
Ma = Numero del materiale
C = Numero del criterio di progetto
Crit. C.I. = Criterio di progetto collegamento iniziale
Crit. C.F. = Criterio di progetto collegamento finale

Sez.	Comm.	Tipo	Mem.	Ver.	B <cm>	H <cm>	s <cm>	a <cm>	r <cm>	r1 <cm>	Ma	C	Crit. C.I.	Crit. C.F.
1	IPN240	Is	T	A	10.60	24.00	1.31	0.87	0.87	0.00	17	1	1	1

Elenco vincoli aste

Simbologia

Va = Numero del vincolo asta
Comm. = Commento
Tipo = Tipologia
SVI = Definizione di vincolamenti interni
ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler
BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione
BIE-RC = Biella resistente solo a compressione
BIE-RT = Biella resistente solo a trazione
Ni = Sforzo normale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tyi = Taglio in dir. Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tzi = Taglio in dir. Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mxi = Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Myi = Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mzi = Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Nf = Sforzo normale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tyf = Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tzf = Taglio in dir. Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mxf = Momento intorno all'asse X locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Myf = Momento intorno all'asse Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mzf = Momento intorno all'asse Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt <daN/cmc>
1	Inc+Inc	SVI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Elenco aste

Simbologia

Asta = Numero dell'asta
N1 = Nodo iniziale
N2 = Nodo finale
Sez. = Numero della sezione
Va = Numero del vincolo asta
Par. = Numero dei parametri aggiuntivi
Rot. = Rotazione
FF = Filo fisso
Dy1 = Scost. filo fisso Y1
Dy2 = Scost. filo fisso Y2
Dz1 = Scost. filo fisso Z1
Dz2 = Scost. filo fisso Z2
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Asta	N1	N2	Sez.	Va	Par.	Rot. <grad>	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>	Dz1 <cm>	Dz2 <cm>	Kt <daN/cmc>
0	5	1		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	1	4		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	6	5		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	4	3		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	2	6		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	3	2		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
201	1	2	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	

Elenco tipi solai

Simbologia
Ts = Numero del tipo solaio
Comm. = Commento
Rc = Ripartizione carichi
UN = Unidirezionale
PP = A piastra perimetrale
PB = A piastra bisettrice
Qps = Carico permanente strutturale
Qpn = Carico permanente non strutturale
QA = Primo carico accidentale
QA2 = Secondo carico accidentale
QA3 = Terzo carico accidentale
Rip. ter. = Ripartizione su aste terminali
Rip. int. = Ripartizione su aste interne
Lfl = Larghezza fascia laterale
Zcv = Quota di riferimento del piano di campagna
s = Coeff. di riduzione
Hs = Altezza solaio
Sc = Spessore cappa
Crit. = Numero del criterio di progetto

Ts	Comm.	Rc	Qps <daN/mq>	Qpn <daN/mq>	QA <daN/mq>	QA2 <daN/mq>	QA3 <daN/mq>	Rip. ter.	Rip. int.	Lfl <m>	Zcv <m>	s	Hs <cm>	Sc <cm>	Crit.
1		UN	106.00	200.00	300.00	0.00	0.00	50.00	50.00	5.00	5.00	0.33	24.00	4.00	1

Elenco solai

Simbologia
Sol. = Numero del solaio
Ts = Numero del tipo solaio
Ord. = Orditura
Nodi = Nodi del solaio

Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi
0	1	0.00	1 4 3 2
0	1	0.00	5 1 2 6

CARICHI

Condizioni di carico elementari

Simbologia
CCE = Numero della condizione di carico elementare
Comm. = Commento
Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
Sic. = Contributo alla sicurezza

```
          F = a favore
          S = a sfavore
          A = ambigua
Var.     =Tipo di variabilità
          B = di base
          I = indipendente
          A = ambigua
Dir.     =Direzione del vento
Tipo     =Tipologia di pressione vento
          M = Massimizzata
          E = Esterna
          I = Interna
Mx       =Moltiplicatore della massa in dir. X
My       =Moltiplicatore della massa in dir. Y
Mz       =Moltiplicatore della massa in dir. Z
Jpx      =Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
Jpy      =Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
Jpz      =Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z
```

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	qps	1 D.M. 08 Permanenti strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	qpn	2 D.M. 08 Permanenti non strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	qa	5 D.M. 08 Variabili Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elenco carichi aste
Condizione di carico n. 1: qps
Elenco peso proprio aste

Simbologia

```
Sez. =Numero della sezione
Comm.=Commento
A    =Area
Mat. =Materiale
P    =Peso specifico
PL   =Peso specifico a metro lineare
```

Sez.	Comm.	A <cmq>	Mat.	P <daN/mc>	PL <daN/m>
1	IPN240	47.022800	Acciaio	7850.00	36.91

Elenco carichi aste
Condizione di carico n. 1: qps
Carichi distribuiti

Simbologia

```
Asta=Numero dell'asta
N1  =Nodo iniziale
N2  =Nodo finale
E   =Elemento provenienza del carico
      S = Solaio
      T = Tamponatura
NE  =Numero elemento di provenienza del carico
T   =Tipo di carico
      QA = Primo carico accidentale
      QA2 = Secondo carico accidentale
      QA3 = Terzo carico accidentale
      QPS = Carico permanente strutturale
      QPN = Carico permanente non strutturale
      VE = Vento
      M = Manuale
DC  =Direzione del carico
      XG,YG,ZG = secondo gli assi globali
      XL,YL,ZL = secondo gli assi locali
Xi  =Distanza iniziale
Qi  =Carico iniziale
Xf  =Distanza finale
Qf  =Carico finale
```

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	6	5	S	0	QPS	ZG	0.00	26.50	7.30	26.50
201	1	2	S	0	QPS	ZG	0.00	26.50	7.30	26.50

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	4	3	S	0	QPS	ZG	0.00	26.50	7.30	26.50
201	1	2	S	0	QPS	ZG	0.00	26.50	7.30	26.50

Elenco carichi aste
Condizione di carico n. 2: qpn
Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	6	5	S	0	QPN	ZG	0.00	50.00	7.30	50.00
201	1	2	S	0	QPN	ZG	0.00	50.00	7.30	50.00

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	4	3	S	0	QPN	ZG	0.00	50.00	7.30	50.00
201	1	2	S	0	QPN	ZG	0.00	50.00	7.30	50.00

Elenco carichi aste
Condizione di carico n. 3: qa
Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	6	5	S	0	QA	ZG	0.00	75.00	7.30	75.00
201	1	2	S	0	QA	ZG	0.00	75.00	7.30	75.00

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	4	3	S	0	QA	ZG	0.00	75.00	7.30	75.00
201	1	2	S	0	QA	ZG	0.00	75.00	7.30	75.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Parametri di calcolo

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:
ModeSt ver. 8.15, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:
SAP2000 ver. 10.0, prodotto da Computers & Structures Inc. - Berkeley, CA

Tipo di normativa: stati limite D.M. 08
Tipo di calcolo: calcolo statico
Vincoli esterni: Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido
Modalità di recupero masse secondarie: mantenere sul nodo masse e forze relative

Generazione combinazioni

- Lineari: Sì
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: No
- Buckling: No

Opzioni di calcolo

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: No
- Uniformare i carichi variabili: No
- Massimizzare i carichi variabili: No
- Minimo carico da considerare: 0.00 <daN/m>
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente

Opzioni del solutore
Dati struttura

- Edificio esistente: Sì
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_N: 50.00
- Classe d'uso: Classe II
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: No
- Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco: No

Condizioni di carico elementari

Simbologia

CCE =Numero della condizione di carico elementare
Comm. =Commento
Tipo CCE =Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
Sic. =Contributo alla sicurezza
F = a favore
S = a sfavore
A = ambigua
Var. =Tipo di variabilità

B = di base
I = indipendente
A = ambigua
Dir. = Direzione del vento
Tipo = Tipologia di pressione vento
M = Massimizzata
E = Esterna
I = Interna
Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	qps	1	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	qpn	2	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	qa	5	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elenco tipi CCE definiti

Simbologia
Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare
Comm. = Commento
Tipo = Tipologia
G = Permanente
Qv = Variabile vento
Q = Variabile
I = Da ignorare
A = Azione eccezionale
P = Precompressione
Durata = Durata del carico
N = Non definita
P = Permanente
L = Lunga
M = Media
B = Breve
I = Istantanea
γ min. = Coeff. $\gamma_{min.}$
γ max = Coeff. γ_{max}
ψ_0 = Coeff. ψ_0
ψ_1 = Coeff. ψ_1
ψ_2 = Coeff. ψ_2
$\psi_{0,s}$ = Coeff. ψ_0 sismico (D.M. 96)

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	γ min.	γ max	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\psi_{0,s}$
1	D.M. 08 Permanenti strutturali	G	N	1.00	1.30				
2	D.M. 08 Permanenti non strutturali	G	N	0.00	1.50				
5	D.M. 08 Variabili Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	Q	N	0.00	1.50	0.70	0.70	0.60	0.00

Ambienti di carico
Simbologia
N = Numero
Comm. = Commento
1 = qps
2 = qpn
3 = qa
F = azioni orizzontali convenzionali
SLU = Stato limite ultimo
SLR = Stato limite per combinazioni rare
SLF = Stato limite per combinazioni frequenti
SLQ/D = Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno
S = Sì
N = No

N	Comm.	1	2	3	SLU	SLR	SLF	SLQ
1	Calcolo statico	S	S	S	S	S	N	N

Elenco combinazioni di carico simboliche

Simbologia
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Comm. = Commento
TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD = Stato limite di danno
SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
SLO = Stato limite di operatività
SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

CC	Comm.	TCC	1	2	3
1	Amb. 1 (SLU)	SLU	γ max	γ max	γ max
2	Amb. 1 (SLE R)	SLE R	1	1	1

Genera le combinazioni con un solo carico di tipo variabile come di base: No

Considera sollecitazioni dinamiche con segno dei modi principali: No

Combinazioni delle CCE

Simbologia
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Comm. = Commento
TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD = Stato limite di danno
SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
SLO = Stato limite di operatività
SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
An. = Tipo di analisi
L = Lineare
NL = Non lineare
Bk = Buckling
S = Sì
N = No

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2	3
1	CC 1 - Amb. 1 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.50	1.50
2	CC 2 - Amb. 1 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00

Spostamenti dei nodi

Simbologia
Nodo = Numero del nodo
Sx = Spostamento in dir. X
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Sy = Spostamento in dir. Y
Sz = Spostamento in dir. Z
Rx = Rotazione intorno all'asse X
Ry = Rotazione intorno all'asse Y
Rz = Rotazione intorno all'asse Z

Nodo		Sx <cm>	CC	Sy <cm>	CC	Sz <cm>	CC	Rx <rad>	CC	Ry <rad>	CC	Rz <rad>	CC
1	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.01	2	0.00	1	0.00	2
2	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.01	1	0.00	1	0.00	1

Nodo		Sx <cm>	CC	Sy <cm>	CC	Sz <cm>	CC	Rx <rad>	CC	Ry <rad>	CC	Rz <rad>	CC
1	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.01	1	0.00	1	0.00	1
2	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.01	2	0.00	1	0.00	2

Min = 0.00
Max = 0.00

Reazioni vincolari

Simbologia
Nodo = Numero del nodo
Fx = Reazione vincolare (forza) in dir. X
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari

Fy = Reazione vincolare (forza) in dir. Y
Fz = Reazione vincolare (forza) in dir. Z
Mx = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse X
My = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Y
Mz = Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Z

Nodo		Fx <daN>	CC	Fy <daN>	CC	Fz <daN>	CC	Mx <daNm>	CC	My <daNm>	CC	Mz <daNm>	CC
1	Max	0.00	1	0.00	1	1795.38	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
1	Min.	0.00	1	0.00	1	1240.68	2	0.00	1	0.00	1	0.00	1
2	Max	0.00	1	0.00	1	1795.38	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
2	Min.	0.00	1	0.00	1	1240.68	2	0.00	1	0.00	1	0.00	1
3	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
3	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
4	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
4	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
5	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
5	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
6	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
6	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1

Sollecitazioni aste

Simbologia
Asta = Numero dell'asta
N1 = Nodo1
N2 = Nodo2
X = Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
N = Sforzo normale
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Ty = Taglio in dir. Y
Mz = Momento flettente intorno all'asse Z
Tz = Taglio in dir. Z
My = Momento flettente intorno all'asse Y
Mx = Momento torcente intorno all'asse X

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
201	1	2	Max	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	1795.38	1	0.00	2	0.00	1
201	1	2	Max	364.12									3276.55	1		
201	1	2	Max	730.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-1240.68	2	-0.01	2	0.00	1
201	1	2	Min.	0.00	0.00	1	0.00	2	0.00	1	1240.68	2	0.00	1	0.00	1
201	1	2	Min.	364.12									2264.22	2		
201	1	2	Min.	730.00	0.00	1	0.00	2	0.00	2	-1795.39	1	-0.02	1	0.00	1

CRITERI DI PROGETTO UTILIZZATI

Aste in acciaio

Generali	
Verifica aste in acciaio	
Numero punti di verifica	10.00
Numero CC da considerare di tipo I	99.00
Stati limite D.M. 08	
Verifiche con EC3	No
Coeff. amplificativo sollecitazioni per effetti del secondo ordine	1.00
Stampe	
Verifiche da riportare in relazione	Tutte

Specifici	**1**
Materiali	
CNR 10011	
Tipo di acciaio	FE360
D.M. 08	
Tipo di acciaio per profilati a sezione aperta	S235
	UNI EN
	10025-2
Tipo di acciaio per profilati a sezione cava	S235H

	UNI EN
	10210-1
EC3	
Tipo di acciaio	S235
-Fy <daN/cmq>	2350.00
-Fu <daN/cmq>	3600.00
-Fy,40 <daN/cmq>	2150.00
-Fu,40 <daN/cmq>	3600.00
γ M0	1.00
γ M1	1.00
γ M2	1.25
γ Rd	1.30
γ Ov	1.25
-Considera come elemento esistente (S.L. D.M. 08/EC3)	Si
-Livello di conoscenza	LC1
-Fattore di confidenza	1.35
Verifiche di resistenza	
Rapporto fra area effettiva e area nominale	1.00
Rapporto fra area netta e area nominale	1.00
Coeff. di forma intorno all'asse Y	1.00
Coeff. di forma intorno all'asse Z	1.00
Verifica le bielle solo con sollecitazioni di trazione moltiplicate per	Si
Valutare la τ per torsione nei punti di spigolo (CNR 10011)	No
-Pari a	
Stati limite D.M. 08/EC3	
-Fai sempre verifiche in campo elastico	No
-Effettua le verifiche della gerarchia delle resistenze per strutture intelaiate	Si
-Usa classe 1 in pressoflessione deviata se non presente in archivio	No
Stati limite D.M. 08	
-Usa prescrizioni EC3 quando più dettagliate	Si
-Considera prescrizioni relative ai ponti	No
Verifiche di deformabilità	
Max valore del rapporto tra la luce e la freccia (totale)	250.00
Max valore del rapporto tra la luce e la freccia (solo accidentali)	300.00
Max valore del rapporto tra altezza e spostamento orizz. (aste)	300.00
Max valore del rapporto tra altezza e spostamento orizz. (membrature)	500.00
Considerare anche spostamento relativo nodi per calcolo freccia	No
Considerare solo la verifica di deformabilità delle membrature	Si
Trascura deformazione dovuta al sisma (T.A.)	No
Verifiche di stabilità asta	
Riduzione lunghezza libera d'inflessione	
-Distanza fra i nodi dell'asta	x
-Distanza ridotta delle zone rigide moltiplicate per il valore	
Tipo di accoppiamento aste composte	
-Separate	
-Calastrellate	
-Imbottite	
-Automatico	x
Calcolo momento medio usando valori assoluti	Si
Interasse calastrelli o imbottiture	
-Distanza pari a <m>	
-Interasse da normativa moltiplicato per il valore	0.80
-Aste rigidamente collegate	
Curva di stabilità (D.M. 08/EC3)	Automatica
Aste laminate	Si
Sigma max amm. senza verifiche di stabilità (CNR 10011) <%>	2.00
Verifiche di stabilità globale in dir. Y locale	Si
-Coeff. β intorno all'asse Y	1.00
Verifiche di stabilità globale in dir. Z locale	Si
-Coeff. β intorno all'asse Z	1.00
Verifiche di stabilità flesso - torsionale	Si
-Coeff. per calcolo interasse ritegni torsionali	1.00
Aste inflesse (D.M. 08/EC3)	
-Coeff. Ψ per calcolo momento critico	
-Valuta in base ai momenti dell'asta	x
-Utilizza valore imposto	
-Fattore correttivo di distribuzione K_c	0.94
-Snellezza di riferimento $\lambda_{LT,0}$	0.40
-Coeff. β	0.75

Aste pressoinflesse (D.M. 08/EC3)	
-Considera come molto deformabile a torsione	No
-Fattore correttivo di distribuzione α_{mY}/C_{mY}	0.95
-Fattore correttivo di distribuzione α_{mZ}/C_{mZ}	0.95
-Fattore correttivo di distribuzione α_{mLT}/C_{mLT}	0.95
Eseguire anche le verifiche al punto 7.3.2 (CNR 10011)	Si
Carichi sull'estradosso (CNR 10011)	Si
Verifiche di stabilità all'imbozzamento (CNR 10011)	
-Numero irrigidimenti orizzontali anima	0.00
-Interasse irrigidimenti verticali anima	
-Numero di suddivisioni	
-Distanza non inferiore a <cm>	
-Pari alla lunghezza dell'asta	x
-Modalità di calcolo σ cr,id	
-Normativa	
-Massonet	x
-Ballio	
Verifiche di stabilità membratura	
Massimo numero aste costituenti unica membratura	1.00
Sforzo normale di verifica	
-Massimo valore fra tutte le aste	x
-Media aritmetica dei valori di tutte le aste	
-Media pesata di tutte le aste	
Contributo eventuali sforzi di trazione	No
Verifica nei piani principali	Si
Incremento snellezza	Si
Verifiche di stabilità globale in dir. Y locale	Si
-Coeff. β calcolato in funzione dello sforzo normale	
-Coeff. β	1.00
Verifiche di stabilità globale in dir. Z locale	Si
-Coeff. β calcolato in funzione dello sforzo normale	
-Coeff. β	1.00
Dati per verifiche di resistenza al fuoco	
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00
-Fattore di momento uniforme equivalente β M, y	1.10
-Fattore di momento uniforme equivalente β M, z	1.10
-Fattore di momento uniforme equivalente β M, LT	1.10

VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO

Simbologia

Sez. = Numero della sezione
Cod. = Codice
Tipo = Tipologia
- 2C = Doppia C lato labbri
- 2Cdx = Doppia C lato costola
- 2I = Doppia I
- 2L = Doppia L lato labbri
- 2Ldx = Doppia L lato costole
- C = Sezione a C
- Cdx = C destra
- Cir. = Circolare
- Cir.c = Circolare cava
- I = Sezione a I
- L = Sezione a L
- Ldx = L destra
- Om. = Omega
- Pg = Pi greco
- Pr = Poligono regolare
- Prc = Poligono regolare cavo
- Pc = Per coordinate
- Ia = Inerzie assegnate
- R = Rettangolare
- Rc = Rettangolare cava
- T = Sezione a T
- U = Sezione a U
- Ur = U rovescia
- V = Sezione a V
- Vr = V rovescia
- Z = Sezione a Z
- Zdx = Z destra
- Ts = T stondata
- Ls = L stondata
- Cs = C stondata
- Is = I stondata
- Dis. = Disegnata

D <cm> = Distanza
Area <cmq> = Area
Anet <cmq> = Area netta per compressione

Aeff	<cmq>	=Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>	=Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	=Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>	=Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	=Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc>	=Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc>	=Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Tp		=Tipo di acciaio
Fyk	<daN/cmq>	=Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	=Tensione caratteristica di rottura
Wy,plas	<cmc>	=Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	=Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Atag,y	<cmq>	=Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	=Area resistente a taglio in dir. Z
$J\omega$	<cm6>	=Costante di ingobbamento
L_{cr}	<m>	=Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
α_{imp}		=Coefficiente di imperfezione
k_c		=Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse
ψ		=Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
M,cr	<daNm>	=Momento critico per instabilità flesso torsionale
λ_{LT}		=Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		=Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
β_{LT}		=Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
Φ_{LT}		=Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
f		=Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
χ_{LT}		=Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
My,Ed	<daNm>	=Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,b,Rd	<daNm>	=Resistenza di calcolo a flessione ridotta per stabilità laterale membrature inflesse
CC		=Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Xl	<m>	=Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
Tz	<daN>	=Taglio in dir. Z
My	<daNm>	=Momento flettente intorno all'asse Y
My,c,Rd	<daNm>	=Resistenza di calcolo a flessione intorno all'asse Y
V,Ed	<daN>	=Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN>	=Resistenza a taglio
$f_{z,L}$	<cm>	=Freccia in direzione Z locale

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
1	IPN240	Is	--	47.02	47.02	47.02	4358.64	261.49	9.63	2.36	363.22	49.34	S235	1740.74	2666.67

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas <cmc>	Wz,plas <cmc>	Atag,y <cmq>	Atag,z <cmq>	$J\omega$ <cm6>
1	IPN240	421.94	78.10	29.94	22.67	33469.30

Asta n. 201 (1 2) IPN240 Crit. 1

- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 1 - Classe 1
  L_{cr}=7.30 Curva c: α_{imp}=0.49 k_c=0.94 ψ=1.75 M,cr=7375.82 λ_{LT}=1.00
  $\lambda_{LT,0}$=0.40 β_{LT}=0.75 Φ_{LT}=1.02 β_{LT}=0.75 f=0.97 χ_{LT}=0.66
  CC 1 My,Ed=-3276.56 My,b,Rd=4607.01 My,Ed/My,b,Rd=0.71

- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 2
  $f_{z,L}$=0.61 (L/1204)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  $f_{z,L}$=1.37 (L/531)

- Verifica a flessione (4.2.13) - CC 1 Xl=3.64 - Classe 1
  Sollecitazioni: T_z=2.62 M_y=-3276.56
  My,Ed=-3276.56 My,c,Rd=6995.16 My,Ed/My,c,Rd=0.47

- Verifica a taglio dir. Z (4.2.17) - CC 1 Xl=7.30
  Sollecitazioni: T_z=-1795.39
  V,Ed=-1795.39 Vc,Rd=21699.30 V,Ed/Vc,Rd=0.08

VERIFICA SOLAIO ATRIO E BIBLIOTECA DI DISEGNO

Considerando la geometria del solaio, viene simulata la presenza dei tavelloni assimilando la verifica ad una trave composta mista acciaio calcestruzzo con soletta facente parte di un solaio in lamiera grecata con nervature ortogonali alla trave metallica. Si adotta uno spessore di soletta di 6cm di calcestruzzo alleggerito strutturale tipo Leca 1400. Anche in questo caso si effettua, a favore di sicurezza, anche una verifica del solaio senza tenere conto della collaborazione della soletta in calcestruzzo.

La trave metallica rilevata è assimilabile ad un profilo HEA180, con una luce di calcolo di 3.90 m con interasse di 81 cm.

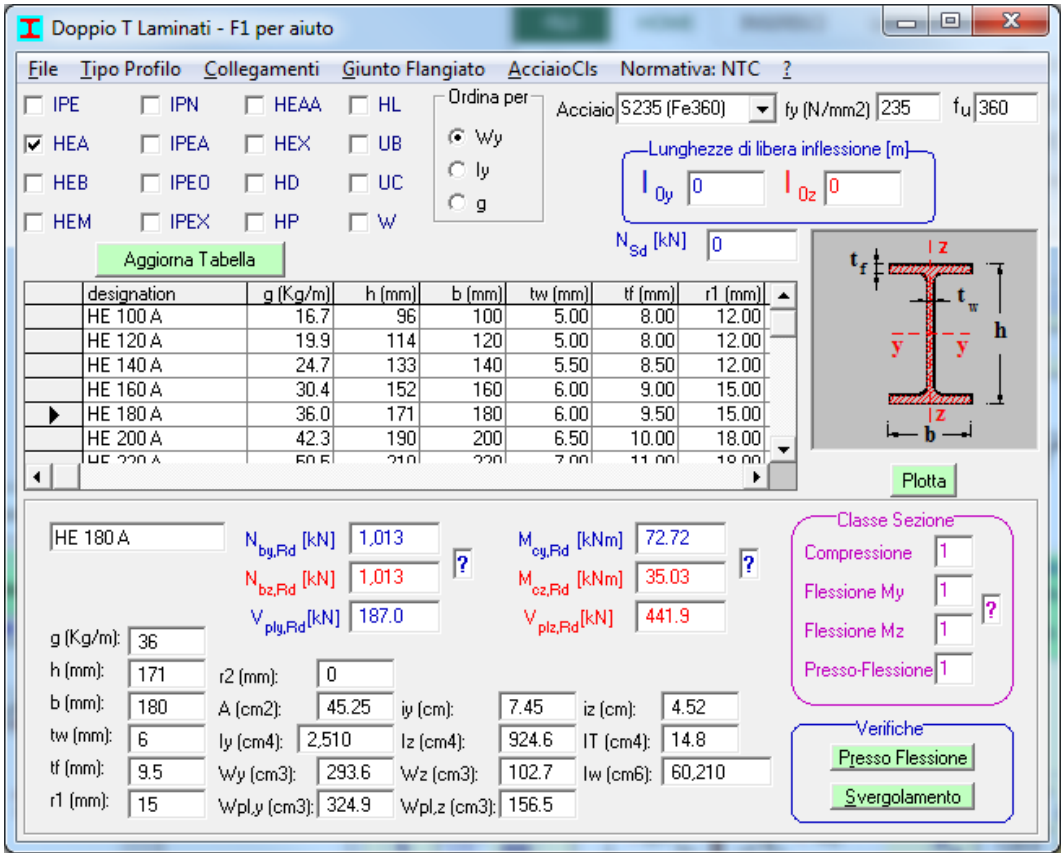
Si utilizza uno schema statico con semplici appoggi alle estremità.

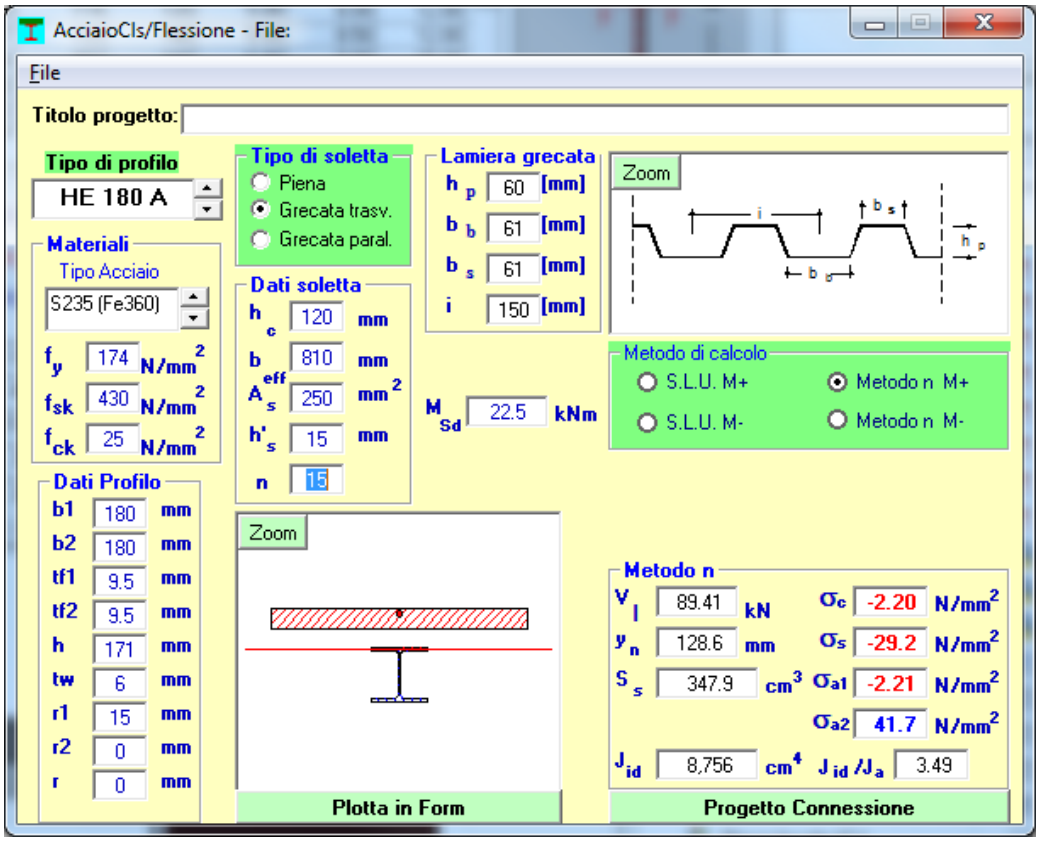
Il solaio dovrà essere puntellato in fase di getto della soletta in calcestruzzo.

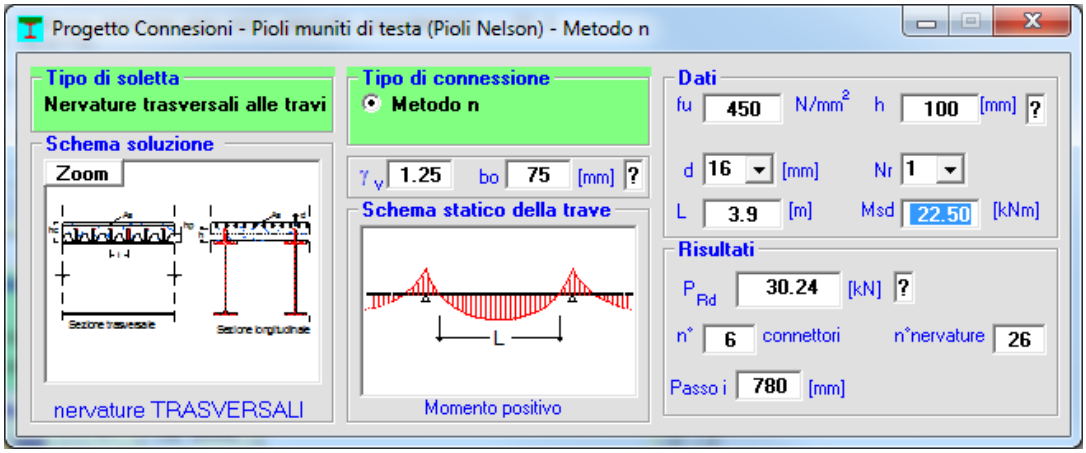
Geometria solaio			
spessore soletta	0.06	m	
Lunghezza trave	3.9	m	
Interasse delle travi	0.81	m	
Analisi dei carichi			
Peso calcestruzzo	14	KN/mc	
carichi permanenti strutturali distribuiti			
Peso soletta	0.84	KN/mq	
Peso acciaio	0.43	KN/mq	
Totale G1k	**1.27**	KN/mq	
Carichi permanenti non strutturali distribuiti			
Tavelloni e sottofondo pavimento e controsoffitto	2.65	KN/mq	
Totale G2k	**2.65**	KN/mq	
Carichi accidentali distribuiti			
E1 Biblioteche	6	KN/mq	
Totale Qk	**6**	KN/mq	
Coefficienti per SLU			
γ_{G1}	1.3		permanenti strutturali
γ_{G2}	1.5		permanenti non strutturali
γ_{Q}	1.5		Carichi variabili
ψ_{01}	0		
Carico totale allo SLU	14.63	KN/mq	
Combinazione Fondamentale			
M_{SLU}	22.5	KNm	Momento nella sezione di verifica allo SLU

T_{SLU}	23.1	KN	Taglio agli appoggi

VERIFICA DELLA TRAVE CON SOLETTA COLLABORANTE



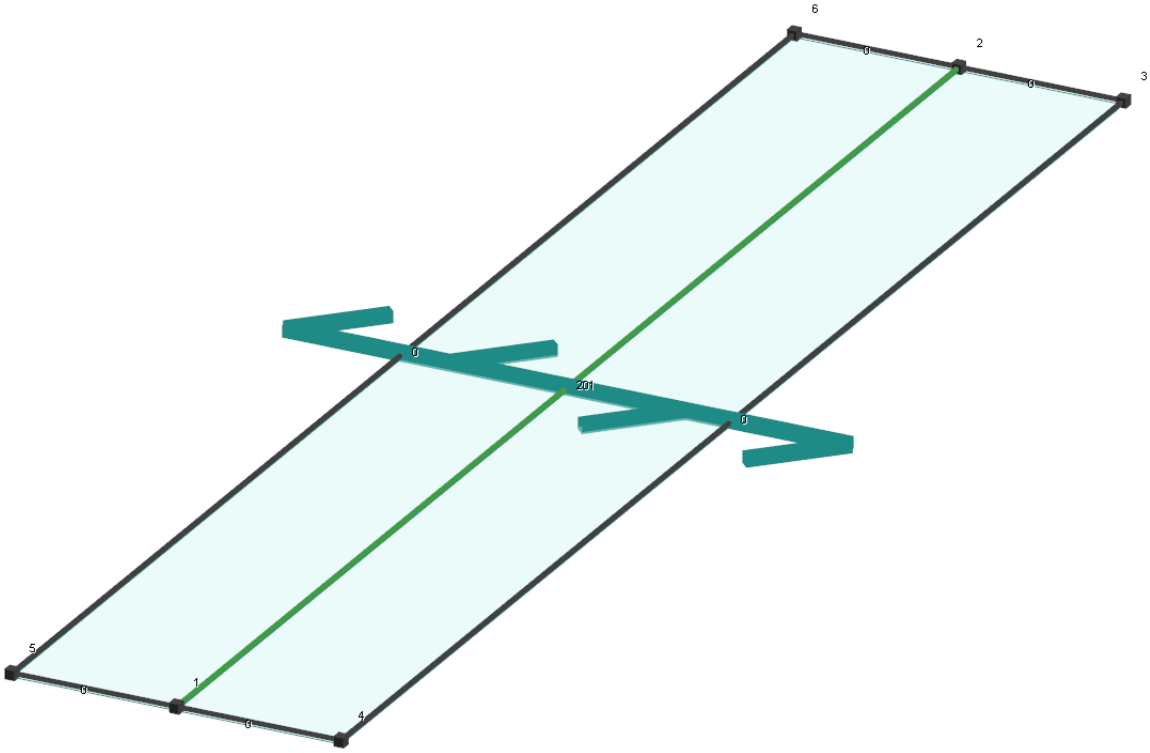




A favore di sicurezza si adottano connettori di diam.16mm con passo 30cm per tutta la lunghezza della trave.

Si omette la verifica di deformabilità in quanto effettuata e verificata nel caso di trave senza soletta collaborante riportato di seguito.

VERIFICA DELLA TRAVE SENZA SOLETTA COLLABORANTE



INTRODUZIONE

Sistemi di riferimento

Le coordinate, i carichi concentrati, i cedimenti, le reazioni vincolari e gli spostamenti dei NODI sono riferiti ad una terna destra cartesiana globale con l'asse Z verticale rivolto verso l'alto.
I carichi in coordinate locali e le sollecitazioni delle ASTE sono riferite ad una terna destra cartesiana locale così definita:
- origine nel nodo iniziale dell'asta;
- asse X coincidente con l'asse dell'asta e con verso dal nodo iniziale al nodo finale;
- immaginando la trave a sezione rettangolare l'asse Y è parallelo alla base e l'asse Z è parallelo all'altezza. La rotazione dell'asta comporta quindi una rotazione di tutta la terna locale.

Si può immaginare la terna locale di un'asta comunque disposta nello spazio come derivante da quella globale dopo una serie di trasformazioni:
- una rotazione intorno all'asse Z che porti l'asse X a coincidere con la proiezione dell'asse dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo il nuovo asse X così definito in modo da portare l'origine a coincidere con la proiezione del nodo iniziale dell'asta sul piano orizzontale;
- una traslazione lungo l'asse Z che porti l'origine a coincidere con il nodo iniziale dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse Y così definito che porti l'asse X a coincidere con l'asse dell'asta;
- una rotazione intorno all'asse X così definito pari alla rotazione dell'asta.

In pratica le travi prive di rotazione avranno sempre l'asse Z rivolto verso l'alto e l'asse Y nel piano del solaio, mentre i pilastri privi di rotazione avranno l'asse Y parallelo all'asse Y globale e l'asse Z parallelo ma controverso all'asse X globale. Da notare quindi che per i pilastri la "base" è il lato parallelo a Y.

Le sollecitazioni ed i carichi in coordinate locali negli ELEMENTI BIDIMENSIONALI e nei MURI sono riferiti ad una terna destra cartesiana locale così definita:
- origine nel primo nodo dell'elemento;
- asse X coincidente con la congiungente il primo ed il secondo nodo dell'elemento;
- asse Y definito come prodotto vettoriale fra il versore dell'asse X e il versore della congiungente il primo e il quarto nodo. Asse Z a formare con gli altri due una terna destrorsa.

Praticamente un elemento verticale con l'asse X locale coincidente con l'asse X globale ha anche gli altri assi locali coincidenti con quelli globali.

Rotazioni e momenti

Seguendo il principio adottato per tutti i carichi che sono positivi se CONTROVERSI agli assi, anche i momenti concentrati e le rotazioni impresse in coordinate globali risultano positivi se CONTROVERSI al segno positivo delle rotazioni. Il segno positivo dei momenti e delle rotazioni è quello orario per l'osservatore posto nell'origine: X ruota su Y, Y ruota su Z, Z ruota su X. In pratica è sufficiente adottare la regola della mano destra: col pollice rivolto nella direzione dell'asse, la rotazione che porta a chiudere il palmo della mano corrisponde al segno positivo.

Normativa di riferimento

La normativa di riferimento è la seguente:
- Legge n. 64 del 2/2/1974 - Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche.

- D.M. del 24/1/1986 - Norme tecniche relative alle costruzioni sismiche.

- Legge n. 1086 del 5/11/1971 - Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica.

- D.M. del 14/2/1992 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. del 9/1/1996 - Norme tecniche per l'esecuzione delle opere in c.a. normale e precompresso e per le strutture metalliche.

- D.M. del 16/1/1996 - Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche.

- Circolare n. 21745 del 30/7/1981 - Legge n. 219 del 14/5/1981 - Art. 10 - Istruzioni relative al rafforzamento degli edifici in muratura danneggiati dal sisma.

- Regione Autonoma Friuli Venezia Giulia - Legge Regionale n. 30 del 20/6/1977 - Documentazione tecnica per la progettazione e direzione delle opere di riparazione degli edifici - Documento Tecnico n. 2 - Raccomandazioni per la riparazione strutturale degli edifici in muratura.

- D.M. del 20/11/1987 - Norme Tecniche per la progettazione, esecuzione e collaudo degli edifici in muratura e per il loro consolidamento.

- Norme Tecniche C.N.R. n. 10011-85 del 18/4/1985 - Costruzioni di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Norme Tecniche C.N.R. n. 10025-84 del 14/12/1984 - Istruzioni per il progetto, l'esecuzione ed il controllo delle strutture prefabbricate in conglomerato cementizio e per le strutture costruite con sistemi industrializzati di acciaio - Istruzioni per il calcolo, l'esecuzione, il collaudo e la manutenzione.

- Circolare n. 65 del 10/4/1997 - Istruzioni per l'applicazione delle "Norme tecniche per le costruzioni in zone sismiche" di cui al D.M. del 16/1/1996.

- Eurocodice 5 - Progettazione delle strutture di legno.

- DIN 1052 - Metodi di verifica per il legno.

- D.M. del 14/1/2008 - Norme tecniche per le costruzioni. Le verifiche degli elementi di fondazione sono eseguite utilizzando l'Approccio 2.

- Circolare n. 617 del 2/2/2009 - Istruzioni per l'applicazione delle "Nuove norme tecniche per le costruzioni" di cui al D.M. del 14/1/2008.

- Documento Tecnico CNR-DT 200 R1/2012 - Istruzioni per la Progettazione, l'Esecuzione ed il Controllo di Interventi di Consolidamento Statico mediante l'utilizzo di Compositi Fibrorinforzati.

- Eurocodice 3 - Progettazione delle strutture in acciaio.

Unità di misura

Le unità di misura adottate sono le seguenti:
- lunghezze : m
- forze : daN
- masse : kg
- temperature : gradi centigradi
- angoli : gradi sessadecimali o radianti

GEOMETRIA

Elenco vincoli nodi

Simbologia

Vn = Numero del vincolo nodo
Comm. = Commento
Sx = Spostamento in dir. X (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Sy = Spostamento in dir. Y (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Sz = Spostamento in dir. Z (L=libero, B=bloccato, E=elastico)
Rx = Rotazione intorno all'asse X (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Ry = Rotazione intorno all'asse Y (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
Rz = Rotazione intorno all'asse Z (L=libera, B=bloccata, E=elastica)
RL = Rotazione libera
Ly = Lunghezza (dir. Y locale)
Lz = Larghezza (dir. Z locale)
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly <m>	Lz <m>	Kt <daN/cmc>
2	Incastro	B	B	B	B	B	B				

Vn	Comm.	Sx	Sy	Sz	Rx	Ry	Rz	RL	Ly <m>	Lz <m>	Kt <daN/cmc>
4		B	B	B	L	B	L				

Elenco nodi

Simbologia

Nodo = Numero del nodo
X = Coordinata X del nodo
Y = Coordinata Y del nodo
Z = Coordinata Z del nodo
Imp. = Numero dell'impalcato
Vn = Numero del vincolo nodo

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
1	0.00	0.00	0.00	0	4
5	-0.41	0.00	0.00	0	2

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
2	0.00	3.90	0.00	0	4
6	-0.41	3.90	0.00	0	2

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
3	0.41	3.90	0.00	0	2

Nodo	X <m>	Y <m>	Z <m>	Imp.	Vn
4	0.41	0.00	0.00	0	2

Elenco materiali

Simbologia

Mat. = Numero del materiale
Comm. = Commento
P = Peso specifico
E = Modulo elastico
G = Modulo elastico tangenziale
ν = Coeff. di Poisson
α = Coeff. di dilatazione termica

Mat.	Comm.	P <daN/mc>	E <daN/cmq>	G <daN/cmq>	ν	α
17	Acciaio	7850	2100000.00	800000.00	0.3	1.000000E-05

Elenco sezioni aste

Simbologia

Sez. = Numero della sezione
Comm. = Commento
Tipo = Tipologia
2C = Doppia C lato labbri
2Cdx = Doppia C lato costola
2I = Doppia I
2L = Doppia L lato labbri
2Ldx = Doppia L lato costole
C = Sezione a C
Cdx = C destra
Cir. = Circolare
Cir.c = Circolare cava
I = Sezione a I

L = Sezione a L
Ldx = L destra
Om. = Omega
Pg = Pi greco
Pr = Poligono regolare
Prc = Poligono regolare cavo
Pc = Per coordinate
Ia = Inerzie assegnate
R = Rettangolare
Rc = Rettangolare cava
T = Sezione a T
U = Sezione a U
Ur = U rovescia
V = Sezione a V
Vr = V rovescia
Z = Sezione a Z
Zdx = Z destra
Ts = T stondata
Ls = L stondata
Cs = C stondata
Is = I stondata
Dis. = Disegnata

Mem. =Membratura
G = Generica
T = Trave
P = Pilastro

Ver. =Verifica prevista
N = Nessuna
C = Cemento armato
A = Acciaio
L = Legno

B =Base
H =Altezza
s =Spessore ala
a =Spessore anima
r =Raggio raccordo anima-ala
r1 =Raggio in testa ala
Ma =Numero del materiale
C =Numero del criterio di progetto
Crit. C.I. =Criterio di progetto collegamento iniziale
Crit. C.F. =Criterio di progetto collegamento finale

Sez.	Comm.	Tipo	Mem.	Ver.	B <cm>	H <cm>	s <cm>	a <cm>	r <cm>	r1 <cm>	Ma	C	Crit. C.I.	Crit. C.F.
1	HEA180	Is	T	A	18.00	17.10	0.95	0.60	1.50	0.00	17	1	1	1

Elenco vincoli aste

Simbologia

Va =Numero del vincolo asta
Comm. =Commento
Tipo =Tipologia
SVI = Definizione di vincolamenti interni
ELA = Vincolo su suolo elastico alla Winkler
BIE-RTC = Biella resistente a trazione e a compressione
BIE-RC = Biella resistente solo a compressione
BIE-RT = Biella resistente solo a trazione
Ni =Sforzo normale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tyi =Taglio in dir. Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tzi =Taglio in dir. Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mxi =Momento intorno all'asse X locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Myi =Momento intorno all'asse Y locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mzi =Momento intorno all'asse Z locale nodo iniziale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Nf =Sforzo normale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tyf =Taglio in dir. Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Tzf =Taglio in dir. Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mxf =Momento intorno all'asse X locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Myf =Momento intorno all'asse Y locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Mzf =Momento intorno all'asse Z locale nodo finale (0=sbloccato, 1=bloccato)
Kt =Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Va	Comm.	Tipo	Ni	Tyi	Tzi	Mxi	Myi	Mzi	Nf	Tyf	Tzf	Mxf	Myf	Mzf	Kt <daN/cmc>
1	Inc+Inc	SVI	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	1	

Elenco aste

Simbologia

Asta = Numero dell'asta
N1 = Nodo iniziale
N2 = Nodo finale
Sez. = Numero della sezione
Va = Numero del vincolo asta
Par. = Numero dei parametri aggiuntivi
Rot. = Rotazione
FF = Filo fisso
Dy1 = Scost. filo fisso Y1
Dy2 = Scost. filo fisso Y2
Dz1 = Scost. filo fisso Z1
Dz2 = Scost. filo fisso Z2
Kt = Coeff. di sottofondo su suolo elastico alla Winkler

Asta	N1	N2	Sez.	Va	Par.	Rot. <grad>	FF	Dy1 <cm>	Dy2 <cm>	Dz1 <cm>	Dz2 <cm>	Kt <daN/cmc>
0	5	1		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	1	4		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	6	5		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	4	3		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	2	6		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
0	3	2		1		0.00	11	0.00	0.00	0.00	0.00	
201	1	2	1	1		0.00	22	0.00	0.00	0.00	0.00	

Elenco tipi solai

Simbologia

Ts = Numero del tipo solaio
Comm. = Commento
Rc = Ripartizione carichi
UN = Unidirezionale
PP = A piastra perimetrale
PB = A piastra bisettrice
Qps = Carico permanente strutturale
Qpn = Carico permanente non strutturale
QA = Primo carico accidentale
QA2 = Secondo carico accidentale
QA3 = Terzo carico accidentale
Rip. ter. = Ripartizione su aste terminali
Rip. int. = Ripartizione su aste interne
Lfl = Larghezza fascia laterale
Zcv = Quota di riferimento del piano di campagna
s = Coeff. di riduzione
Hs = Altezza solaio
Sc = Spessore cappa
Crit. = Numero del criterio di progetto

Ts	Comm.	Rc	Qps <daN/mq>	Qpn <daN/mq>	QA <daN/mq>	QA2 <daN/mq>	QA3 <daN/mq>	Rip. ter.	Rip. int.	Lfl <m>	Zcv <m>	s	Hs <cm>	Sc <cm>	Crit.
1		UN	106.00	280.00	600.00	0.00	0.00	50.00	50.00	5.00	5.00	0.33	24.00	4.00	1

Elenco solai

Simbologia

Sol. = Numero del solaio
Ts = Numero del tipo solaio
Ord. = Orditura
Nodi = Nodi del solaio

Sol.	Ts	Ord. <grad>	Nodi
0	1	0.00	1 4 3 2
0	1	0.00	5 1 2 6

CARICHI

Condizioni di carico elementari

Simbologia

CCE =Numero della condizione di carico elementare
Comm. =Commento
Tipo CCE =Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
Sic. =Contributo alla sicurezza
F = a favore
S = a sfavore
A = ambigua
Var. =Tipo di variabilità
B = di base
I = indipendente
A = ambigua
Dir. =Direzione del vento
Tipo =Tipologia di pressione vento
M = Massimizzata
E = Esterna
I = Interna
Mx =Moltiplicatore della massa in dir. X
My =Moltiplicatore della massa in dir. Y
Mz =Moltiplicatore della massa in dir. Z
Jpx =Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
Jpy =Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
Jpz =Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	qps	1 D.M. 08 Permanenti strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	qpn	2 D.M. 08 Permanenti non strutturali	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	qa	5 D.M. 08 Variabili Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elenco carichi aste
Condizione di carico n. 1: qps
Elenco peso proprio aste

Simbologia

Sez. =Numero della sezione
Comm. =Commento
A =Area
Mat. =Materiale
P =Peso specifico
PL =Peso specifico a metro lineare

Sez.	Comm.	A <cmq>	Mat.	P <daN/mc>	PL <daN/m>
1	HEA180	45.252600	Acciaio	7850.00	35.52

Elenco carichi aste
Condizione di carico n. 1: qps
Carichi distribuiti

Simbologia

Asta =Numero dell'asta
N1 =Nodo iniziale
N2 =Nodo finale
E =Elemento provenienza del carico
S = Solaio
T = Tamponatura
NE =Numero elemento di provenienza del carico
T =Tipo di carico
QA = Primo carico accidentale
QA2 = Secondo carico accidentale
QA3 = Terzo carico accidentale
QPS = Carico permanente strutturale
QPN = Carico permanente non strutturale

VE = Vento
M = Manuale
DC = Direzione del carico
XG,YG,ZG = secondo gli assi globali
XL,YL,ZL = secondo gli assi locali
Xi = Distanza iniziale
Qi = Carico iniziale
Xf = Distanza finale
Qf = Carico finale

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	6	5	S	0	QPS	ZG	0.00	21.73	3.90	21.73
201	1	2	S	0	QPS	ZG	0.00	21.73	3.90	21.73

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	4	3	S	0	QPS	ZG	0.00	21.73	3.90	21.73
201	1	2	S	0	QPS	ZG	0.00	21.73	3.90	21.73

Elenco carichi aste
Condizione di carico n. 2: qpn
Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	6	5	S	0	QPN	ZG	0.00	57.40	3.90	57.40
201	1	2	S	0	QPN	ZG	0.00	57.40	3.90	57.40

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	4	3	S	0	QPN	ZG	0.00	57.40	3.90	57.40
201	1	2	S	0	QPN	ZG	0.00	57.40	3.90	57.40

Elenco carichi aste
Condizione di carico n. 3: qa
Carichi distribuiti

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	6	5	S	0	QA	ZG	0.00	123.00	3.90	123.00
201	1	2	S	0	QA	ZG	0.00	123.00	3.90	123.00

Asta	N1	N2	E	NE	T	DC	Xi <m>	Qi <daN/m>	Xf <m>	Qf <daN/m>
0	4	3	S	0	QA	ZG	0.00	123.00	3.90	123.00
201	1	2	S	0	QA	ZG	0.00	123.00	3.90	123.00

RISULTATI DEL CALCOLO

Parametri di calcolo

La modellazione della struttura e la rielaborazione dei risultati del calcolo sono stati effettuati con:
ModeSt ver. 8.15, prodotto da Tecnisoft s.a.s. - Prato

La struttura è stata calcolata utilizzando come solutore agli elementi finiti:
SAP2000 ver. 10.0, prodotto da Computers & Structures Inc. - Berkeley, CA

Tipo di normativa: stati limite D.M. 08
Tipo di calcolo: calcolo statico
Vincoli esterni: Considera sempre vincoli assegnati in modellazione
Schematizzazione piani rigidi: nessun impalcato rigido
Modalità di recupero masse secondarie: mantenere sul nodo masse e forze relative

Generazione combinazioni

- Lineari: Sì
- Valuta spostamenti e non sollecitazioni: No
- Buckling: No

Opzioni di calcolo

- Sono state considerate infinitamente rigide le zone di connessione fra travi, pilastri ed elementi bidimensionali con una riduzione del 20%
- Calcolo con offset rigidi dai nodi: No
- Uniformare i carichi variabili: No
- Massimizzare i carichi variabili: No
- Minimo carico da considerare: 0.00 <daN/m>
- Recupero carichi zone rigide: taglio e momento flettente

Opzioni del solutore
Dati struttura

- Edificio esistente: Sì
- Tipo di opera: Opera ordinaria
- Vita nominale V_N: 50.00

- Classe d'uso: Classe II
- Forze orizzontali convenzionali per stati limite non sismici: No
- Genera stati limite per verifiche di resistenza al fuoco: No

Condizioni di carico elementari

Simbologia

CCE = Numero della condizione di carico elementare
Comm. = Commento
Tipo CCE = Tipo di CCE per calcolo agli stati limite
Sic. = Contributo alla sicurezza
F = a favore
S = a sfavore
A = ambigua
Var. = Tipo di variabilità
B = di base
I = indipendente
A = ambigua
Dir. = Direzione del vento
Tipo = Tipologia di pressione vento
M = Massimizzata
E = Esterna
I = Interna
Mx = Moltiplicatore della massa in dir. X
My = Moltiplicatore della massa in dir. Y
Mz = Moltiplicatore della massa in dir. Z
Jpx = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse X
Jpy = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Y
Jpz = Moltiplicatore del momento d'inerzia intorno all'asse Z

CCE	Comm.	Tipo CCE	Sic.	Var.	Dir. <grad>	Tipo	Mx	My	Mz	Jpx	Jpy	Jpz
1	qps	1	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
2	qpn	2	S	--	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00
3	qa	5	S	B	--	--	1.00	1.00	0.00	0.00	0.00	1.00

Elenco tipi CCE definiti

Simbologia

Tipo CCE = Tipo condizione di carico elementare
Comm. = Commento
Tipo = Tipologia
G = Permanente
Qv = Variabile vento
Q = Variabile
I = Da ignorare
A = Azione eccezionale
P = Precompressione
Durata = Durata del carico
N = Non definita
P = Permanente
L = Lunga
M = Media
B = Breve
I = Istantanea
γ min. = Coeff. $\gamma_{min.}$
γ max = Coeff. γ_{max}
ψ_0 = Coeff. ψ_0
ψ_1 = Coeff. ψ_1
ψ_2 = Coeff. ψ_2
$\psi_{0,s}$ = Coeff. ψ_0 sismico (D.M. 96)

Tipo CCE	Comm.	Tipo	Durata	γ min.	γ max	ψ_0	ψ_1	ψ_2	$\psi_{0,s}$
1	D.M. 08 Permanenti strutturali	G	N	1.00	1.30				
2	D.M. 08 Permanenti non strutturali	G	N	0.00	1.50				
5	D.M. 08 Variabili Categoria C Ambienti suscettibili di affollamento	Q	N	0.00	1.50	0.70	0.70	0.60	0.00

Ambienti di carico

Simbologia

N = Numero
Comm. = Commento

1 = qps
2 = qpn
3 = qa
F = azioni orizzontali convenzionali
SLU = Stato limite ultimo
SLR = Stato limite per combinazioni rare
SLF = Stato limite per combinazioni frequenti
SLQ/D = Stato limite per combinazioni quasi permanenti o di danno
S = Sì
N = No

N	Comm.	1	2	3	SLU	SLR	SLF	SLQ
1	Calcolo statico	S	S	S	S	S	N	N

Elenco combinazioni di carico simboliche

Simbologia
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Comm. = Commento
TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD = Stato limite di danno
SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
SLO = Stato limite di operatività
SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco

CC	Comm.	TCC	1	2	3
1	Amb. 1 (SLU)	SLU	γ max	γ max	γ max
2	Amb. 1 (SLE R)	SLE R	1	1	1

Genera le combinazioni con un solo carico di tipo variabile come di base: No

Considera sollecitazioni dinamiche con segno dei modi principali: No

Combinazioni delle CCE

Simbologia
CC = Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Comm. = Commento
TCC = Tipo di combinazione di carico
SLU = Stato limite ultimo
SLU S = Stato limite ultimo (azione sismica)
SLE R = Stato limite d'esercizio, combinazione rara
SLE F = Stato limite d'esercizio, combinazione frequente
SLE Q = Stato limite d'esercizio, combinazione quasi permanente
SLD = Stato limite di danno
SLV = Stato limite di salvaguardia della vita
SLC = Stato limite di prevenzione del collasso
SLO = Stato limite di operatività
SLU I = Stato limite di resistenza al fuoco
An. = Tipo di analisi
L = Lineare
NL = Non lineare
Bk = Buckling
S = Sì
N = No

CC	Comm.	TCC	An.	Bk	1	2	3
1	CC 1 - Amb. 1 (SLU)	SLU	L	N	1.30	1.50	1.50
2	CC 2 - Amb. 1 (SLE R)	SLE R	L	N	1.00	1.00	1.00

Spostamenti dei nodi

Simbologia
Nodo = Numero del nodo
Sx = Spostamento in dir. X

CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Sy =Spostamento in dir. Y
Sz =Spostamento in dir. Z
Rx =Rotazione intorno all'asse X
Ry =Rotazione intorno all'asse Y
Rz =Rotazione intorno all'asse Z

Nodo		Sx <cm>	CC	Sy <cm>	CC	Sz <cm>	CC	Rx <rad>	CC	Ry <rad>	CC	Rz <rad>	CC
1	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.00	2	0.00	1	0.00	2
2	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1

Nodo		Sx <cm>	CC	Sy <cm>	CC	Sz <cm>	CC	Rx <rad>	CC	Ry <rad>	CC	Rz <rad>	CC
1	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-0.00	1	0.00	1	0.00	1
2	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	2	0.00	1	0.00	2

Min = 0.00
Max = 0.00

Reazioni vincolari

Simbologia
Nodo =Numero del nodo
Fx =Reazione vincolare (forza) in dir. X
CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Fy =Reazione vincolare (forza) in dir. Y
Fz =Reazione vincolare (forza) in dir. Z
Mx =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse X
My =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Y
Mz =Reazione vincolare (momento) intorno all'asse Z

Nodo		Fx <daN>	CC	Fy <daN>	CC	Fz <daN>	CC	Mx <daNm>	CC	My <daNm>	CC	Mz <daNm>	CC
1	Max	0.00	1	0.00	1	1255.57	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
1	Min.	0.00	1	0.00	1	857.58	2	0.00	1	0.00	1	0.00	1
2	Max	0.00	1	0.00	1	1255.57	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
2	Min.	0.00	1	0.00	1	857.58	2	0.00	1	0.00	1	0.00	1
3	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
3	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
4	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
4	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
5	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
5	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
6	Max	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1
6	Min.	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1	0.00	1

Sollecitazioni aste

Simbologia
Asta =Numero dell'asta
N1 =Nodo1
N2 =Nodo2
X =Coordinata progressiva rispetto al nodo iniziale
N =Sforzo normale
CC =Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Ty =Taglio in dir. Y
Mz =Momento flettente intorno all'asse Z
Tz =Taglio in dir. Z
My =Momento flettente intorno all'asse Y
Mx =Momento torcente intorno all'asse X

Asta	N1	N2		X <cm>	N <daN>	CC	Ty <daN>	CC	Mz <daNm>	CC	Tz <daN>	CC	My <daNm>	CC	Mx <daNm>	CC
201	1	2	Max	0.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	1255.57	1	0.00	2	0.00	1
201	1	2	Max	195.00									1224.18	1		
201	1	2	Max	390.00	0.00	1	0.00	1	0.00	1	-857.58	2	0.01	1	0.00	1
201	1	2	Min.	0.00	0.00	1	0.00	2	0.00	1	857.58	2	0.00	1	0.00	1
201	1	2	Min.	195.00									836.14	2		
201	1	2	Min.	390.00	0.00	1	0.00	2	0.00	2	-1255.56	1	0.01	2	0.00	1

CRITERI DI PROGETTO UTILIZZATI

Aste in acciaio

Generali	
Verifica aste in acciaio	
Numero punti di verifica	10.00
Numero CC da considerare di tipo I	99.00
Stati limite D.M. 08	
Verifiche con EC3	No
Coeff. amplificativo sollecitazioni per effetti del secondo ordine	1.00
Stampe	
Verifiche da riportare in relazione	Tutte

Specifici	**1**
Materiali	
CNR 10011	
Tipo di acciaio	FE360
D.M. 08	
Tipo di acciaio per profilati a sezione aperta	S235
	UNI EN
	10025-2
Tipo di acciaio per profilati a sezione cava	S235H
	UNI EN
	10210-1
EC3	
Tipo di acciaio	S235
-Fy <daN/cmq>	2350.00
-Fu <daN/cmq>	3600.00
-Fy,40 <daN/cmq>	2150.00
-Fu,40 <daN/cmq>	3600.00
γ M0	1.00
γ M1	1.00
γ M2	1.25
γ Rd	1.30
γ Ov	1.25
-Considera come elemento esistente (S.L. D.M. 08/EC3)	Si
-Livello di conoscenza	LC1
-Fattore di confidenza	1.35
Verifiche di resistenza	
Rapporto fra area effettiva e area nominale	1.00
Rapporto fra area netta e area nominale	1.00
Coeff. di forma intorno all'asse Y	1.00
Coeff. di forma intorno all'asse Z	1.00
Verifica le bielle solo con sollecitazioni di trazione moltiplicate per	Si
Valutare la τ per torsione nei punti di spigolo (CNR 10011)	No
-Pari a	
Stati limite D.M. 08/EC3	
-Fai sempre verifiche in campo elastico	No
-Effettua le verifiche della gerarchia delle resistenze per strutture intelaiate	Si
-Usa classe 1 in pressoflessione deviata se non presente in archivio	No
Stati limite D.M. 08	
-Usa prescrizioni EC3 quando più dettagliate	Si
-Considera prescrizioni relative ai ponti	No
Verifiche di deformabilità	
Max valore del rapporto tra la luce e la freccia (totale)	250.00
Max valore del rapporto tra la luce e la freccia (solo accidentali)	300.00
Max valore del rapporto tra altezza e spostamento orizz. (aste)	300.00
Max valore del rapporto tra altezza e spostamento orizz. (membrature)	500.00
Considerare anche spostamento relativo nodi per calcolo freccia	No
Considerare solo la verifica di deformabilità delle membrature	Si
Trascura deformazione dovuta al sisma (T.A.)	No
Verifiche di stabilità asta	

Riduzione lunghezza libera d'inflessione	
-Distanza fra i nodi dell'asta	x
-Distanza ridotta delle zone rigide moltiplicate per il valore	
Tipo di accoppiamento aste composte	
-Separate	
-Calastrellate	
-Imbottite	
-Automatico	x
Calcolo momento medio usando valori assoluti	Si
Interasse calastrelli o imbottiture	
-Distanza pari a <m>	
-Interasse da normativa moltiplicato per il valore	0.80
-Aste rigidamente collegate	
Curva di stabilità (D.M. 08/EC3)	Automatica
Aste laminate	Si
Sigma max amm. senza verifiche di stabilità (CNR 10011) <%>	2.00
Verifiche di stabilità globale in dir. Y locale	Si
-Coeff. β intorno all'asse Y	1.00
Verifiche di stabilità globale in dir. Z locale	Si
-Coeff. β intorno all'asse Z	1.00
Verifiche di stabilità flesso - torsionale	Si
-Coeff. per calcolo interasse ritegni torsionali	1.00
Aste inflesse (D.M. 08/EC3)	
-Coeff. Ψ per calcolo momento critico	
-Valuta in base ai momenti dell'asta	x
-Utilizza valore imposto	
-Fattore correttivo di distribuzione K_c	0.94
-Snellezza di riferimento $\lambda_{LT,0}$	0.40
-Coeff. β	0.75
Aste pressoinflesse (D.M. 08/EC3)	
-Considera come molto deformabile a torsione	No
-Fattore correttivo di distribuzione α_{mY}/C_{mY}	0.95
-Fattore correttivo di distribuzione α_{mZ}/C_{mZ}	0.95
-Fattore correttivo di distribuzione α_{mLT}/C_{mLT}	0.95
Eseguire anche le verifiche al punto 7.3.2 (CNR 10011)	Si
Carichi sull'estradosso (CNR 10011)	Si
Verifiche di stabilità all'imbozzamento (CNR 10011)	
-Numero irrigidimenti orizzontali anima	0.00
-Interasse irrigidimenti verticali anima	
-Numero di suddivisioni	
-Distanza non inferiore a <cm>	
-Pari alla lunghezza dell'asta	x
-Modalità di calcolo σ cr,id	
-Normativa	
-Massonet	x
-Ballio	
Verifiche di stabilità membratura	
Massimo numero aste costituenti unica membratura	1.00
Sforzo normale di verifica	
-Massimo valore fra tutte le aste	x
-Media aritmetica dei valori di tutte le aste	
-Media pesata di tutte le aste	
Contributo eventuali sforzi di trazione	No
Verifica nei piani principali	Si
Incremento snellezza	Si
Verifiche di stabilità globale in dir. Y locale	Si
-Coeff. β calcolato in funzione dello sforzo normale	
-Coeff. β	1.00
Verifiche di stabilità globale in dir. Z locale	Si
-Coeff. β calcolato in funzione dello sforzo normale	
-Coeff. β	1.00
Dati per verifiche di resistenza al fuoco	
-Tempo di verifica (REI) <minuti>	120.00
-Fattore di momento uniforme equivalente β M, y	1.10
-Fattore di momento uniforme equivalente β M, z	1.10

-Fattore di momento uniforme equivalente β M, LT	1.10

VERIFICHE ASTE IN ACCIAIO

Simbologia

Sez. = Numero della sezione
Cod. = Codice
Tipo = Tipologia
2C = Doppia C lato labbri
2Cdx = Doppia C lato costola
2I = Doppia I
2L = Doppia L lato labbri
2Ldx = Doppia L lato costole
C = Sezione a C
Cdx = C destra
Cir. = Circolare
Cir.c = Circolare cava
I = Sezione a I
L = Sezione a L
Ldx = L destra
Om. = Omega
Pg = Pi greco
Pr = Poligono regolare
Prc = Poligono regolare cavo
Pc = Per coordinate
Ia = Inerzie assegnate
R = Rettangolare
Rc = Rettangolare cava
T = Sezione a T
U = Sezione a U
Ur = U rovescia
V = Sezione a V
Vr = V rovescia
Z = Sezione a Z
Zdx = Z destra
Ts = T stondata
Ls = L stondata
Cs = C stondata
Is = I stondata
Dis. = Disegnata

D	<cm>	= Distanza
Area	<cmq>	= Area
Anet	<cmq>	= Area netta per compressione
Aeff	<cmq>	= Area effettiva per trazione
Jy	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Y
Jz	<cm4>	= Momento d'inerzia rispetto all'asse Z
Iy	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Y
Iz	<cm>	= Raggio giratorio d'inerzia rispetto all'asse Z
Wymin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Y
Wzmin	<cmc>	= Modulo di resistenza minimo rispetto all'asse Z
Tp		= Tipo di acciaio
Fyk	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di snervamento dell'acciaio
Fyt	<daN/cmq>	= Tensione caratteristica di rottura
Wy,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Y
Wz,plas	<cmc>	= Modulo di resistenza plastico intorno all'asse Z
Atag,y	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Y
Atag,z	<cmq>	= Area resistente a taglio in dir. Z
Jω	<cm6>	= Costante di ingobbamento
L_{cr}	<m>	= Lunghezza di libera inflessione laterale fra ritegni torsionali
α_{imp}		= Coefficiente di imperfezione
k_c		= Coeff. di correzione momento flettente per stabilità laterale membrature inflesse
ψ		= Coeff. di correzione momento critico per stabilità laterale membrature inflesse
M,cr	<daNm>	= Momento critico per instabilità flesso torsionale
λ_{LT}		= Coefficiente di imperfezione per stabilità laterale membrature inflesse
$\lambda_{LT,0}$		= Coefficiente di imperfezione di confronto per stabilità laterale membrature inflesse
β_{LT}		= Coefficiente per calcolo Φ_{LT}
Φ_{LT}		= Coefficiente Φ per stabilità laterale membrature inflesse
f		= Fattore di modifica per il coefficiente di riduzione
χ_{LT}		= Coefficiente di riduzione per stabilità laterale membrature inflesse
My,Ed	<daNm>	= Momento flettente di calcolo intorno all'asse Y
My,b,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione ridotta per stabilità laterale membrature inflesse
CC		= Numero della combinazione delle condizioni di carico elementari
Xl	<m>	= Coordinata progressiva (dal nodo iniziale dell'asta) in cui viene effettuato il progetto/verifica
My	<daNm>	= Momento flettente intorno all'asse Y
My,c,Rd	<daNm>	= Resistenza di calcolo a flessione intorno all'asse Y
Tz	<daN>	= Taglio in dir. Z
V,Ed	<daN>	= Forza di taglio di calcolo
Vc,Rd	<daN>	= Resistenza a taglio
$f_{z,L}$	<cm>	= Freccia in direzione Z locale

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Tipo	D <cm>	Area <cmq>	Anet <cmq>	Aeff <cmq>	Jy <cm4>	Jz <cm4>	Iy <cm>	Iz <cm>	Wymin <cmc>	Wzmin <cmc>	Tp	Fyk <daN/cmq>	Fyt <daN/cmq>
1	HEA180	Is	--	45.25	45.25	45.25	2510.34	924.60	7.45	4.52	293.61	102.73	S235	1740.74	2666.67

Caratteristiche profilati utilizzati

Sez.	Cod.	Wy,plas	Wz,plas	Atag,y	Atag,z	Jω

		<cmc>	<cmc>	<cmq>	<cmq>	<cm6>
1	HEA180	326.12	156.65	37.93	14.47	60210.90

```
Asta n. 201 (1 2) HEA180 Crit. 1
----------------------------------------
- Verifica di stabilità aste inflesse (4.2.4.1.3.2) CC 1 - Classe 1
  Lcr=3.90  Curva b:  αimp=0.34 kc=0.94 ψ=1.75 M,cr=27082.30 λLT=0.46
  λLT,0=0.40 βLT=0.75 ΦLT=0.59 βLT=0.75 f=0.98 χLT=1.00
  CC 1  My,Ed=-1224.18  My,b,Rd=5406.63  My,Ed/My,b,Rd=0.23

- Verifica freccia massima per soli carichi accidentali - CC 2
  fz,L=0.14 (L/2775)

- Verifica freccia massima carichi totali - CC 2
  fz,L=0.25 (L/1552)

- Verifica a flessione (4.2.13) - CC 1 Xl=1.95 - Classe 1
  Sollecitazioni: My=-1224.18
  My,Ed=-1224.18  My,c,Rd=5406.63  My,Ed/My,c,Rd=0.23

- Verifica a taglio dir. Z (4.2.17) - CC 1 Xl=0.00
  Sollecitazioni: Tz=1255.57
  V,Ed=1255.57  Vc,Rd=13853.00  V,Ed/Vc,Rd=0.09
```

VERIFICA SOLAIO DEL CORRIDOIO

Il solaio del corridoio è realizzato con travetti in legno (a favore di sicurezza si ipotizza di pioppo), di sezione 6x6 cm con una luce massima di 1.42m e un interasse di 31cm, i travetti sono sormontati da delle pianelle in laterizio, il resto della composizione di ipotizza uguale a quella riscontrata nel vicino atrio, e per i carichi si fa riferimento a quanto riportato nella parte precedente.

L'intervento di consolidamento viene realizzato utilizzando dei connettori in acciaio, infissi nella trave ogni 15 cm e solidarizzati mediante apposita resina per legno, tipo HILTI HIT-HY 270.

Si adotta come schema statico quello di una trave semplicemente appoggiata.

Di seguito la verifica:

VERIFICA CON SOFTWARE COMMERCIALE

Dati Solaio Corridoio

Tipologia

Tipo di orditura: Semplice (solo travi principali)

Assito: Interrotto

Geometria

Trave principale in legno:
Base della sezione: b = 60 mm
Altezza della sezione: h = 60 mm
Interasse tra le travi principali: i = 310 mm
Luce di calcolo delle travi: l = 1420 mm

Soletta in calcestruzzo:
Spessore: s = 50 mm
Distanza tra soletta e trave (travetti + assito): t = 30 mm
Larghezza efficace della soletta: b_{eff} = 310 mm

Altri componenti:
- spessore: s_a = 30 mm
Isolante: spessore: s_i = 0 mm

Legno

Specie e classe di resistenza: Conifere e pioppo (EN 338) [CNR DT 206/2007] C24 v
Classe di servizio: 1

Resistenza a flessione f_{mk} = 24 N/mm^2
Resistenza a trazione parallela alla fibratura f_{t0k} = 14 N/mm^2
Resistenza a compressione parallela alla fibratura f_{c0k} = 21 N/mm^2
Resistenza a taglio f_{vk} = 2.5 N/mm^2

Massa volumica ρ_k = 350 kg/m^3 (Peso specifico = 3.5 kN/m^3)

Coefficiente parziale per le proprietà dei materiali: γ_M = 1.5

Le **classi di durata del carico** considerate sono due:
1) permanente (per combinazioni di carico comprendenti i soli permanenti): k_{mod} = 0.6
2) media durata (per combinazioni di carico comprendenti tutti i carichi, permanenti e variabili): k_{mod} = 0.8

Le **resistenze di progetto** si distinguono fra i due casi di classi di durata del carico:
(trazione e compressione: parallele alla fibratura)
1) permanente: k_{mod} / γ_M = 0.6/1.5 = 0.400
da cui:
resistenza a flessione di progetto : f_{md} = 9.60 N/mm^2
resistenza a trazione di progetto: f_{td} = 5.60 N/mm^2
resistenza a compressione di progetto: f_{cd} = 8.40 N/mm^2
resistenza a taglio di progetto: f_{vd} = 1.00 N/mm^2
2) media durata: k_{mod} / γ_M = 0.8/1.5 = 0.533
da cui:
resistenza a flessione di progetto: f_{md} = 12.80 N/mm^2
resistenza a trazione di progetto: f_{td} = 7.47 N/mm^2
resistenza a compressione di progetto: f_{cd} = 11.20 N/mm^2
resistenza a taglio di progetto: f_{vd} = 1.33 N/mm^2

Moduli elastici:
Modulo elastico medio parallelo alle fibre:
$E_{0,mean}$ = 11000 N/mm^2
Modulo di taglio medio:
$G_{,mean}$ = 690 N/mm^2

Viscosità:
k_{def} = 0.6
Fattore di riduzione del modulo di elasticità del legno per tenere conto degli effetti a lunga durata (t=∞):
$1/(1+ k_{def})$ = 0.625
Questo fattore di riduzione si applica anche alla rigidezza della connessione per le verifiche a lungo termine.

Calcestruzzo

Peso specifico (=peso volumico) del calcestruzzo: 25 kN/m^3

Classe di resistenza: C20/25

Resistenza caratteristica a compressione: f_{ck} = 18 N/mm^2
α_{cc} = 0.85
Coefficiente parziale di sicurezza: γ_c = 1.5
Resistenza di calcolo a compressione:
$f_{cd} = \alpha_{cc} f_{ck} / \gamma_c$ = 0.85 * 18 / 1.5 = 10.20 N/mm^2

Resistenza caratteristica a trazione: f_{ctk} = 1.8 N/mm^2
Resistenza di calcolo a trazione:
$f_{ctd} = f_{ctk} / \gamma_c$ = 1.20 N/mm^2

Modulo elastico:
Modulo elastico E_{cm} = 15000 N/mm^2

Viscosità:
Tempo di messa in carico (termine della maturazione): 28 giorni
Umidità relativa dell'atmosfera: 55%
A_c = 50 * 310 mm^2
u = 310 mm, da cui: h_0=100 mm
Coefficiente di viscosità: φ = 2.93
Fattore di riduzione del modulo di elasticità del calcestruzzo per tenere degli effetti a lunga durata (t=∞):
1 / (1+φ) = 0.254

Connessione

Barre di armatura ad aderenza migliorata di tipo B450C (§11.3.2.1):
resistenza caratteristica allo snervamento: f_{yk} = 450 N/mm^2
resistenza caratteristica a rottura: f_{uk} = 540 N/mm^2

Travi principali
Diametro dei connettori: Φ = 8 mm
Interasse dei connettori: s = 300 mm

Accoppiamento barre: agli appoggi
Profondità di infissione dei connettori nel legno: l_w = 48 mm
Profondità di infissione dei connettori nel calcestruzzo: l_c = 30 mm
Lunghezza dei connettori: $l_b = l_w + t + l_c$ = 108 mm
Rigidezze:
K_{ser} (SLE) = 7857 N/mm
K_u (SLU) = 5238 N/mm
Resistenza:
$F_{v,Rk}$ = 12889 N
Scorrimento massimo allo stato limite ultimo:
$\delta_{c,lim} = F / K_u$ = 1.14 mm

Il valore di progetto della resistenza a taglio della connessione è quindi dato da:
$F_{v,Rd} = k_{mod} * F_{v,Rk} / \gamma_M = k_{mod} * 12889/1.5$
e quindi, per i due valori di riferimento di k_{mod}, relativi rispettivamente ai carichi permanente e di media durata:
permanente: k_{mod} = 0.6 $\Rightarrow$ $F_{v,Rd}$ = 5156 N
media durata: k_{mod} = 0.8 $\Rightarrow$ $F_{v,Rd}$ = 6874 N

Carichi

Carichi permanenti G_1
G_1 = 2.04 kN/m^2
Per SLU: γ_{G1}= 1.3

Carichi permanenti non strutturali G_2
G_2 = 1.9 kN/m^2
Per SLU: γ_{G2}= 1.5

Carichi variabili Q_k:
Ambiente ad uso residenziale
Q_k = 2 kN/m^2
ψ_2 = 0.3
Per SLU: γ_Q= 1.5

Limiti di deformabilità

Per la verifica della freccia f si considerano le seguenti limitazioni (l = luce della trave o del travetto):
- verifica a tempo 0: f <= (1/300) l
- verifica a tempo ∞: f <= (1/200) l

Risultati Solaio n° 1

Coefficienti di sicurezza: Riepilogo

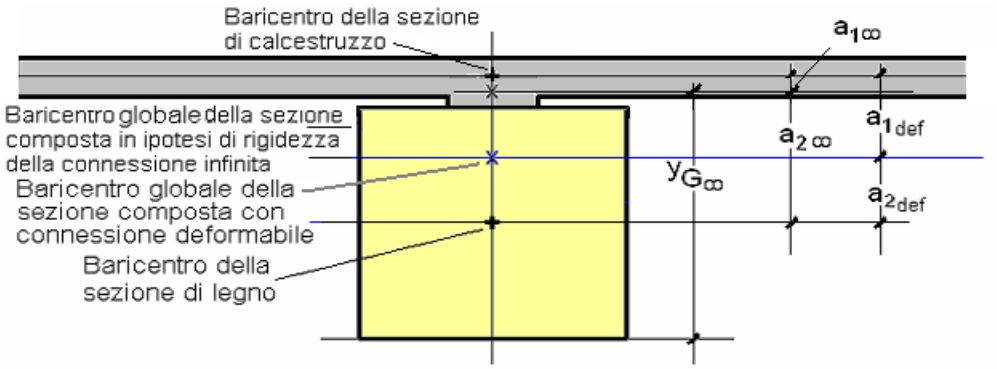
2.632 Trazione all'intradosso del legno, CC2, t=∞
2.703 Trazione all'intradosso del legno, CC1, t=∞
3.064 Freccia della sezione composta trave-cls t=∞
3.270 Compressione nel cls (estradosso soletta), CC1, t=0
3.571 Trazione all'intradosso del legno, CC1, t=0
3.628 Scorrimento della connessione, CC1, t=∞
4.000 Trazione all'intradosso del legno, CC2, t=0
4.020 Compressione nel cls (estradosso soletta), CC1, t=∞
4.136 Freccia della sezione composta trave-cls t=0
4.161 Scorrimento della connessione, CC2, t=∞
5.053 Compressione nel cls (estradosso soletta), CC2, t=0
5.748 Resistenza della connessione, CC2, t=∞
5.819 Resistenza della connessione, CC1, t=∞
6.040 Taglio nel legno, CC2, t=∞
6.158 Taglio nel legno, CC1, t=∞
6.487 Scorrimento della connessione, CC1, t=0
7.468 Resistenza della connessione, CC1, t=0
7.599 Compressione nel cls (estradosso soletta), CC2, t=∞
7.947 Taglio nel legno, CC1, t=0
8.654 Resistenza della connessione, CC2, t=0
9.209 Taglio nel legno, CC2, t=0
>> 1 Scorrimento della connessione, CC2, t=0

SEZIONE COMPOSTA TRAVE PRINCIPALE - SOLETTA IN CLS:
VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)
Combinazione di Carico 1 (media durata: tutti carichi)
Verifica a tempo t=0

I parametri dei componenti del sistema misto legno e calcestruzzo sono riferiti al materiale indicato dal pedice:
1 = calcestruzzo, 2 = legno.

I contributi lineari di carico di tipo permanente e variabile sono i seguenti:
G_1 = 2.04 kN/m^2
G_2 = 1.9 kN/m^2
Q_k = 2 kN/m^2
Per lo Stato Limite Ultimo (i = interasse travi):
$q_{d,SLU} = (\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_Q * Q_k) * i$ = 2.64 kN/m

Rigidezze flessionali
- ipotesi di rigidezza della connessione nulla:
E_1J_1 = 4.84375E+10 Nmm^2
E_2J_2 = 1.188E+10 Nmm^2
$(EJ)_0 = \Sigma E_iJ_i = E_1J_1 + E_2J_2$ = 6.03175E+10 Nmm^2
- ipotesi di rigidezza della connessione infinita:
coordinata y: da intradosso trave
area e posizione baricentro delle sezioni dei singoli elementi:
A_1 = 15500 mm^2, y_1 = 115 mm
A_2 = 3600 mm^2, y_2 = 30 mm
posizione baricentro sezione globale:
$y_{G\infty} = (\Sigma E_iA_iy_i) / (\Sigma E_iA_i)$ = 103 mm
distanza dei baricentri dei singoli elementi da quello dell'intera sezione:
$a_1 = h_2 + d - y_{G\infty}$ = 12 mm
$a_2 = y_{G\infty} - h_2/2$ = 73 mm
distanza tra i baricentri geometrici delle sezioni dei due componenti:
$a = a_1 + a_2$ = 85 mm



In fig.: Parametri statici per la sezione composta in legno-calcestruzzo

$(EJ)_\infty = \Sigma E_iJ_i + \Sigma E_iA_ia_i^2 = 3.047886E+11$ Nmm^2
- *determinazione della rigidezza efficace*:
$s_{eq} = 300$ mm, $K = K_u = 5238$ N/mm
$\gamma_2 = 1$
$\gamma_1 = [\ 1 + \pi^2\ E_1\ A_1\ s_{eq} / (K\ l^2)\ ]^{-1} = 0.015$
distanze tra i baricentri geometrici delle sezioni 1 e 2 e il baricentro globale della sezione composta con connessione deformabile:
$a_2 = a / [1 + (E_2\ A_2) / (\gamma_1\ E_1\ A_1)] = 7$ mm
$a_1 = a - a_2 = 78$ mm
rigidezza efficace del sistema:
$(EJ)_{eff} = \Sigma E_iJ_i + (\Sigma \gamma_i E_iA_i\ a_i^2) = 8.363226E+10$ Nmm^2
efficienza della connessione:
$\eta = [(EJ)_{eff} - (EJ)_0] / [(EJ)_\infty - (EJ)_0] = 0.1$

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO
Momento in mezzeria:
$M_d = q_{d,SLU} * l^2 / 8 = 664308$ Nmm
Taglio agli appoggi:
$V_d = q_{d,SLU} * l / 2 = 1871$ N

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO
$N_{1,d} = [(\gamma_1\ E_1a_1\ A_1) / (EJ)_{eff}] * M_d = 2179$ N
$M_{1,d} = [(EJ)_1 / (EJ)_{eff}] * M_d = 384749$ Nmm

Verifica di compressione al lembo compresso (estradosso della soletta)
$\sigma_{max,1} = (N_{1,d} / A_1) + (M_{1,d} / W_e) = 3.12$ N/mm^2 < 10.2 N/mm^2
$\Rightarrow$ **η_{01} =** 10.2/3.12 = **3.270**
[η_{01}: CC 1, t=0, compressione per pressoflessione nel cls al lembo compresso (estradosso soletta)]

Posizione dell'asse neutro nella sezione di calcestruzzo
$x_c = h / (1 + |\sigma_{min,1}|/\sigma_{max,1}) = 26$ mm < 50 mm

VERIFICA DEL LEGNO
$N_{2,d} = [(\gamma_2\ E_2a_2\ A_2) / (EJ)_{eff}] * M_d = 2179$ N
$M_{2,d} = [(EJ)_2 / (EJ)_{eff}] * M_d = 94365$ Nmm

Verifica a tensoflessione
$W_2 = b_2\ h_2^2 / 6 = 36000$ mm^3
$\sigma_{n,2} = (N_{2,d} / A_2) = 0.61$ N/mm^2
$\sigma_{m,2} = (M_{2,d} / W_2) = 2.62$ N/mm^2
La formula di verifica è la seguente:
$(\sigma_{n,2} / f_{td}) + (\sigma_{m,2} / f_{md}) = 0.28 < 1$
$\Rightarrow$ **η_{06} =** 1/0.28 = **3.571**
[η_{06}: CC 1, t=0, trazione per tensoflessione nel legno al lembo teso (intradosso trave)]

Verifica a taglio
$x_I = h_2/2 + a_2 = 37$ mm
$\tau_2 = 0.5\ x_I^2 * [E_2 / (EJ)_{eff}] * V_d = 0.17$ N/mm^2 < 1.33 N/mm^2

$\Rightarrow$ **η_{07} =** 1.33/0.17 = **7.947**
[η_{07}:CC 1, t=0, taglio nel legno]

VERIFICA DELLA CONNESSIONE

Verifica di resistenza
$F = [(\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s_{eq}) / (EJ)_{eff}] * V_d$ = 1840 N
Disponendo connettori accoppiati nelle zone di appoggio, la sollecitazione di progetto si può assumere pari a: F/2 = 920 N
$F_{v,Sd}$ = 920 < $F_{v,Rd}$ = 6874 N
$\Rightarrow$ **η_{08} =** 6874/920 = **7.468**
[η_{08}:CC 1, t=0, resistenza della connessione]

Verifica di scorrimento
$\delta_{c,lim}$ = max{1 mm., L/4000} = 1.14 mm
Deve essere:
$\delta_c = F / K_{u,\infty} \leq \delta_{c,lim}$
Si ha: δ_c = 920 / 5238 = 0.18 mm < 1.14 mm
$\Rightarrow$ **η_{09} =** 1.14/0.18 = **6.487**
[η_{09}:CC 1, t=0, scorrimento della connessione]

SEZIONE COMPOSTA TRAVE PRINCIPALE - SOLETTA IN CLS:
VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)
Combinazione di Carico 1 (media durata: tutti carichi)
Verifica a tempo t=∞

I parametri dei componenti del sistema misto legno e calcestruzzo sono riferiti al materiale indicato dal pedice:
1 = calcestruzzo, 2 = legno.

I contributi lineari di carico di tipo permanente e variabile sono i seguenti:
G_1 = 2.04 kN/m^2
G_2 = 1.9 kN/m^2
Q_k = 2 kN/m^2
Per lo Stato Limite Ultimo (i = interasse travi):
$q_{d,SLU} = (\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_Q * Q_k) * i$ = 2.64 kN/m

I parametri di rigidezza dei materiali devono essere modificati per tenere conto degli effetti della viscosità (comportamento a lungo termine).
I valori di calcolo si possono ottenere dalla media delle caratteristiche elastiche intere e ridotte pesata in funzione della durata del carico (per il carico variabile Q_k, ψ_2 rappresenta la quota parte di carico quasi permanente, da considerare quindi ai fini della effetti della viscosità):

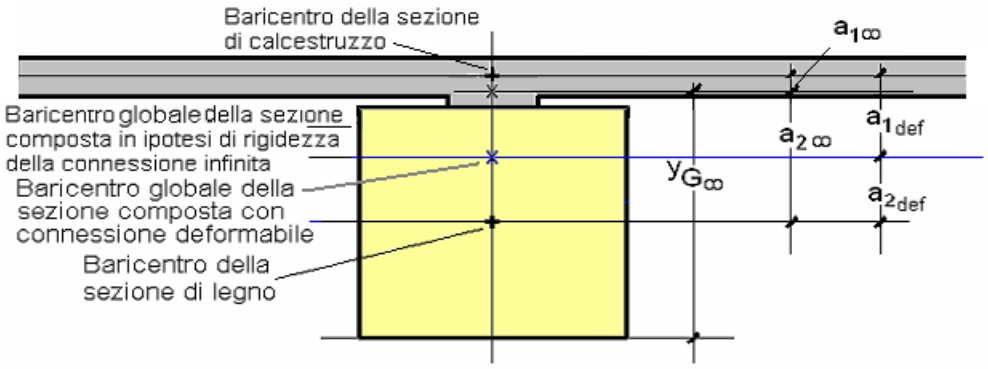
$$E_{1\infty} = E_1 * \frac{\frac{(\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \psi_2 \gamma_Q Q_k)}{(1+\varphi)} + \frac{(1-\psi_2)\gamma_Q Q_k}{1}}{(\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_Q Q_k)}$$

$$E_{2\infty} = E_2 * \frac{\frac{(\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \psi_2 \gamma_Q Q_k)}{(1+k_{def})} + \frac{(1-\psi_2)\gamma_Q Q_k}{1}}{(\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}G_2 + \gamma_Q Q_k)}$$

Pertanto:
$E_{1\infty}$ = 15000 * 0.4386 = 6579 N/mm^2
$E_{2\infty}$ = 11000 * 0.7176 = 7894 N/mm^2

Rigidezze flessionali
- ipotesi di rigidezza della connessione nulla:
E_1J_1 = 2.124486E+10 Nmm^2
E_2J_2 = 8.525388E+09 Nmm^2
$(EJ)_0 = \Sigma E_iJ_i = E_1J_1 + E_2J_2$ = 2.977025E+10 Nmm^2
- ipotesi di rigidezza della connessione infinita:

coordinata y: da intradosso trave
area e posizione baricentro delle sezioni dei singoli elementi:
A_1 = 15500 mm^2, y_1 = 115 mm
A_2 = 3600 mm^2, y_2 = 30 mm
posizione baricentro sezione globale:
$y_{G\infty} = (\Sigma\ E_iA_iy_i) / (\Sigma\ E_iA_i)$ = 96 mm
distanza dei baricentri dei singoli elementi da quello dell'intera sezione:
$a_1 = h_2 + d - y_{G\infty}$ = 19 mm
$a_2 = y_{G\infty} - h_2/2$ = 66 mm
distanza tra i baricentri geometrici delle sezioni dei due componenti:
$a = a_1 + a_2$ = 85 mm



In fig.: Parametri statici per la sezione composta in legno-calcestruzzo

$(EJ)_\infty = \Sigma\ E_iJ_i + \Sigma\ E_iA_ia_i^2$ = 1.903425E+11 Nmm^2
- *determinazione della rigidezza efficace*:
il coefficiente correttivo per la viscosità, sopra calcolato, relativo al modulo di elasticità del legno (0.7176), viene applicato anche alla rigidezza della connessione:
s_{eq} = 300 mm, $K_{u,\infty} = 0.7176*K_u$ = 3759 N/mm
γ_2 = 1
$\gamma_1 = [\ 1 + \pi^2\ E_1\ A_1\ s_{eq} / (K\ l^2)\ ]^{-1}$ = 0.024
distanze tra i baricentri geometrici delle sezioni 1 e 2 e il baricentro globale della sezione composta con connessione deformabile:
$a_2 = a / [1 + (E_2\ A_2) / (\gamma_1\ E_1\ A_1)]$ = 7 mm
$a_1 = a - a_2$ = 78 mm
rigidezza efficace del sistema:
$(EJ)_{eff} = \Sigma\ E_iJ_i + (\Sigma\ \gamma_i\ E_iA_i\ a_i^2)$ = 4.635508E+10 Nmm^2
efficienza della connessione:
$\eta = [(EJ)_{eff} - (EJ)_0] / [(EJ)_\infty - (EJ)_0]$ = 0.1

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO
Momento in mezzeria:
$M_d = q_{d,SLU} * l^2 / 8$ = 664308 Nmm
Taglio agli appoggi:
$V_d = q_{d,SLU} * l / 2$ = 1871 N

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO
$N_{1,d} = [(\gamma_1\ E_1a_1\ A_1) / (EJ)_{eff}] * M_d$ = 2796 N
$M_{1,d} = [(EJ)_1 / (EJ)_{eff}] * M_d$ = 304457 Nmm

Verifica di compressione al lembo compresso (estradosso della soletta)
$\sigma_{max,1} = (N_{1,d} / A_1) + (M_{1,d} / W_e)$ = 2.54 N/mm^2 < 10.2 N/mm^2
$\Rightarrow$ **η_{01} =** 10.2/2.54 = **4.020**
[η_{10}: CC 1, t=∞, compressione per pressoflessione nel cls al lembo compresso (estradosso soletta)]

Posizione dell'asse neutro nella sezione di calcestruzzo
$x_c = h / (1 + |\sigma_{min,1}|/\sigma_{max,1})$ = 27 mm < 50 mm

VERIFICA DEL LEGNO
$N_{2,d} = [(\gamma_2\ E_2a_2\ A_2) / (EJ)_{eff}] * M_d$ = 2796 N

$M_{2,d} = [(EJ)_2 / (EJ)_{eff}] * M_d = 122176$ Nmm

Verifica a tensoflessione
$W_2 = b_2 h_2^2 / 6 = 36000$ mm^3
$\sigma_{n,2} = (N_{2,d} / A_2) = 0.78$ N/mm^2
$\sigma_{m,2} = (M_{2,d} / W_2) = 3.39$ N/mm^2
La formula di verifica è la seguente:
$(\sigma_{n,2} / f_{td}) + (\sigma_{m,2} / f_{md}) = 0.37 < 1$
$\Rightarrow$ **η_{15} =** 1/0.37 = **2.703**
[η_{15}: CC 1, t=∞, trazione per tensoflessione nel legno al lembo teso (intradosso trave)]

Verifica a taglio
$x_I = h_2/2 + a_2 = 37$ mm
$\tau_2 = 0.5\ x_I^2 * [E_2 / (EJ)_{eff}] * V_d = 0.22$ N/mm^2 < 1.33 N/mm^2
$\Rightarrow$ **η_{16} =** 1.33/0.22 = **6.158**
[η_{16}:CC 1, t=∞, taglio nel legno]

VERIFICA DELLA CONNESSIONE

Verifica di resistenza
$F = [(\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s_{eq}) / (EJ)_{eff}] * V_d = 2362$ N
Disponendo connettori accoppiati nelle zone di appoggio, la sollecitazione di progetto si può assumere pari a: F/2 = 1181 N
$F_{v,Sd} = 1181 < F_{v,Rd} = 6874$ N
$\Rightarrow$ **η_{17} =** 6874/1181 = **5.819**
[η_{17}:CC 1, t=∞, resistenza della connessione]

Verifica di scorrimento
$\delta_{c,lim} = \max\{1$ mm., L/4000$\} = 1.14$ mm
Deve essere:
$\delta_c = F / K_{u,\infty} \leq \delta_{c,lim}$
Si ha: $\delta_c = 1181 / 3759 = 0.31$ mm < 1.14 mm
$\Rightarrow$ **η_{18} =** 1.14/0.31 = **3.628**
[η_{18}:CC 1, t=∞, scorrimento della connessione]

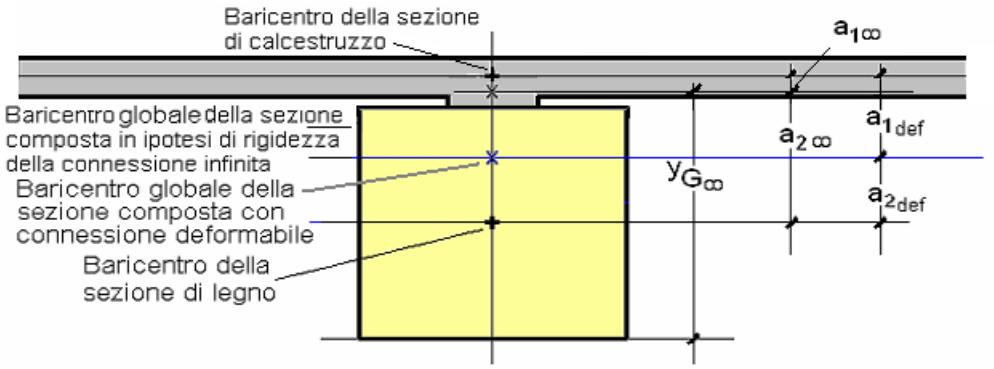
SEZIONE COMPOSTA TRAVE PRINCIPALE - SOLETTA IN CLS:
VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)
Combinazione di Carico 2 (lunga durata: solo carichi permanenti)
Verifica a tempo t=0

I parametri dei componenti del sistema misto legno e calcestruzzo sono riferiti al materiale indicato dal pedice:
1 = calcestruzzo, 2 = legno.

I contributi lineari di carico di tipo permanente e variabile sono i seguenti:
$G_1 = 2.04$ kN/m^2
$G_2 = 1.9$ kN/m^2
$Q_k = 2$ kN/m^2
Per lo Stato Limite Ultimo (i = interasse travi):
$q_{d,SLU} = (\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_Q * Q_k) * i = 1.71$ kN/m

Rigidezze flessionali
- ipotesi di rigidezza della connessione nulla:
$E_1J_1 = 4.84375E+10$ Nmm^2
$E_2J_2 = 1.188E+10$ Nmm^2
$(EJ)_0 = \Sigma\ E_iJ_i = E_1J_1 + E_2J_2 = 6.03175E+10$ Nmm^2
- ipotesi di rigidezza della connessione infinita:
coordinata y: da intradosso trave
area e posizione baricentro delle sezioni dei singoli elementi:
$A_1 = 15500$ mm^2, $y_1 = 115$ mm
$A_2 = 3600$ mm^2, $y_2 = 30$ mm
posizione baricentro sezione globale:
$y_{G\infty} = (\Sigma\ E_iA_iy_i) / (\Sigma\ E_iA_i) = 103$ mm
distanza dei baricentri dei singoli elementi da quello dell'intera sezione:

$a_1 = h_2 + d - y_{G\infty} = 12$ mm
$a_2 = y_{G\infty} - h_2/2 = 73$ mm
distanza tra i baricentri geometrici delle sezioni dei due componenti:
$a = a_1 + a_2 = 85$ mm



In fig.: Parametri statici per la sezione composta in legno-calcestruzzo

$(EJ)_\infty = \Sigma E_i J_i + \Sigma E_i A_i a_i^2 = 3.047886E+11$ Nmm^2
- *determinazione della rigidezza efficace*:
$s_{eq} = 300$ mm, $K = K_u = 5238$ N/mm
$\gamma_2 = 1$
$\gamma_1 = [\ 1 + \pi^2 E_1 A_1 s_{eq} / (K l^2)\ ]^{-1} = 0.015$
distanze tra i baricentri geometrici delle sezioni 1 e 2 e il baricentro globale della sezione composta con connessione deformabile:
$a_2 = a / [1 + (E_2 A_2) / (\gamma_1 E_1 A_1)] = 7$ mm
$a_1 = a - a_2 = 78$ mm
rigidezza efficace del sistema:
$(EJ)_{eff} = \Sigma E_i J_i + (\Sigma \gamma_i E_i A_i a_i^2) = 8.363226E+10$ Nmm^2
efficienza della connessione:
$\eta = [(EJ)_{eff} - (EJ)_0] / [(EJ)_\infty - (EJ)_0] = 0.1$

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO
Momento in mezzeria:
$M_d = q_{d,SLU} * l^2 / 8 = 429902$ Nmm
Taglio agli appoggi:
$V_d = q_{d,SLU} * l / 2 = 1211$ N

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO
$N_{1,d} = [(\gamma_1 E_1 a_1 A_1) / (EJ)_{eff}] * M_d = 1410$ N
$M_{1,d} = [(EJ)_1 / (EJ)_{eff}] * M_d = 248987$ Nmm

Verifica di compressione al lembo compresso (estradosso della soletta)
$\sigma_{max,1} = (N_{1,d} / A_1) + (M_{1,d} / W_e) = 2.02$ N/mm^2 < 10.2 N/mm^2
$\Rightarrow$ **η_{01} =** 10.2/2.02 = **5.053**
[η_{19}: CC 2, t=0, compressione per pressoflessione nel cls al lembo compresso (estradosso soletta)]

Posizione dell'asse neutro nella sezione di calcestruzzo
$x_c = h / (1 + |\sigma_{min,1}|/\sigma_{max,1}) = 26$ mm < 50 mm

VERIFICA DEL LEGNO
$N_{2,d} = [(\gamma_2 E_2 a_2 A_2) / (EJ)_{eff}] * M_d = 1410$ N
$M_{2,d} = [(EJ)_2 / (EJ)_{eff}] * M_d = 61068$ Nmm

Verifica a tensoflessione
$W_2 = b_2 h_2^2 / 6 = 36000$ mm^3
$\sigma_{n,2} = (N_{2,d} / A_2) = 0.39$ N/mm^2
$\sigma_{m,2} = (M_{2,d} / W_2) = 1.7$ N/mm^2
La formula di verifica è la seguente:
$(\sigma_{n,2} / f_{td}) + (\sigma_{m,2} / f_{md}) = 0.25 < 1$
$\Rightarrow$ **η_{24} =** 1/0.25 = **4.000**

[η_{24}: CC 2, t=0, trazione per tensoflessione nel legno al lembo teso (intradosso trave)]

Verifica a taglio
$x_l = h_2/2 + a_2 = 37$ mm
$\tau_2 = 0.5\ x_l^2 * [E_2 / (EJ)_{eff}] * V_d = 0.11$ N/mm^2 < 1 N/mm^2
$\Rightarrow$ **η_{25} =** 1/0.11 = **9.209**
[η_{25}:CC 2, t=0, taglio nel legno]

VERIFICA DELLA CONNESSIONE

Verifica di resistenza
$F = [(\gamma_1\ E_1\ A_1\ a_1\ s_{eq}) / (EJ)_{eff}] * V_d = 1192$ N
Disponendo connettori accoppiati nelle zone di appoggio, la sollecitazione di progetto si può assumere pari a: F/2 = 596 N
$F_{v,Sd} = 596 < F_{v,Rd} = 5156$ N
$\Rightarrow$ **η_{26} =** 5156/596 = **8.654**
[η_{26}:CC 2, t=0, resistenza della connessione]

Verifica di scorrimento
$\delta_{c,lim}$ = max{1 mm., L/4000} = 1.14 mm
Deve essere:
$\delta_c = F / K_{u,\infty} \leq \delta_{c,lim}$
Si ha: $\delta_c = 596 / 5238 = 0.11$ mm < 1.14 mm
$\Rightarrow$ **η_{27} =** 1.14/0.11 = **10.023**
[η_{27}:CC 2, t=0, scorrimento della connessione]

SEZIONE COMPOSTA TRAVE PRINCIPALE - SOLETTA IN CLS:
VERIFICHE DI RESISTENZA (SLU)
Combinazione di Carico 2 (lunga durata: solo carichi permanenti)
Verifica a tempo t=∞

I parametri dei componenti del sistema misto legno e calcestruzzo sono riferiti al materiale indicato dal pedice:
1 = calcestruzzo, 2 = legno.

I contributi lineari di carico di tipo permanente e variabile sono i seguenti:
$G_1 = 2.04$ kN/m^2
$G_2 = 1.9$ kN/m^2
$Q_k = 2$ kN/m^2
Per lo Stato Limite Ultimo (i = interasse travi):
$q_{d,SLU} = (\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}\ G_2 + \gamma_Q * Q_k) * i = 1.71$ kN/m

I parametri di rigidezza dei materiali devono essere modificati per tenere conto degli effetti della viscosità (comportamento a lungo termine).
I valori di calcolo si possono ottenere dalla media delle caratteristiche elastiche intere e ridotte pesata in funzione della durata del carico (per il carico variabile Q_k, ψ_2 rappresenta la quota parte di carico quasi permanente, da considerare quindi ai fini della effetti della viscosità):

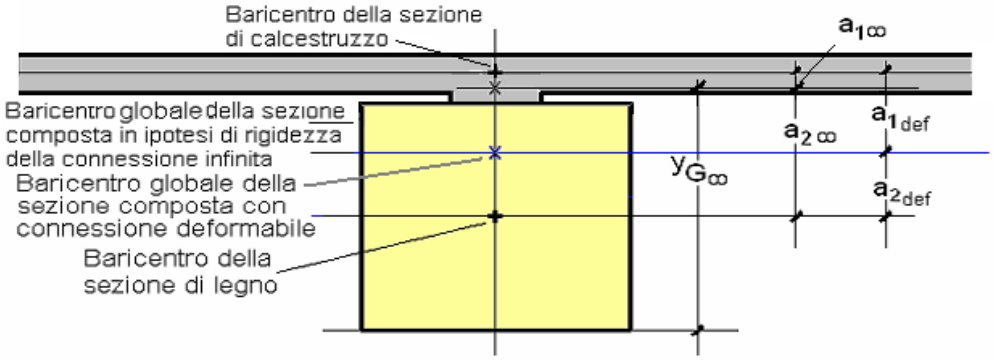
$$E_{1\infty} = E_1 * \frac{\frac{(\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}\ G_2 + \psi_2\ \gamma_Q\ Q_k)}{(1+\varphi)} + \frac{(1-\psi_2)\ \gamma_Q\ Q_k}{1}}{(\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}\ G_2 + \gamma_Q\ Q_k)}$$

$$E_{2\infty} = E_2 * \frac{\frac{(\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}\ G_2 + \psi_2\ \gamma_Q\ Q_k)}{(1+k_{def})} + \frac{(1-\psi_2)\ \gamma_Q\ Q_k}{1}}{(\gamma_{G1}G_1 + \gamma_{G2}\ G_2 + \gamma_Q\ Q_k)}$$

Pertanto:
$E_{1\infty} = 15000 * 0.2545 = 3817$ N/mm^2
$E_{2\infty} = 11000 * 0.625 = 6875$ N/mm^2

Rigidezze flessionali

- ipotesi di rigidezza della connessione nulla:
E_1J_1 = 1.232506E+10 Nmm²
E_2J_2 = 7.425E+09 Nmm²
$(EJ)_0 = \Sigma E_iJ_i = E_1J_1 + E_2J_2$ = 1.975006E+10 Nmm²
- ipotesi di rigidezza della connessione infinita:
coordinata y: da intradosso trave
area e posizione baricentro delle sezioni dei singoli elementi:
A_1 = 15500 mm², y_1 = 115 mm
A_2 = 3600 mm², y_2 = 30 mm
posizione baricentro sezione globale:
$y_{G\infty} = (\Sigma E_iA_iy_i) / (\Sigma E_iA_i)$ = 90 mm
distanza dei baricentri dei singoli elementi da quello dell'intera sezione:
$a_1 = h_2 + d - y_{G\infty}$ = 25 mm
$a_2 = y_{G\infty} - h_2/2$ = 60 mm
distanza tra i baricentri geometrici delle sezioni dei due componenti:
$a = a_1 + a_2$ = 85 mm



In fig.: Parametri statici per la sezione composta in legno-calcestruzzo

$(EJ)_\infty = \Sigma E_iJ_i + \Sigma E_iA_ia_i^2$ = 1.458248E+11 Nmm²
- determinazione della rigidezza efficace:
il coefficiente correttivo per la viscosità, sopra calcolato, relativo al modulo di elasticità del legno (0.625), viene applicato anche alla rigidezza della connessione:
s_{eq} = 300 mm, $K_{u,\infty} = 0.625*K_u$ = 3274 N/mm
γ_2 = 1
$\gamma_1 = [\ 1 + \pi^2\ E_1\ A_1\ s_{eq} / (K\ l^2)\ ]^{-1}$ = 0.036
distanze tra i baricentri geometrici delle sezioni 1 e 2 e il baricentro globale della sezione composta con connessione deformabile:
$a_2 = a / [1 + (E_2\ A_2) / (\gamma_1\ E_1\ A_1)]$ = 7 mm
$a_1 = a - a_2$ = 78 mm
rigidezza efficace del sistema:
$(EJ)_{eff} = \Sigma E_iJ_i + (\Sigma \gamma_i E_iA_i a_i^2)$ = 3.40331E+10 Nmm²
efficienza della connessione:
$\eta = [(EJ)_{eff} - (EJ)_0] / [(EJ)_\infty - (EJ)_0]$ = 0.11

SOLLECITAZIONI DI PROGETTO
Momento in mezzeria:
$M_d = q_{d,SLU} * l^2 / 8$ = 429902 Nmm
Taglio agli appoggi:
$V_d = q_{d,SLU} * l / 2$ = 1211 N

VERIFICA DEL CALCESTRUZZO
$N_{1,d} = [(\gamma_1\ E_1a_1\ A_1) / (EJ)_{eff}] * M_d$ = 2123 N
$M_{1,d} = [(EJ)_1 / (EJ)_{eff}] * M_d$ = 155689 Nmm

Verifica di compressione al lembo compresso (estradosso della soletta)
$\sigma_{max,1} = (N_{1,d} / A_1) + (M_{1,d} / W_e)$ = 1.34 N/mm² < 10.2 N/mm²
$\Rightarrow$ **η_{01} =** 10.2/1.34 = **7.599**
[η_{28}: CC 2, t=∞, compressione per pressoflessione nel cls al lembo compresso (estradosso soletta)]

Posizione dell'asse neutro nella sezione di calcestruzzo

$x_c = h / (1 + |\sigma_{min,1}|/\sigma_{max,1}) = 28$ mm < 50 mm

VERIFICA DEL LEGNO
$N_{2,d} = [(\gamma_2 E_2 a_2 A_2) / (EJ)_{eff}] * M_d = 2123$ N
$M_{2,d} = [(EJ)_2 / (EJ)_{eff}] * M_d = 93792$ Nmm

Verifica a tensoflessione
$W_2 = b_2 h_2^2 / 6 = 36000$ mm^3
$\sigma_{n,2} = (N_{2,d} / A_2) = 0.59$ N/mm^2
$\sigma_{m,2} = (M_{2,d} / W_2) = 2.61$ N/mm^2
La formula di verifica è la seguente:
$(\sigma_{n,2} / f_{td}) + (\sigma_{m,2} / f_{md}) = 0.38 < 1$
$\Rightarrow$ **η_{33} =** 1/0.38 = **2.632**
[η_{33}: CC 2, t=∞, trazione per tensoflessione nel legno al lembo teso (intradosso trave)]

Verifica a taglio
$x_l = h_2/2 + a_2 = 37$ mm
$\tau_2 = 0.5\, x_l^2 * [E_2 / (EJ)_{eff}] * V_d = 0.17$ N/mm^2 < 1 N/mm^2
$\Rightarrow$ **η_{34} =** 1/0.17 = **6.040**
[η_{34}:CC 2, t=∞, taglio nel legno]

VERIFICA DELLA CONNESSIONE

Verifica di resistenza
$F = [(\gamma_1 E_1 A_1 a_1 s_{eq}) / (EJ)_{eff}] * V_d = 1794$ N
Disponendo connettori accoppiati nelle zone di appoggio, la sollecitazione di progetto si può assumere pari a: F/2 = 897 N
$F_{v,Sd} = 897 < F_{v,Rd} = 5156$ N
$\Rightarrow$ **η_{35} =** 5156/897 = **5.748**
[η_{35}:CC 2, t=∞, resistenza della connessione]

Verifica di scorrimento
$\delta_{c,lim} = \max\{1$ mm., L/4000$\} = 1.14$ mm
Deve essere:
$\delta_c = F / K_{u,\infty} \leq \delta_{c,lim}$
Si ha: $\delta_c = 897 / 3274 = 0.27$ mm < 1.14 mm
$\Rightarrow$ **η_{36} =** 1.14/0.27 = **4.161**
[η_{36}:CC 2, t=∞, scorrimento della connessione]

SEZIONE COMPOSTA TRAVE PRINCIPALE - SOLETTA IN CLS:
VERIFICHE DI DEFORMABILITA' (SLE)

VERIFICA A TEMPO t=0

Determinazione della rigidezza efficace:
$K = K_{ser} = 7857$ N/mm
$\gamma_2 = 1$
$\gamma_1 = [\, 1 + \pi^2 E_1 A_1 s_{eq} / (K l^2) \,]^{-1} = 0.022$
distanze tra i baricentri geometrici delle sezioni 1 e 2 e il baricentro globale della sezione composta con connessione deformabile:
$a_2 = a / [1 + (E_2 A_2) / (\gamma_1 E_1 A_1)] = 10$ mm
$a_1 = a - a_2 = 75$ mm
rigidezza efficace del sistema:
$(EJ)_{eff} = \Sigma E_i J_i + (\Sigma \gamma_i E_i A_i a_i^2) = 9.369793E+10$ Nmm^2
Questa rigidezza efficace compete quindi allo stato limite di esercizio a tempo 0, e si indica anche con il seguente simbolo:
$(EJ)_{eff,ser,t=0} = 9.369793E+10$ Nmm^2
Efficienza della connessione:
$\eta = [(EJ)_{eff} - (EJ)_0] / [(EJ)_\infty - (EJ)_0] = 0.14$

VERIFICA DELLA FRECCIA
La freccia viene calcolata suddivisa nei singoli contributi dei carichi permanenti e dei carichi variabili; per tenere

conto della deformabilità a taglio si applica, a favore di sicurezza, un fattore moltiplicativo pari a 1.10 (incremento del 10%).

I singoli contributi di carico, utilizzati per la combinazione rara, sono i seguenti:
g_1 = 2.04*310 = 0.6324 kN/m (si osservi che l'unità di misura kN/m ha lo stesso ordine dell'unità N/mm, usata nell'espressione della freccia)
g_2 = 1.9*310 = 0.589 kN/m
q_k = 2*310 = 0.62 kN/m

Per il calcolo della freccia istantanea viene utilizzata la rigidezza efficace in condizioni iniziali $(EJ)_{eff,ser,t=0}$:
$f_{G1,ist}$ = 1.10 * (5/384) g_1 * l^4 / $(EJ)_{eff,ser,t=0}$ = 1.10 * (5/384) * 0.6324 * 1420^4 / (9.369793E+10) = 0.39 mm
$f_{G2,ist}$ = 1.10 * (5/384) g_2 * l^4 / $(EJ)_{eff,ser,t=0}$ = 1.10 * (5/384) * 0.589 * 1420^4 / (9.369793E+10) = 0.37 mm
$f_{Q,ist}$ = 1.10 * (5/384) q_k * l^4 / $(EJ)_{eff,ser,t=0}$ = 1.10 * (5/384) * 0.62 * 1420^4 / (9.369793E+10) = 0.39 mm
Risulta pertanto, essendo l=1420 mm:
f_{ist} = 0.39+0.37+0.39 = 1.14 mm = (1/1241) l < (1/300) l = 4.73 mm
⇒ **η_{37} =** 4.73/1.14 = **4.136**
[η_{37}: trave, t=0, freccia]

VERIFICA A TEMPO t=∞

La deformazione finale è data dalla somma di due contributi:
(i) la deformazione a lungo termine dovuta al carico quasi permanente, utilizzando valori ridotti dei moduli di elasticità;
(ii) la deformazione istantanea dovuta alla quota 'non quasi permanente' del carico variabile: $Q_k*(1-\psi_2)$, utilizzando valori non ridotti dei moduli di elasticità.

Per quanto riguarda il contributo (ii), la rigidezza efficace è già stata calcolata e vale:
$(EJ)_{eff,ser,t=0}$ = 9.369793E+10 Nmm^2

Per (i) si deve ricalcolare la rigidezza efficace, tenendo conto della riduzione dovuta alla viscosità.
I moduli di elasticità del calcestruzzo e del legno, ridotti per tenere conto della deformazione a lungo termine, sono i seguenti:
$E_{1\infty} = E_1 / (1+\varphi)$ = 3817 N/mm^2
$E_{2\infty} = E_2 / (1+k_{def})$ = 6875 N/mm^2
E_1J_1 = 1.232506E+10 Nmm^2
E_2J_2 = 7.425E+09 Nmm^2
$(EJ)_0 = \Sigma E_iJ_i = E_1J_1 + E_2J_2$ = 1.975006E+10 Nmm^2
$(EJ)_\infty = \Sigma E_iJ_i + \Sigma E_iA_ia_i^2$ = 1.458248E+11 Nmm^2
Il coefficiente correttivo per la viscosità del legno: $1/(1+k_{def})$=0.625 viene applicato, come già noto, anche alla rigidezza della connessione:
K = K_{ser} = 4911 N/mm
Si ha:
γ_2 = 1
$\gamma_1 = [\ 1 + \pi^2 E_1 A_1 s_{eq} / (K l^2)\ ]^{-1}$ = 0.054
distanze tra i baricentri geometrici delle sezioni 1 e 2 e il baricentro globale della sezione composta con connessione deformabile:
$a_2 = a / [1 + (E_2 A_2) / (\gamma_1 E_1 A_1)]$ = 10 mm
$a_1 = a - a_2$ = 75 mm
rigidezza efficace del sistema:
$(EJ)_{eff} = \Sigma E_iJ_i + (\Sigma \gamma_i E_iA_i a_i^2)$ = 4.002608E+10 Nmm^2
Questa rigidezza efficace compete quindi allo stato limite di esercizio a tempo ∞, e si indica anche con il seguente simbolo:
$(EJ)_{eff,ser,t=\infty}$ = 4.002608E+10 Nmm^2
Efficienza della connessione:
$\eta = [(EJ)_{eff} - (EJ)_0] / [(EJ)_\infty - (EJ)_0]$ = 0.16

VERIFICA DELLA FRECCIA
La freccia a lungo termine assume la seguente espressione:
$\alpha\ (g_1 + g_2 + \psi_2 q_k) /(EJ)_{eff,ser,t=\infty} + \alpha\ (1- \psi_2)\ (q_k /(EJ)_{eff,ser,t=0})$

dove α = 1.10 * (5/384) * l^4

I singoli contributi di carico, utilizzati per la combinazione rara, sono i seguenti:
g_1 = 2.04*310 = 0.6324 kN/m (si osservi che l'unità di misura kN/m ha lo stesso ordine dell'unità N/mm, usata nell'espressione della freccia)
g_2 = 1.9*310 = 0.589 kN/m
q_k = 2*310 = 0.62 kN/m

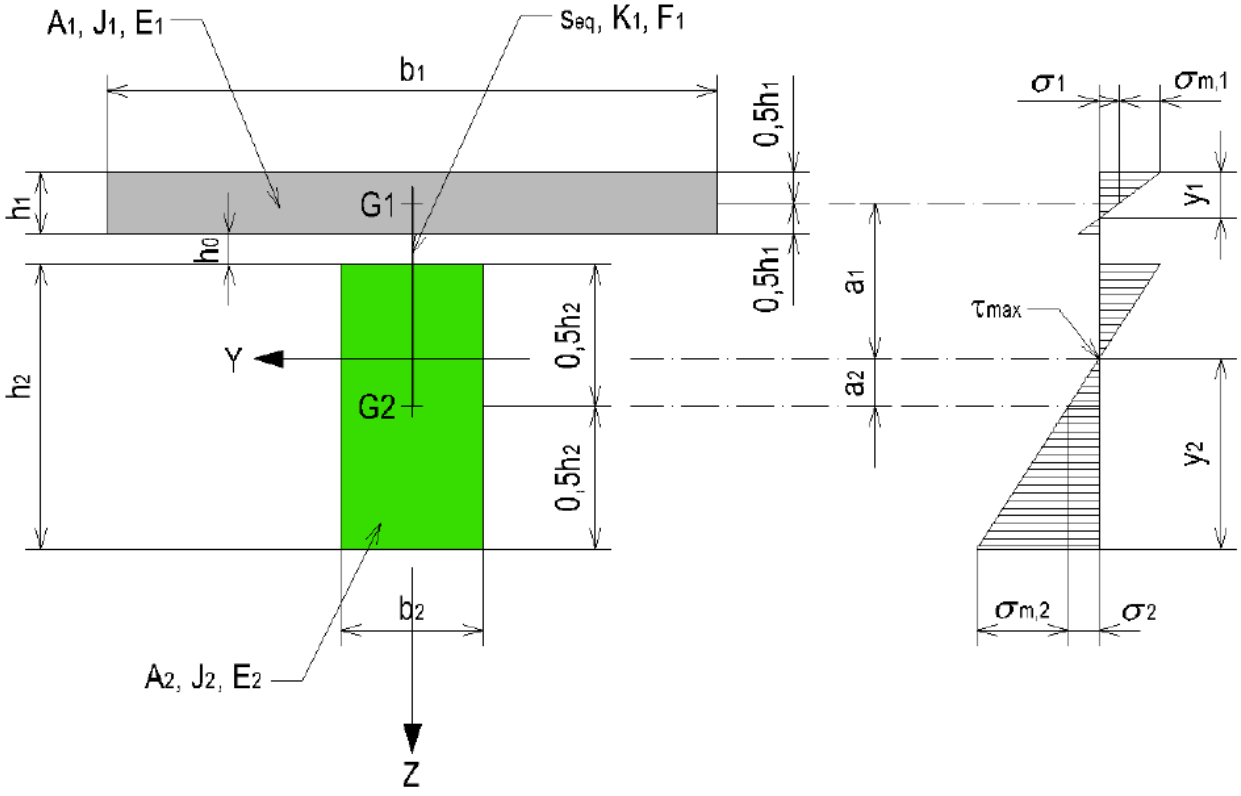
La freccia finale è dunque espressa dalle seguenti relazioni:
(i) freccia a lungo termine dovuta al carico quasi permanente:
$f_{G1,fin}$ = 1.10 * (5/384) g_1 * l^4 / $(EJ)_{eff,ser,t=\infty}$ = 1.10 * (5/384) * 0.6324 * 1420^4 / (4.002608E+10) =
= 0.92 mm
$f_{G2,fin}$ = 1.10 * (5/384) g_2 * l^4 / $(EJ)_{eff,ser,t=\infty}$ = 1.10 * (5/384) * 0.589 * 1420^4 / (4.002608E+10) =
= 0.86 mm
$f_{Q,fin}$ = 1.10 * (5/384) * l^4 * ψ_2 q_k /$(EJ)_{eff,ser,t=\infty}$ = 1.10 * (5/384) * 1420^4 * 0.3*0.62 / (4.002608E+10) =
= 0.27 mm

(ii) freccia istantanea dovuta alla quota 'non quasi permanente' del carico variabile:
$f_{Q,ist}$ = 1.10 * (5/384) * l^4 * (1- ψ_2) q_k /$(EJ)_{eff,ser,t=0}$ = 1.10 * (5/384) * 1420^4 * 0.7*0.62 / (9.369793E+10)] =
= 0.27 mm

Risulta pertanto, essendo l=1420 mm:
f_{fin} = 0.92+0.86+0.27+0.27 = 2.32 mm = (1/613) l < (1/200) l = 7.1 mm
$\Rightarrow$ **η_{38} =** 7.1/2.32 = **3.064**
[η_{38}: trave, t=∞, freccia]

VERIFICA CON SOFTWARE AUTOREDATTO

A validazione del calcolo precedentemente effettuato si allega una ulteriore verifica con foglio di calcolo autoredatto:



CARATTERISTICHE GEOMETRICHE

b2	6 cm	base trave

h2	6	cm	altezza trave
A2	3600	mmq	Area legno
J2	1080000	mm^4	Mom inerzia legno
b1	31	cm	
h1	5	cm	spess soletta
A1	15500	mmq	Area cls
J1	3229167	mm^4	Momento inerzia cls
H	14	cm	altezza totale solaio
h0	3	cm	
L	140	cm	Luce trave
i	31	cm	interasse travi
d	8	mm	diam. Connettori
df	10	mm	diam. Foro connettori
smin	15	cm	Interasse min connettori
smax	30	cm	interasse max connettori
s_{eq}	18.8	cm	passo equivalente dei connettori utilizzabile se smax<4smin 8.18 DT 206
Lc	3	cm	infissione connet. nella soletta >=2.5fi - 7.12.2 DT 206
Lw	4.8	cm	infissione Connett. Trave >=6fi consigl 8-10fi

LIMITI DI DEFORMABILITA' DI PROGETTO

$f_{lim,in}$	4.7	mm	L/300
$f_{lim,fin}$	5.6	mm	L/250

CARATTERISTICHE DEI MATERIALI

LEGNO	PIOPPO			tab. 18-3 EN11035 DT 206 - D30
Classe		1		Classe di servizio della struttura
$f_{m,k}$		26	N/mmq	Resistenza caratteristica a flessione
$f_{t,0,k}$		16	N/mmq	Resistenza caratteristica a trazione parallela
$f_{t,90,k}$		0.4	N/mmq	Resistenza caratteristica a trazione perpendicolare
$f_{C,0,k}$		22.00	N/mmq	Resistenza caratteristica a compressione parallela
$f_{C,90,k}$		3.2	N/mmq	Resistenza caratteristica a compressione perpendicolare
$f_{V,k}$		2.7	N/mmq	Resistenza caratteristica a taglio
$E_{0,m}$		8000	N/mmq	Modulo elastico parallelo medio
$E_{0,0.5}$		6700	N/mmq	Modulo elastico parallelo caratteristico
Gm		5300	N/mmq	Modulo elastico tangenziale medio
ρ_k		420	Kg/mc	Massa volumica caratteristica
k_h		1.20		coeff per f_{mk} e $f_{t,0,k}$
k_{def}		0.6		
k_{mod}		0.6		per permanenti tab. 4.4.IV NTC
k_{mod}		0.8		per variabili di media durata 4.4.IV NTC

CALCESTRUZZO

Classe espos	XC1	Classe esposizione ambientale
Classe res	C20/25	

Calcestruzzo alleggerito	1		
rapp max a/c	0.6		
min cemento	300	Kg/mc	contenuto minimo di cemento
Dmax	15	mm	diametro massimo dell'aggregato
Consistenza	S4		Classe di consistenza al getto UNI EN 12350-2
Cl	0.4		Classe di contenuti in cloruri
Cont in aria	1.5+-5%		Contenuto in aria
c_{min}	15	mm	Copriferro minimo
Δc_{dev}	10	mm	Tolleranza di esecuzione copriferro
c_{nom}	25		
Rck	25	N/mmq	
f_{ck}	20.75	N/mmq	
f_{cm}	28.75		
f_{ctm}	2.3	N/mmq	
$f_{ctk,0.05}$	1.6	N/mmq	
E_{cm}	15100	N/mmq	
ρ_c	1400	Kg/mc	peso specifico cls
$\varphi(\infty,t_0)$	2.3		coefficiente di viscosità tab 11.2VI NTC

CONNETTORI

$f_{y\ nom}$	450	N/mmq
$f_{t\ nom}$ ($f_{u,k}$)	540	N/mmq

CARICHI

G_{1k}	0.8	KN/mq	peso proprio travetti e soletta
G_{2k}	1.9	KN/mq	peso proprio pianelle, sottofondo, pavimento e controsoffitto
Qk	3.0	KN/mq	Variabili cat. C1, scuole

COEFFICIENTI DI COMBINAZIONE DEI CARICHI

Verifiche SLU

γ_{G1}	1.3	Permanenti strutturali
γ_{G2}	1.5	Permanenti non strutturali
γ_Q	1.5	Carichi variabili

Verifiche SLE

γ_{G1}	1	Permanenti strutturali
γ_{G2}	1	Permanenti non strutturali
γ_Q	1	Carichi variabili
ψ_2	0	Carichi variabili combinazione quasi permanente

RESISTENZE DI CALCOLO DEI MATERIALI

LEGNO

$X_d=k_{mod}(X_k/\gamma_w)$			Valore di calcolo di una proprietà del legno
FC	1.35		fattore di confidenza
Per Kmod=	**0.8**		
$f_{m,d}$	12.34	N/mm q	
$f_{t,0,d}$	7.59	N/mm q	
$f_{t,90,d}$			
$f_{C,0,d}$	8.69	N/mm q	
$f_{C,90,d}$	1.26	N/mm q	
$f_{V,d}$	1.07	N/mm q	
Per Kmod=	**0.6**		
$f_{m,d}$	9.25	N/mm q	
$f_{t,0,d}$	5.69	N/mm q	
$f_{t,90,d}$	0.12	N/mm q	
$f_{C,0,d}$	6.52	N/mm q	
$f_{C,90,d}$	0.95	N/mm q	
$f_{V,d}$	0.80	N/mm q	

CALCESTRUZZO

	11.7583333	N/mm
f_{cd}	3	q
		N/mm
f_{ctd}	1.06	q

CAPACITA' PORTANTE DEI CONNETTORI

NEL NOSTRO CASO SI FA RIFERIMENTO AL CASO Kmod=0.90 CON CARICHI PERMANETI E VARIABILI PERCHE' PIU' GRAVOSA

Valore di progetto della capacità portante del singolo connettore pari al minimo fra i seguenti valori

$$F_{v,Rk} = \begin{cases} f_{h,k} \cdot L_w \cdot d \\ f_{h,k} \cdot L_w \cdot d \cdot \left[\sqrt{2 + \dfrac{4 \cdot M_{y,Rk}}{f_{h,k} \cdot d \cdot L_w^2}} - 1 \right] \\ 2{,}3 \cdot \sqrt{M_{y,Rk} \cdot f_{h,k} \cdot d} \end{cases}$$

=

V_u	10680	N	Valore della terza forrmula precedente nel caso i connettori siano di diam> di 8mm (Strutture miste - N. Scibilia (5) pag. 260)
ζ_b	0.78		7.8.5.1.1 DT 206
$M_{y,Rk}$	36103	Nmm	Valore caratteristico del mom di snervamento del connnettore 7.30 DT 206
$f_{h,k}=f_{h,\alpha,k}=f_{h,0,k}$	31.7	N/mm q	valore caratteristico della res a rifollamento del legno con preforo
$F_{v,Rk}$	6072	N	Capacità portante caratteristica connettore
$F_{v,Rd}$	3239	N	Capacità portante di progetto connettore

RIGIDEZZA DEI CONNETTORI

K_{ser}	6886	N/mm	modulo di scorrimento istantaneo allo stato limite di esercizio 7.14 DT 206
K_u	4591	N/mm	modulo di scorrimento istantaneo allo stato limite ultimo 7.14 DT 206

CARICHI PER LE VERIFICHE

Per lo SLU

q_{sd}	2.58	KN/m	Carico sulla trave
V_{sd}	1.80	KN	Taglio max
M_{sd}	0.63	KNm	Momento max

Per lo SLE

Combinazione rara

q_{sd}	1.75	KN/m	Carico sulla trave
q_{2sd}	0.93	KN/m	Carico solo variabile sulla trave
V_{sd}	1.23	KN	Taglio max
M_{sd}	0.43	KNm	Momento max

Combinazione quasi permanente

q_{sd}	0.82	KN/m	Carico sulla trave
V_{sd}	0.58	KN	Taglio max
M_{sd}	0.20	KNm	Momento max

VERIFICHE TRAVI PRINCIPALI

Appendice B Eurocodice 5

Verifica allo SLU t=0

γ_2	1	
γ_1	0.020	
a_2	12.1	mm
a_1	72.9	mm
y_2	42.1	mm
$(EJ)_{ef}$	86931341551	Nmmq

VERIFICHE CALCESTRUZZO

σ_1	0.16	N/mmq

$\sigma_{m,1}$	2.74	N/mmq		
$\sigma_{1,c}$	2.91	N/mmq	<fcd=	11.758333
$\sigma_{1,t}$	-2.58	N/mmq	<fctd=	1.06

VERIFICHE LEGNO

σ_2	0.70	N/mmq		
$\sigma_{m,2}$	1.74	N/mmq		
$\sigma_2/f_{t,0,d}+\sigma_{m,2}/f_{m,d}$	0.23	N/mmq	<1	
$\tau_{max,2}$	0.15	N/mmq	<fvd=	1.07

VERIFICA CONNETTORI

F_1	1352	N	< Fvrd=	3239

Verifica allo SLE t=0

γ_2	1	
γ_1	0.030	
a_2	16.8	mm
a_1	68.2	mm
y_2	46.8	mm
$(EJ)_{ef,ser}$	98427058221	Nmmq

VERIFICA CLS COMB RARA

σ_1	0.14	N/mmq		
$\sigma_{m,1}$	1.65	N/mmq		
$\sigma_{1,c}$	1.78	N/mmq	<0.60fck=	12.45

VERIFICA CLS COMB QUASI PERMANENTE

σ_1	0.06	N/mmq		
$\sigma_{m,1}$	0.77	N/mmq		
$\sigma_{1,c}$	0.84	N/mmq	<0.45fck=	9.3375

VERIFICA DI DEFORMABILITA'

α	0.003			
u_{in}	0.9	mm	< flim,in=	4.7

Verifica allo SLU
t=∞

$K_{ser,fin}$	4304	N/mm
$K_{u,fin}$	2550	N/mm
$E_{0,m,fin}$	5000	N/mmq
$G_{m,fin}$	3313	N/mmq
$E_{cm,fin}$	4638	N/mmq

γ_2	1			
γ_1	0.036			
a_2	10.7	mm		
a_1	74.3	mm		
y_2	40.7	mm		
$(EJ)_{ef,fin}$	36808431276	Nmmq		

VERIFICHE CALCESTRUZZO

σ_1	0.21	N/mmq		
$\sigma_{m,1}$	1.99	N/mmq		
$\sigma_{1,c}$	2.20	N/mmq	<fcd=	11.758333
$\sigma_{1,t}$	-1.78	N/mmq	<fctd=	1.06

VERIFICHE LEGNO

σ_2	0.92	N/mmq		
$\sigma_{m,2}$	2.57	N/mmq		
$\sigma_2/f_{t,0,d}+\sigma_{m,2}/f_{m,d}$	0.33	N/mmq	<1	
$\tau_{max,2}$	0.20	N/mmq	<fvd=	1.07

Verifica allo SLE
t=∞

γ_2	1			
γ_1	0.060			
a_2	16.3	mm		
a_1	68.7	mm		
y_2	46.3	mm		
$(EJ)_{ef,ser,fin}$	45388880879	Nmmq		

VERIFICA CLS COMB RARA

σ_1	0.18	N/mmq		
$\sigma_{m,1}$	1.10	N/mmq		
$\sigma_{1,c}$	1.28	N/mmq	<0.60fck=	12.45

VERIFICA CLS COMB QUASI PERMANENTE

σ_1	0.08	N/mmq		
$\sigma_{m,1}$	0.51	N/mmq		
$\sigma_{1,c}$	0.60	N/mmq	<0.45fck=	9.34

VERIFICA DI DEFORMABILITA'

α	0.003			
u_{fin}	0.9	mm	< flim,fin=	5.6

PIANO DI MANUTENZIONE

SOMMARIO

PIANO DI MANUTENZIONE 64
MANUALE D'USO 66
Strutture di elevazione 66
TRAVI IN ACCIAIO 66
TRAVI IN LEGNO 66
Strutture secondarie 66
SOLAI IN LATERO-CEMENTO 66
SOLETTE IN C.A. 66
MANUALE DI MANUTENZIONE 68
Strutture di elevazione 68
TRAVI IN ACCIAIO 68
TRAVI IN LEGNO 69
Strutture secondarie 71
SOLAI IN LATERO-CEMENTO 71
SOLETTE IN C.A. 73
PROGRAMMA DI MANUTENZIONE 75
Sottoprogramma delle prestazioni 75
STRUTTURE DI ELEVAZIONE 75
STRUTTURE SECONDARIE 75
Sottoprogramma dei controlli 75
STRUTTURE DI ELEVAZIONE 75
STRUTTURE SECONDARIE 76
Sottoprogramma degli interventi di manutenzione 77
STRUTTURE DI ELEVAZIONE 77
STRUTTURE SECONDARIE 81

Il piano di manutenzione è il documento complementare al progetto esecutivo che prevede, pianifica e programma, tenendo conto degli elaborati progettuali esecutivi effettivamente realizzati, l'attività di manutenzione dell'intervento al fine di mantenerne nel tempo la funzionalità, le caratteristiche di qualità, l'efficienza ed il valore economico. Esso è composto dal manuale d'uso, dal manuale di manutenzione e dal programma di manutenzione. Riferimenti normativi: Regolamento di attuazione (DPR 554/99) art.40, legge quadro in materia di lavori pubblici (L.N. 109/94), Norme Tecniche per le Costruzioni (D.M. 14 Gennaio 2008 e Circolare Esplicativa n° 617, 2 Febbraio 2009).

MANUALE D'USO

STRUTTURE DI ELEVAZIONE

Travi in acciaio

Descrizione: Strutture orizzontali o inclinate in acciaio, costituite generalmente da profilati metallici presagomati o ottenuti per composizione saldata, aventi la funzione di trasferire i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le travi in acciaio sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Travi in legno

Descrizione: Strutture orizzontali o inclinate, costituite generalmente da elementi in legno massiccio o composti in legno lamellare, che trasferiscono i carichi dei piani della sovrastruttura agli elementi strutturali verticali.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le travi in legno sono elementi strutturali portanti che, una volta avvenuta la connessione tra i componenti dei vari collegamenti, sono progettati per resistere a fenomeni di pressoflessione, taglio e torsione nei confronti dei carichi trasmessi dalle varie parti della struttura e che assumono una configurazione deformata dipendente anche dalle condizioni di vincolo presenti alle loro estremità.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

STRUTTURE SECONDARIE

Solai in latero-cemento

Descrizione: Strutture piane portanti, orizzontali o inclinate, aventi la funzione di realizzare i piani di calpestio e i piani di copertura delle strutture, trasferendone i carichi agli elementi strutturali orizzontali (travi). I solai in latero-cemento sono costituiti da file di pignatte o tavelle in laterizio che si alternano a nervature (travetti), integrate da una soletta superiore in cemento armato; la funzione resistente è affidata al binomio soletta-travetti, mentre gli elementi in laterizio hanno la funzione di riempimento/alleggerimento e, di conseguenza, vi è un comportamento resistente prevalentemente monodirezionale.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: I solai in latero-cemento sono elementi strutturali progettati per resistere a fenomeni di flessione e taglio nei confronti dei carichi di progetto ad essi applicati, mantenendo livelli accettabili di deformazione.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Solette in c.a.

Descrizione: Strutture piane portanti in cemento armato, orizzontali o inclinate, aventi la funzione di realizzare i piani di calpestio e i piani di copertura delle strutture e che trasmettono i carichi di piano agli elementi strutturali orizzontali (travi).

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Modalità d'uso: Le solette in cemento armato sono elementi strutturali progettati per resistere a fenomeni di flessione e taglio nei confronti dei carichi di progetto ad essi applicati, mantenendo livelli accettabili di deformazione.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

MANUALE DI MANUTENZIONE

STRUTTURE DI ELEVAZIONE

Travi in acciaio

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Anomalie riscontrabili

Bolle o screpolature

Descrizione: Presenza di bolle o screpolature dello strato protettivo superficiale con pericolo di corrosione e formazione di ruggine.

Cause: Azione degli agenti atmosferici e fattori ambientali; urti o minime sollecitazioni meccaniche esterne; perdita di adesione dello strato protettivo.

Effetto: Esposizione dell'elemento metallico agli agenti corrosivi e alla formazione di ruggine.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione o presenza di ruggine

Descrizione: Presenza di zone corrose dalla ruggine, estese o localizzate anche in corrispondenza dei giunti e degli elementi di giunzione.

Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.

Effetto: Riduzione degli spessori delle varie parti dell'elemento; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine, passivanti, vernici, prodotti e/o trattamenti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deformazioni o distorsioni

Descrizione: Presenza di evidenti ed eccessive variazioni geometriche e di forma dell'elemento strutturale e/o di locali distorsioni delle lamiere di metallo che costituiscono l'elemento stesso.

Cause: Le eccessive deformazioni e distorsioni si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Nuovi componenti, elementi di rinforzo, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Imbozzamenti locali

Descrizione: Fenomeno d'instabilità locale che si può presentare nelle lamiere metalliche costituenti un elemento strutturale in acciaio, le quali si instabilizzano fuori dal piano piegandosi e corrugandosi.

Cause: Carichi concentrati; cambiamento delle condizioni di carico.

Effetto: Perdita di stabilità e di portanza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, irrigidimenti, nuovi componenti, attrezzature per saldature in opera.

Esecutore: Ditta specializzata

Serraggio elementi giuntati

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni tra elementi in acciaio.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Perdita della protezione e/o dei rivestimenti ignifughi.

Cause: Agenti atmosferici e fattori ambientali esterni; ammaloramenti dei rivestimenti; minime sollecitazioni meccaniche esterne.

Effetto: Perdita della protezione nei confronti delle elevate temperature che portano deformazioni notevoli e quindi il possibile collasso degli elementi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti ignifughi, attrezzature manuali, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Travi in legno

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Anomalie riscontrabili

Attacco biologico

Descrizione: Attacco di funghi, muffe e carie (di tipo bruna o bianca), con relativa formazione di macchie, depositi o putrefazione sugli strati superficiali del legno visibili anche con alterazioni cromatiche; degrado delle parti in legno, dovuto ad insetti xilofagi, che si può manifestare con la formazione di alveoli o piccole cavità.

Cause: Esposizione prolungata all'azione diretta degli agenti atmosferici e a fattori ambientali esterni; infiltrazioni di acqua e/o umidità in microfessure o cavità presenti sulla superficie dell'elemento; attacco fungino dovuto al distacco e alla perdita della vernice protettiva; scarsa ventilazione.

Effetto: Putrefazione e disgregazione del legno che nel caso di carie bruna diventa friabile e inconsistente, mentre nel caso di carie bianca il materiale mantiene la sua struttura fibrosa ma perde peso, diventa molle e si spezza facilmente senza però essere friabile; diminuzione della sezione resistente.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Trattamenti specifici, attrezzature manuali e speciali, vernici, sostanze fungicide, antitarlo e/o antimuffa.

Esecutore: Ditta specializzata

Corrosione dei collegamenti metallici

Descrizione: Presenza di zone corrose dalla ruggine estese o localizzate in corrispondenza degli elementi metallici delle giunzioni.

Cause: Perdita degli strati protettivi e/o passivanti; esposizione agli agenti atmosferici e fattori ambientali; presenza di agenti chimici.

Effetto: Riduzione degli spessori delle varie parti delle giunzioni; perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Prodotti antiruggine e/o passivanti, vernici, prodotti specifici per la rimozione della ruggine, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deformazioni eccessive

Descrizione: Presenza di evidenti ed eccessive deformazioni geometriche e/o morfologiche dell'elemento strutturale.

Cause: Mutamenti di carico e/o eccessivi carichi permanenti; eventuali modifiche dell'assetto geometrico della struttura.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Nuovi elementi, componenti di rinforzo, attrezzature speciali, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deterioramento

Descrizione: Deterioramento e degrado dell'elemento strutturale in legno con la formazione di microfessure, screpolature, sfogliamenti e distacchi di materiale.

Cause: Esposizione agli agenti atmosferici; invecchiamento; minime sollecitazioni meccaniche esterne; cause esterne.

Effetto: Esposizione agli agenti atmosferici e/o biologici; riduzione, nel tempo, delle sezioni resistenti con conseguente perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Applicazione di prodotti protettivi impregnanti, trattamenti specifici, resine, vernici, attrezzature manuali.

Esecutore: Ditta specializzata

Lesioni

Descrizione: Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, nuovi elementi, rinforzi, sottofondazioni locali, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Seraggio giunzioni

Descrizione: Perdita della forza di serraggio nei bulloni costituenti le giunzioni metalliche tra elementi strutturali in legno.

Cause: Non corretta messa in opera degli elementi giuntati; cambiamento delle condizioni di carico; cause esterne.

Effetto: Perdita di resistenza della giunzione e quindi perdita di stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, attrezzature speciali, chiave dinamometrica.

Esecutore: Ditta specializzata

Umidità

Descrizione: Presenza di chiazze o zone di umidità sull'elemento, dovute all'assorbimento di acqua.

Cause: Presenza di microfratture, screpolature o cavità sulla superficie dell'elemento in legno; esposizione prolungata all'azione diretta degli agenti atmosferici e a fattori ambientali esterni.

Effetto: Variazione di volume dell'elemento e conseguente disgregazione con perdita di resistenza e stabilità.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, vernici, prodotti idrorepellenti, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

STRUTTURE SECONDARIE

Solai in latero-cemento

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Anomalie riscontrabili

Deformazioni

Descrizione: Variazioni geometriche e/o morfologiche degli elementi strutturali, che si possono manifestare con avvallamenti e pendenze anomale compromettendone la planarità.

Cause: Mutamenti di carico e/o eccessivi carichi permanenti; eventuali modifiche dell'assetto geometrico della struttura; variazioni termiche.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale con possibili collassi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, sostituzione elementi, attrezzature speciali e manuali, prodotti per il consolidamento, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Degrado-distacchi

Descrizione: Deterioramento e degrado delle superfici esterne di finitura dell'elemento strutturale con la possibile formazione di scheggiature, sgretolamenti, danneggiamento delle sigillature e anche con distacchi di materiale e/o dell'eventuale strato di intonaco presente.

Cause: Ammaloramenti; usura; minime sollecitazioni meccaniche esterne; fattori ambientali; infiltrazioni d'acqua.

Effetto: Degradazione e decadimento dell'aspetto e delle finiture esterne dell'elemento strutturale tali da poterne pregiudicare l'uso.

Valutazione: Lieve

Risorse necessarie: Nuovi rivestimenti, malte, attrezzature manuali, prodotti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Esposizione ferri d'armatura

Descrizione: Distacchi o erosioni di parte dei ricoprimenti di calcestruzzo con esposizione dei ferri di armatura.

Cause: Variazioni di temperatura; penetrazione di acqua; carbonatazione del ricoprimento di calcestruzzo; cause esterne.

Effetto: Esposizione dei ferri di armatura a fenomeni di corrosione per l'azione degli agenti atmosferici; ampliamento delle erosioni fino alla creazione di lesioni con perdita di resistenza nell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Lesioni-dissesti

Descrizione: Aperture o lesioni individuabili per eccesso di fessurazioni fra i laterizi ed i travetti, che possono anche essere ortogonali o diagonali rispetto ai giunti ed interessare una parte o l'intero spessore della struttura.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, componenti di rinforzo, nuovi elementi, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Umidità

Descrizione: Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua, in particolare in corrispondenza dei giunti e dei ponti termici.

Cause: Presenza di fessure, screpolature o cavità sulle superfici dell'elemento; esposizione prolungata all'azione diretta degli agenti atmosferici, dell'umidità o dell'acqua stessa.

Effetto: Degrado e decadimento dell'elemento strutturale e/o dei suoi componenti e conseguente disgregazione con perdita di resistenza e stabilità.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, malte, vernici, prodotti idrorepellenti, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Solette in c.a.

Collocazione: Vedasi le tavole architettoniche e/o strutturali relative al progetto.

Rappresentazione grafica: Vedi disegni esecutivi allegati.

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Anomalie riscontrabili

Corrosione

Descrizione: Degradazione che implica l'evolversi di processi chimici che portano alla corrosione delle armature in acciaio per carbonatazione del ricoprimento di calcestruzzo o per cloruri, visibile con distacchi del copriferro, lesioni e striature di ruggine.

Cause: Fattori esterni ambientali o climatici; errata realizzazione dell'elemento strutturale e dei getti di calcestruzzo; manutenzione carente; cause accidentali.

Effetto: Riduzione della stabilità dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine, vernici, malte e trattamenti specifici, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Deformazioni

Descrizione: Variazioni geometriche e/o morfologiche dell'elemento strutturale, che si possono manifestare con avvallamenti e pendenze anomale compromettendone la planarità.

Cause: Mutamenti di carico e/o eccessivi carichi permanenti; eventuali modifiche dell'assetto geometrico della struttura; sbalzi termici.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale con possibili collassi strutturali.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Elementi di rinforzo, sostituzione elementi, attrezzature speciali e manuali, prodotti per il consolidamento, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Degrado-distacchi

Descrizione: Deterioramento e degrado delle superfici esterne di finitura dell'elemento strutturale con la possibile formazione di scheggiature, sgretolamenti, danneggiamento delle sigillature e anche con distacchi di materiale e/o dell'eventuale strato di intonaco presente.

Cause: Ammaloramenti; usura; minime sollecitazioni meccaniche esterne; fattori ambientali; infiltrazioni d'acqua.

Effetto: Degradazione e decadimento dell'aspetto e delle finiture esterne dell'elemento strutturale tali da poterne pregiudicare l'uso.

Valutazione: Lieve

Risorse necessarie: Nuovi rivestimenti, malte, attrezzature manuali, prodotti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

Fessurazioni

Descrizione: Degrado superficiale che si manifesta con la comparsa di fessure e crepe sulla superficie dell'elemento strutturale.

Cause: Ritiro; cedimenti strutturali; mutamenti di carico e/o temperatura; eccessive deformazioni.

Effetto: Esposizione delle armature agli agenti corrosivi; ampliamento delle fessurazioni stesse con ramificazioni più o meno profonde.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, georesine, malte, macchine di pompaggio a controllo, trattamenti specifici, opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Lesioni

Descrizione: Rotture che si manifestano con l'interruzione del tessuto strutturale dell'elemento, le cui caratteristiche e andamento ne definiscono l'importanza e il tipo.

Cause: Le lesioni e le rotture si manifestano quando lo sforzo a cui è sottoposto l'elemento strutturale supera la resistenza corrispondente del materiale.

Effetto: Perdita della stabilità e della resistenza dell'elemento strutturale.

Valutazione: Grave

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, resine bicomponenti, malte, rinforzi, opere provvisionali, elementi di sostegno.

Esecutore: Ditta specializzata

Umidità

Descrizione: Comparsa di macchie di umidità dovute all'assorbimento di acqua, in particolare in corrispondenza dei giunti e dei ponti termici.

Cause: Presenza di fessure, screpolature o cavità sulle superfici dell'elemento; esposizione prolungata all'azione diretta degli agenti atmosferici, dell'umidità o dell'acqua stessa.

Effetto: Degrado e decadimento dell'elemento strutturale e/o dei suoi componenti e conseguente disgregazione con perdita di resistenza e stabilità.

Valutazione: Moderata

Risorse necessarie: Attrezzature manuali, malte, vernici, prodotti idrorepellenti, trattamenti specifici.

Esecutore: Ditta specializzata

PROGRAMMA DI MANUTENZIONE

SOTTOPROGRAMMA DELLE PRESTAZIONI

Strutture di elevazione

Travi in acciaio

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Ciclo di vita utile: 20

Travi in legno

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Strutture secondarie

Solai in latero-cemento

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Solette in c.a.

Livello minimo delle prestazioni: Tali elementi strutturali devono sviluppare resistenza e stabilità nei confronti dei carichi e delle sollecitazioni come previsti dal progetto e contrastare l'insorgenza di eventuali deformazioni e cedimenti. Le caratteristiche dei materiali non devono essere inferiori a quanto stabilito nel progetto strutturale.

Ciclo di vita utile: 50

SOTTOPROGRAMMA DEI CONTROLLI

Strutture di elevazione

Travi in acciaio

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo del livello di serraggio degli elementi costituenti le giunzioni. Verifica dell'integrità e della presenza di distorsioni e deformazioni eccessive nell'elemento strutturale, nonchè della perpendicolarità della struttura.

Modalità di controllo: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Esame dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale e dei suoi eventuali strati protettivi. Controllo della presenza di possibili corrosioni dell'acciaio e di locali imbozzamenti.

Modalità di controllo: A vista.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Utente

Travi in legno

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo della consistenza dell'elemento strutturale, della presenza di lesioni o distacchi di materiale. Controllo della compattezza interna del materiale per evidenziare eventuali attacchi da funghi o da insetti che si sviluppano sotto la superficie dell'elemento. Verifica dell'integrità e perpendicolarità della struttura e delle possibili zone di terreno direttamente interessate dalla stessa.

Modalità di controllo: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Controllo dell'aspetto, del degrado e dell'integrità delle superfici dell'elemento strutturale e dei giunti, controllo della presenza di eventuali macchie, di umidità, di attacco biologico, rigonfiamenti o di alterazioni cromatiche della superficie.

Modalità di controllo: A vista.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Utente

Strutture secondarie

Solai in latero-cemento

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni o distacchi di materiale. Verifica del livello deformativo, dell'integrità e orizzontalità dell'elemento strutturale.

Modalità di controllo: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Controllo dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale, dei suoi rivestimenti e finiture eterne, della presenza di eventuali corrosioni dell'acciaio, di locali distacchi o riduzioni di copriferro e di fessurazioni del calcestruzzo e dei rivestimenti.

Modalità di controllo: A vista.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Utente

Solette in c.a.

Controlli da effettuare

Controllo a cura di personale specializzato

Descrizione: Controllo della consistenza dell'elemento strutturale e dell'eventuale presenza di lesioni o distacchi di materiale. Verifica del livello deformativo, dell'integrità e orizzontalità dell'elemento strutturale.

Modalità di controllo: A vista e/o con l'ausilio di strumentazione idonea.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Ditta specializzata

Controllo a vista

Descrizione: Controllo dell'aspetto e del degrado dell'elemento strutturale, dei suoi rivestimenti e finiture eterne, della presenza di eventuali corrosioni dell'acciaio, di locali distacchi o riduzioni di copriferro e di fessurazioni del calcestruzzo e dei rivestimenti.

Modalità di controllo: A vista.

Periodicità: 1

Frequenza: Anni

Esecutore: Utente

SOTTOPROGRAMMA DEGLI INTERVENTI DI MANUTENZIONE

Strutture di elevazione

Travi in acciaio

Manutenzioni da effettuare

Applicazione prodotti protettivi

Descrizione: Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi e/o passivanti, previa pulizia delle superfici da trattare.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: Verifica ed eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento di rinforzo

Descrizione: Realizzazione di elementi di rinforzo con piastre e profili da aggiungere all'elemento strutturale indebolito anche attraverso l'applicazione di irrigidimenti longitudinali e/o trasversali per le lamiere imbozzate.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Pulizia delle superfici metalliche

Descrizione: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulla superficie dell'elemento strutturale, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elemento

Descrizione: Interventi di sostituzione dell'elemento o degli elementi eccessivamente deformati, danneggiati o usurati, considerando di sostituire anche i relativi collegamenti. Durante l'intervento si dovrà verificare e garantire

la stabilità globale della struttura o dei singoli elementi che la costituiscono anche attraverso l'uso di opere provvisionali.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Trattamenti ignifughi

Descrizione: Trattamenti di rimozione e rifacimento del manto protettivo ignifugo danneggiato o ammalorato presente sulla superficie dell'elemento strutturale di acciaio.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Travi in legno

Manutenzioni da effettuare

Applicazione trattamenti protettivi

Descrizione: Trattamenti protettivi della superficie lignea con prodotti antitarlo, fungicidi, antimuffa o anche prodotti di carattere ignifugo o idrorepellente. I trattamenti vanno eseguiti su superfici precedentemente pulite.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Controllo e riapplicazione serraggio

Descrizione: Verifica e eventualmente, riapplicazione delle forze di serraggio negli elementi giuntati o sostituzione dei componenti facenti parte della giunzione.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Interventi per corrosione giunti metallici

Descrizione: Spazzolature, sabbiature ed in generale opere ed interventi di rimozione della ruggine, della vernice in fase di distacco o di sostanze estranee eventualmente presenti sulle superfici dei componenti facenti parte delle giunzioni metalliche, da effettuarsi manualmente o con mezzi meccanici. Applicazione prodotti antiruggine con ripristino degli strati protettivi.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Pulizia delle superfici in legno

Descrizione: Pulizia e asportazione delle parti degradate e marcite della superficie dell'elemento di legno, attraverso pulizia meccanica, manuale o ad aria compressa in funzione del tipo e dell'entità del degrado.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Ricostruzione parti mancanti

Descrizione: Ripristino o ricostruzione di parti mancanti o degradate dell'elemento strutturale attraverso sistemi misti con utilizzo di armature metalliche e prodotti a base di resine o con elementi in vetroresina.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Ricostruzione testata trave

Descrizione: Rifacimento della testata di una trave danneggiata o fatiscente attraverso l'impiego di un getto di betoncino utilizzando apposite resine e armature metalliche opportunamente dimensionate.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Rinforzo elemento

Descrizione: Trattamenti di rinforzo e consolidamento localizzati o estesi da eseguirsi dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato e considerando che le lesioni, eventualmente presenti, siano stabilizzate o meno: - fissaggio di barre in acciaio in appositi incavi realizzati nelle zone lesionate, attraverso l'impiego di resine epossidiche o altri prodotti specifici; - placcaggio esterno delle zone lesionate con l'uso di lamiere in acciaio o altro materiale; - applicazione di prodotti consolidanti di vario tipo come resine epossidiche, acriliche, poliuretaniche, ecc..

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Sostituzione elementi giunzione

Descrizione: Sostituzione degli elementi danneggiati facenti parte di una giunzione (lamiere, dadi, bulloni, rosette) con elementi della stessa classe e tipo.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Strutture secondarie

Solai in latero-cemento

Manutenzioni da effettuare

Intervento per anomalie di corrosione

Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferri mancanti.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Manutenzione rivestimenti

Descrizione: Sostituzione o riparazione dei rivestimenti ammalorati con utilizzo di materiali ad elevata resistenza all'usura e/o antisdrucciolo. Rimozioni e rifacimenti degli strati di intonaco eventualmente presenti.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione resistente dell'elemento strutturale.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti. Tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato e considerando che la lesione sia stabilizzata o meno.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Ripristino configurazione statica

Descrizione: Interventi di consolidamento e di ripristino planarità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale deformato, anche mediante l'applicazione di elementi aggiuntivi di sostegno.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Solette in c.a.

Manutenzioni da effettuare

Intervento per anomalie di corrosione

Descrizione: Opere di rimozione delle parti ammalorate e della ruggine. Ripristino dell'armatura metallica corrosa con vernici anticorrosive, malte, trattamenti specifici o anche attraverso l'uso di idonei passivanti per la protezione delle armature. Opere di protezione e/o ricostruzione dei copriferri mancanti.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Intervento per anomalie di fessurazione

Descrizione: Opere di ripristino delle fessure e consolidamento dell'integrità del materiale tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o vernici.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Manutenzione rivestimenti

Descrizione: Sostituzione o riparazione dei rivestimenti ammalorati con utilizzo di materiali ad elevata resistenza all'usura e/o antisdrucciolo. Rimozioni e rifacimenti degli strati di intonaco eventualmente presenti.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Rinforzo elemento

Descrizione: Realizzazione di interventi di rinforzo strutturale dell'elemento mediante la realizzazione di gabbie di armature integrative con getto di malte a ritiro controllato o attraverso l'applicazione di nuovi componenti di rinforzo che aumentino la sezione resistente dell'elemento strutturale.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Riparazione e ripresa delle lesioni

Descrizione: Interventi di riparazione e di ripristino dell'integrità e della resistenza dell'elemento strutturale lesionato tramite l'utilizzo di resine, malte, cemento o altri prodotti specifici, indicati anche per la ricostruzione delle parti di calcestruzzo mancanti. Tali trattamenti saranno eseguiti dopo una approfondita valutazione delle cause del difetto accertato e considerando che la lesione sia stabilizzata o meno.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni

Ripristino configurazione statica

Descrizione: Interventi di consolidamento e di ripristino planarità e/o orizzontalità dell'elemento strutturale deformato, anche mediante l'applicazione di elementi aggiuntivi di sostegno.

Esecutore: Ditta specializzata

Requisiti: -

Periodo: 1

Frequenza: Anni