



PARMA

COMPLESSO MUSEALE PALAZZO DELLA PILOTTA
NUOVA CAFFETTERIA E BOOKSHOP NEI VOLTONI

Canali associati s.r.l.

C

RELAZIONE TECNICA

IMPIANTI MECCANICI
RELAZIONE TECNICA

INDICE

1.	CONSIDERAZIONI PRELIMINARI.....	2
1.1.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO	2
1.2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
1.3.	FONTI DI ENERGIA E FLUIDI TECNICI PRIMARI	4
1.4.	CONDIZIONI DI PROGETTO	4
1.4.1.	CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE ESTERNE	4
1.4.2.	CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE INTERNE	4
1.4.3.	VELOCITÀ DELL'ARIA IN AMBIENTE	4
1.4.4.	ALIMENTAZIONE ELETTRICA APPARECCHIATURE	5
1.4.5.	LIVELLI DI RUMOROSITÀ LIVELLI DI RIFERIMENTO	5
1.4.6.	PORTATE NOMINALI, PRESSIONI E DIMENSIONI DEGLI ATTACCHI DEGLI APPARECCHI SANITARI E DEI RUBINETTI DI EROGAZIONE	5
1.4.7.	TEMPERATURE E PRESSIONI NOMINALI ACQUA PER USI SANITARI	5
1.4.8.	UNITÀ DI SCARICO E DIMENSIONI ALLACCIAMENTI DELLE SINGOLE UTENZE	5
1.4.9.	PENDENZE TUBAZIONI	6
1.5.	PROGETTAZIONE E CALCOLO DELL'IMPIANTO	6
2.	DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI.....	7
2.1.	PREMESSA	7
2.2.	IMPIANTO DI ADDUZIONE E TRATTAMENTO ACQUA POTABILE FREDDA SANITARIA	7
2.3.	IMPIANTO SCARICO ACQUE NERE	7

1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

1.1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Oggetto della presente relazione tecnica è il progetto per la realizzazione degli impianti di adduzione idrica di acqua potabile e scarichi a servizio della caffetteria da realizzarsi a servizio del complesso monumentale della Pilotta a Parma

1.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per la progettazione, l'esecuzione, il collaudo e la gestione degli impianti sopra elencati è costituita dalla legislazione vigente, dalle Regole Tecniche emanate dagli uffici tecnici dello stato e della pubblica Amministrazione, dalle norme tecniche UNI, CTI, CEI applicabili, nonché dalle prescrizioni emanate da Enti autorizzati per campi specifici. Per quanto riguarda i componenti elettrici tutte le apparecchiature assemblate, singole e tutti i componenti degli impianti devono essere di qualità approvata e dotati di contrassegno CE e, ove applicabile, di marchio I.M.Q. o di equivalente contrassegno qualitativo se di produzione estera.

In particolare, ma non in senso limitativo, dovranno essere rispettate le seguenti norme:

<input type="checkbox"/>	Legge	n° 615	13/7/66	Provvedimenti contro l'inquinamento atmosferico (e relativi regolamenti di esecuzione e circolari di istruzione)
<input type="checkbox"/>	Legge	n° 186	1/3/68	Disposizioni concernenti la produzione di materiali, apparecchiature, macchinari, installazione ed impianti elettrici ed elettronici.
<input type="checkbox"/>	Legge	n° 1083	06/12/71	Norme per la sicurezza dell'impiego del gas combustibile.
<input type="checkbox"/>	DM		1/12/75	Norme di sicurezza per apparecchi contenenti liquidi caldi sotto pressione. (e relative specificazioni tecniche applicative)
<input type="checkbox"/>	Legge	n° 791	18/10/77	Attuazione della direttiva del consiglio delle Comunità europee (n. 73/23/CEE) relativa alle garanzie di sicurezza che devono possedere il materiale elettrico destinato ad essere utilizzato entro alcuni limiti di tensione
<input type="checkbox"/>	DM		24/11/84	Norme di sicurezza antincendio per il trasporto, la distribuzione, l'accumulo e l'utilizzazione del gas naturale con densità non superiore a 0,8.
<input type="checkbox"/>	DM	n° 95	22/04/85	Direttive sulle misure più urgenti ed essenziali di prevenzione incendi ai fini del rilascio del nullaosta provvisorio.
<input type="checkbox"/>	DPR	n° 203	24/5/88	Attuazione delle direttive CEE n° 88/779, 82/884, 84/360, 85/203 concernenti norme in materia di qualità dell'aria, relativamente a specifici agenti inquinanti, e di inquinamento prodotto dagli impianti industriali, ai sensi dell'art. 15 della Legge 16/07/1987, n°183
<input type="checkbox"/>	Legge	n° 13	9/01/89	(e relativi regolamenti di esecuzione) Disposizioni per favorire il supporto e l'eliminazione delle barriere architettoniche negli edifici privati (e relative circolari)
<input type="checkbox"/>	Legge	n° 37	21/01/08	Norme per la sicurezza degli impianti. (e relativi regolamenti di esecuzione e circolari di istruzione)
<input type="checkbox"/>	Legge	n° 10	09/01/91	Norme per l'attuazione del Piano Energetico Nazionale in materia di uso razionale dell'energia, di risparmio energetico e di sviluppo delle fonti rinnovabili di energia. (e relativi regolamenti e decreti di esecuzione)
<input type="checkbox"/>	DLG	n° 277	15/08/91	Attuazione delle direttive n. 80/1107/CEE, n. 832/605/CEE, n. 83/477/CEE, n. 86/188/CEE e n88/642/CEE, in materia di protezione dei lavoratori contro i rischi derivanti da esposizione ad agenti chimici, fisici e biologici durante il lavoro, a norma dell'art. 7 della legge 30 luglio 1900, n. 212.
<input type="checkbox"/>	DPR	n° 447	06/12/91	Regolamento di attuazione della legge 5 marzo 1990, n. 46, in materia di sicurezza degli impianti.
<input type="checkbox"/>	DLG	n° 475	04/12/92	Attuazione della direttiva 89/686/CEE del Consiglio del 21 dicembre 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative ai dispositivi di protezione individuale.
<input type="checkbox"/>	DLG	n° 476	04/12/92	Attuazione della direttiva 89/336/CEE del Consiglio del 3 maggio 1989, in materia di ravvicinamento delle legislazioni degli Stati membri relative alla compatibilità

<input type="checkbox"/>	DPR	n°	412	26/08/93	elettromagnetica, modificata dalla direttiva 92/31/CEE del Consiglio del 28 aprile 1992.
<input type="checkbox"/>	DM	n°	231/F	13/12/93	Regolamento recante norme per la progettazione, l'installazione, l'esercizio e la manutenzione degli impianti termici degli edifici ai fini del contenimento dei consumi di energia, in attuazione all'art. 4 comma 4 della legge n° 109-1-91.
<input type="checkbox"/>	DLG	n°	626	13/09/94	Approvazione dei modelli tipo per la compilazione della relazione tecnica di cui all'art. 28 della legge 9-1-1991, n. 10, attestante la rispondenza alle prescrizioni in materia di contenimento del consumo energetico degli edifici.
<input type="checkbox"/>	Legge	n°	109	11/04/94	Attuazione delle direttive 89/391/CEE, 89/654/CEE, 89/655/CEE, 89/656/CEE, 90/269/CEE, 90/270/CEE, 90/394/CEE e 90/679/CEE riguardanti il miglioramento della sicurezza e della salute dei lavoratori sul luogo di lavoro.
<input type="checkbox"/>	DLG	n°	157	17/03/95	Legge quadro in materia di lavori pubblici e successive modifiche ed integrazioni.
<input type="checkbox"/>	Legge	n°	447	26/10/95	Attuazione della direttiva 92/50/CEE in materia di appalti pubblici.
<input type="checkbox"/>	DM			12/4/96	Legge quadro sull'inquinamento acustico (e relativi decreti e regolamenti di esecuzione)
<input type="checkbox"/>	Direttiva	n°	89/396/CEE	06/09/96	Approvazione della regola tecnica di prevenzione incendi per la progettazione, la costruzione, l'installazione e l'esercizio dei depositi di G.P.L. in serbatoi fissi di capacità complessiva superiore a 5m3 e/o in recipienti mobili di capacità complessiva
<input type="checkbox"/>	Legge	n°	494	14/08/96	Direttiva per la protezione delle macchine.
<input type="checkbox"/>	DPR	n°	660	15/11/96	Attuazione della direttiva 92/57/CEE concernente le prescrizioni minime di sicurezza e di salute da attuare nei cantieri temporanei o mobili.
<input type="checkbox"/>	DPR	n°	661	15/11/96	Regolamento per l'attuazione della direttiva 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi gassosi.
<input type="checkbox"/>	DPR	n°	302	27/12/96	Regolamento per l'attuazione della direttiva 90/396/CEE, concernente gli apparecchi a gas.
<input type="checkbox"/>	DPR	n°	37	12/01/98	Regolamento per l'attuazione della direttiva CEE 92/42/CEE concernente i requisiti di rendimento delle nuove caldaie ad acqua calda, alimentate con combustibili liquidi o gassosi.
<input type="checkbox"/>	DM	n°	145	01/04/98	Regolamento recante disciplina dei procedimenti relativi alla prevenzione incendi, a norma dell'art. 20, comma 8, della legge 15 marzo 1997, n. 59.
<input type="checkbox"/>	DM			04/05/98	Regolamento recante il capitolato generale d'appalto dei lavori pubblici, ai sensi dell'art. 3, comma 5, della legge 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.
<input type="checkbox"/>	Direttiva	n°	89/106/CEE	21/12/98	Disposizioni relative alle modalità di prestazione ed al contenuto delle domande per l'avvio dei procedimenti di prevenzione incendi, nonché all'uniformità dei connessi servizi resi dai Comandi provinciali dei vigili del fuoco.
<input type="checkbox"/>	DL	n°	152	11/5/99	Ravvicinamento delle disposizioni legislative, regolamentari e amministrative degli Stati Membri concernenti i prodotti da costruzione.
<input type="checkbox"/>	DM	n°	551	21/12/99	Disposizioni sulla tutela delle acque dall'inquinamento e recepimento della direttiva 91/271/CEE concernente il trattamento delle acque reflue urbane e della direttiva 91/676/CEE relativa alla protezione delle acque dall'inquinamento provocato dai nitrati provenienti da fonti agricole
<input type="checkbox"/>	DPR	n°	554	21/12/99	Regolamento per la progettazione, installazione, esercizio e manutenzione degli impianti termici degli edifici per il contenimento dei consumi di energia.
<input type="checkbox"/>	DGLS	n°	93	25/2/00	Regolamento di attuazione della legge quadro in materia di lavori pubblici 11 febbraio 1994, n. 109, e successive modificazioni.
<input type="checkbox"/>	DM			7/2/01	Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione
<input type="checkbox"/>	DPR	n°	380	06/06/01	Attuazione della direttiva 97/23/CE in materia di attrezzature a pressione.
<input type="checkbox"/>	DPR	n°	462	22/10/01	Testo unico delle disposizioni legislative e regolamentari in materia edilizia.
<input type="checkbox"/>	Legge	n°	39	1/3/02	Nuove procedure per la denuncia degli impianti di protezione contro i fulmini, messa a terra e impianti elettrici pericolosi.
<input type="checkbox"/>	DGLS	n°	192	19/08/05	Disposizioni per l'adempimento di obblighi derivanti dall'appartenenza dell'Italia alle Comunità Europee – Legge comunitaria 2001
<input type="checkbox"/>	DGLS	n°	311	2/02/07	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia e sue successive modificazioni
<input type="checkbox"/>	DGLS	n°	81	09/04/2008	Attuazione della direttiva 2002/91/CE relativa al rendimento energetico nell'edilizia e sue successive modificazioni
<input type="checkbox"/>	DGR	n°	156/2008	04/03/2008	Attuazione dell'articolo 1 della legge 3 agosto 2007, n. 123, in materia di tutela della salute e della sicurezza nei luoghi di lavoro
<input type="checkbox"/>	DGR	n°	1362/2010	20/09/2010	Approvazione atto di indirizzo e coordinamento sui requisiti di rendimento energetico e sulle procedure di certificazione energetica degli edifici.
<input type="checkbox"/>	DGR	n°	1366/2011	26/09/2011	Modifica degli allegati di cui alla parte seconda della delibera di Assemblea legislativa n. 156/2008.
<input type="checkbox"/>	DGR	n°	967/2015	20/07/2015	Proposta di modifica della parte seconda della delibera di Assemblea legislativa n. 156/2008.
					Approvazione dell'atto di coordinamento tecnico regionale per la definizione dei requisiti minimi di prestazione energetica degli edifici (artt. 25 e 25-bis L.R. 26/2004 e s.m.)

Prescrizioni I.N.A.I.L. (ex I.S.P.E.S.L)

Norme U.N.I. (Unificazione Italiana) e CTI (Comitato Termotecnico Italiano)

Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano)

Prescrizioni e raccomandazioni di Vigili del Fuoco

Eventuali prescrizioni particolari emanate dalle Autorità locali.

Altre normative, aventi valore di legge, relative ai singoli componenti degli impianti, anche se non espressamente richiamate, saranno rigorosamente applicate.

- energia elettrica;
- acqua potabile;
- scarichi

1.4. CONDIZIONI DI PROGETTO

1.4.1. CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE ESTERNE

Località:	Parma
Provincia:	Parma
Gradi giorno:	2502
Zona climatica:	E
Categoria dell'edificio:	E.4 (2)

Condizioni esterne di riferimento:	INVERNO	-5°C	80% U.R.
	ESTATE	+31°C	50% U.R.

1.4.2. CONDIZIONI TERMOIGROMETRICHE INTERNE

TIPOLOGIA LOCALE	VALORI INVERNALI	VALORI ESTIVI
	T = +20°C / U.R. Non controllata	T = +26 °C / U.R. 50%

1.4.3. VELOCITÀ DELL'ARIA IN AMBIENTE

Pag. 4

1.4.4. ALIMENTAZIONE ELETTRICA APPARECCHIATURE

Utenze con potenza installata > 0,37 KW

Tensione: 400V
Frequenza: 50 Hz
Fasi: 3+N

Utenze con potenza installata < 0,37 KW

Tensione: 230V
Frequenza: 50 Hz
Fasi: 1+N

1.4.5. LIVELLI DI RUMOROSITÀ LIVELLI DI RIFERIMENTO

Limitazioni alla rumore di fondo degli impianti

Destinazione	NR (noise criteria)
Biblioteca	30-40
Uffici	30-40

Il dimensionamento degli impianti deve tenere conto di quanto stabilito dalla norma UNI 8199 "Collaudo acustico degli impianti di climatizzazione e ventilazione"

1.4.6. PORTATE NOMINALI, PRESSIONI E DIMENSIONI DEGLI ATTACCHI DEGLI APPARECCHI SANITARI E DEI RUBINETTI DI EROGAZIONE

Apparecchio	Portata	Pressione Minima	Diam. Alimentazione	Unità Di Carico	
	l/s	KPa	pollici	AF/AC	AF+AC
Lavabo	0,10	100	½"	1,5	2
Vaso con cassetta	0,10	50	½"	5	5

1.4.7. TEMPERATURE E PRESSIONI NOMINALI ACQUA PER USI SANITARI

- temperatura min. acqua fredda: +10 °C
- pressione di alimentazione 3 bar
- pressione di esercizio max 6 bar

1.4.8. UNITÀ DI SCARICO E DIMENSIONI ALLACCIAMENTI DELLE SINGOLE UTENZE

Apparecchio	Ø Scarico (mm)	Unità Di Scarico (US)
Lavabo	50	1
Vaso con cassetta	110	4

1.4.9. PENDENZE TUBAZIONI

- collettori di scarico acque nere 0,8%
- allacciamento apparecchi sanitari servizi 1,5 %.

1.5. PROGETTAZIONE E CALCOLO DELL'IMPIANTO

Per le caratteristiche delle singole apparecchiature installate e i risultati di calcolo si vedano:

- elaborato grafici di progetto
- capitolato prestazionale
- computo metrico

2. DESCRIZIONE DEGLI INTERVENTI

2.1. PREMESSA

Le opere oggetto della presente relazione sono:

- Sistema di adduzione acqua fredda potabile
- Sistema di scarico acque nere

2.2. IMPIANTO DI ADDUZIONE E TRATTAMENTO ACQUA POTABILE FREDDA SANITARIA

L'approvvigionamento idrico avverrà dalla rete esistente all'interno del cunicolo impianti al piano interrato.

Sulla rete in derivazione verrà installato un contatore divisionale per consentire la contabilizzazione del consumo idrico della caffetteria.

La tubazione correrà nel cunicolo interrato, fino al raggiungimento del locale dove sempre con percorso interrato raggiungerà il bancone del bar.

In derivazione dalla rete esistente l'acqua verrà filtrata.

2.3. IMPIANTO SCARICO ACQUE NERE

La rete di scarico acque nere è realizzata in tubo di polietilene ad alta densità marca GEBERIT, serie PE, le cui giunzioni avverranno tramite saldature di testa e/o manicotti elettrici, non sarà consentito l'uso di sistemi di giunzione diversi da quanto precedentemente indicato, se non per l'esecuzione degli eventuali giunti di scorrimento si rendano necessari, complete di curve, braghe, riduzioni, staffaggi (realizzati conformemente alle prescrizioni delle Norme Tecniche per le Costruzioni) e pezzi speciali.

IMPIANTI ELETTRICI
RELAZIONE TECNICA

INDICE

1.	CONSIDERAZIONI PRELIMINARI	2
1.1.	DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO	2
1.2.	NORMATIVE DI RIFERIMENTO	2
1.3.	FONTI DI ENERGIA	5
1.4.	CONDIZIONI DI PROGETTO	6
1.5.	PROGETTAZIONE E CALCOLO DELL'IMPIANTO	6
2.	DESCRIZIONE DELLE OPERE	7
2.1.	QUADRI ELETTRICI	7
2.2.	DISTRIBUZIONE ELETTRICA	8
2.3.	IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE	8
2.4.	ILLUMINAZIONE ESTERNA	9
2.5.	IMPIANTO PRESE	9
2.6.	CABLAGGIO STRUTTURATO	9

1. CONSIDERAZIONI PRELIMINARI

1.1. DESCRIZIONE GENERALE DELL'INTERVENTO

Oggetto della presente relazione tecnica è il progetto per la realizzazione degli impianti elettrici e speciali a servizio del della caffetteria da realizzarsi a servizio del complesso monumentale della Pilotta a Parma

1.2. NORMATIVE DI RIFERIMENTO

La normativa di riferimento per la progettazione, l'esecuzione, il collaudo e la gestione degli impianti sopra elencati è costituita dalla legislazione vigente, dalle Regole Tecniche emanate dagli uffici tecnici dello stato e della pubblica Amministrazione, dalle norme tecniche UNI, CTI, CEI applicabili, nonché dalle prescrizioni emanate da Enti autorizzati per campi specifici. Per quanto riguarda i componenti elettrici tutte le apparecchiature assemblate, singole e tutti i componenti degli impianti devono essere di qualità approvata e dotati di contrassegno CE e, ove applicabile, di marchio I.M.Q. o di equivalente contrassegno qualitativo se di produzione estera.

La stesura del progetto è stata effettuata tenendo come riferimento le prescrizioni del decreto n°37 del 22/01/2008 (Norme per la sicurezza degli impianti) e del "Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro" Dlgs n. 81 del 09/04/2008.

Le caratteristiche e la consistenza degli impianti elettrici, nonché dei loro componenti, devono essere corrispondenti alle Leggi e Norme CEI vigenti. Per cui, in osservanza a quanto previsto dalla Legge 1 Marzo 1968 - N° 186, pubblicata sulla G.U. N° 77 del 23 Marzo 1968, tutti gli impianti elettrici oggetto del presente relazione, devono essere realizzati in perfetto accordo con la Legge sopracitata.

In particolare gli impianti, in funzione del tipo d'uso e destinazione, devono essere conformi alle seguenti Norme, con relative varianti, appendici ed errata corrige, se applicabili:

- CEI EN 61439-1 (17/113): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 1: regole generali.
- CEI EN 61439-2 (17/114): Apparecchiature assiemate di protezione e di manovra per bassa tensione (quadri B.T.). Parte 2: quadri di potenza.
- CEI 23-51 (FASC. 7204- anno 2004): Prescrizioni per la realizzazione, le verifiche e le prove dei quadri di distribuzione per installazioni fisse per uso domestico e similare;
- CEI 31-27: Guida per l'esecuzione degli impianti elettrici nelle centrali termiche non inserite in un ciclo di produzione industriale.

- CEI 31-30: Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 10: Classificazione dei luoghi pericolosi.
- CEI 31-33: Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 14: Impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).
- CEI 31-34: Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Parte 17: Verifica e manutenzione degli impianti elettrici nei luoghi con pericolo di esplosione per la presenza di gas (diversi dalle miniere).
- CEI 31-35: Costruzioni elettriche per atmosfere esplosive per la presenza di gas. Guida alla classificazione dei luoghi pericolosi.
- CEI 64-8/1 (fasc. 8608 - anno 2007): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500 V in corrente continua. Parte 1: Oggetto, scopo e principi fondamentali.
- CEI 64-8/2 (fasc. 8609 - anno 2007): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 2: Definizioni.
- CEI 64-8/3 (fasc. 8610 - anno 2007): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000 V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 3: Caratteristiche generali.
- CEI 64-8/4 (fasc. 8611 - anno 2007): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 4: Prescrizioni per la sicurezza.
- CEI 64-8/5 (fasc. 8612 - anno 2007): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 5: Scelta ed installazione dei componenti elettrici.
- CEI 64-8/6 (fasc. 8613 - anno 2007): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 6: Verifica.
- CEI 64-8/7 (fasc. 8614 - anno 2007): Impianti elettrici utilizzatori a tensione nominale non superiore a 1000V in corrente alternata e a 1500V in corrente continua. Parte 7: Ambienti ed applicazioni particolari.
- CEI 64-12 (fasc. 3666 R – anno 1998): Guida per l'esecuzione dell'impianto di terra negli edifici per uso residenziale e terziario.
- CEI 64-14 (fasc. 2930 – anno 1996): Guida alle verifiche degli impianti elettrici utilizzatori.
- CEI EN 62305-1 (CEI 81-10/1) "Protezione contro i fulmini. Principi generali". La Parte 1 della Norma CEI EN 62305 indica i principi generali che sono alla base della protezione contro il fulmine di: strutture, inclusi gli impianti, il contenuto e le persone; servizi entranti

nella struttura. I seguenti casi non sono compresi nello scopo della presente Norma: sistemi ferroviari; veicoli, navi, aerei, installazioni in mare "offshore"; tubazioni sotterranee ad alta pressione; tubazioni, linee elettriche di potenza e di telecomunicazione non connesse alla struttura.

- CEI EN 62305-2 (CEI 81-10/2) "Protezione contro i fulmini. Valutazione del rischio". La Parte 2 della Norma CEI EN 62305 è applicabile alla valutazione del rischio dovuto a fulmini a terra in una struttura o in un servizio. Lo scopo di questa parte della Norma è di fornire la procedura per la determinazione di detto rischio. Una volta che sia stato stabilito un limite superiore per il rischio tollerabile, questa procedura permette la scelta di appropriate misure di protezione da adottare per ridurre il rischio al limite tollerabile o a valori inferiori.
- CEI EN 62305-3 (CEI 81-10/3) "Protezione contro i fulmini. Danno materiale alle strutture e pericolo per le persone". La Parte 3 della Norma CEI EN 62305 definisce i requisiti per la protezione di una struttura contro i danni materiali per mezzo di un impianto di protezione (LPS) e per la protezione contro i danni agli esseri viventi causati dalle tensioni di contatto e di passo in prossimità dell'LPS. Questa Norma fornisce le prescrizioni per: a) Il progetto, l'installazione, la verifica e la manutenzione di LPS per strutture, senza limitazioni in altezza; b) La messa in atto di misure di protezione contro i danni agli esseri viventi causati dalle tensioni di contatto.
- CEI EN 62305-4 (CEI 81-10/4) "Protezione contro i fulmini. Impianti elettrici ed elettronici interni alle strutture". La parte 4 della Norma CEI EN 62305 fornisce informazioni sul progetto, l'installazione, l'ispezione, la manutenzione e la verifica del sistema di misure di protezione contro il LEMP (LPMS) per gli impianti elettrici ed elettronici nelle strutture, al fine di ridurre il rischio di danni permanenti dovuti all'impulso elettromagnetico associato al fulmine
- CEI 103-1/1 (fasc. 5279 - anno 1999):Impianti telefonici interni. Parte 1: Generalità.
- CEI 103-1/2 (fasc. 3287 - anno 1997):Impianti telefonici interni. Parte 2: Dimensionamento degli impianti telefonici interni.
- CEI 306-6 (fasc. 6956 – anno 2003)Tecnologia dell'informazione – Sistemi di cablaggio elettrico. Parte 1: Requisiti generali uffici.
- UNI EN 12464-1 (anno 2002) Luce e illuminazione dei posti di lavoro – Parte 1: Posti di lavoro interni.
- UNI EN 1838 (anno 2000)Applicazioni dell'illuminotecnica - Illuminazione di emergenza.
- UNI 11222 (anno 2006) Luce e illuminazione -Impianti di illuminazione di sicurezza negli edifici - Procedure per la verifica periodica,la manutenzione, la revisione e il collaudo.
- Oltre ad essere rispondenti alle norme CEI, gli impianti elettrici, dovranno essere eseguiti secondo quanto previsto dalle seguenti leggi, decreti e circolari ministeriali:
 - o D.Lgs. del 9 Aprile 2008, n. 81 (Testo unico sulla sicurezza nei luoghi di lavoro).

- Legge del 18 ottobre 1977 n. 791 (garanzia di sicurezza che deve avere il materiale elettrico per tensioni di utilizzo al di sotto di 1000V);
 - Legge del 28 marzo 1991 n.109 (Nuove disposizioni in materia di allacciamenti e collaudi degli impianti telefonici interni).
 - D.M. del 23 maggio 1992 n.314 (Regolamento recante disposizioni di attuazione della legge 28 marzo 1991 n.109).
 - D.Lgs. del 25 novembre 1996, n. 626 (direttiva bassa tensione).
 - D.P.R. del 24 luglio 1996, n. 459 (direttiva macchine).
 - D.Lgs. del 4 dicembre 1992, n. 476 (direttiva compatibilità elettromagnetica).
 - D.P.R. del 22 ottobre 2001 n. 462 (denuncia impianti di protezione scariche atmosferiche, impianti di terra e impianti elettrici pericolosi);
 - D.M. 37/08 del 22 gennaio 2008 (Regolamento concernente l'attuazione dell'articolo 11-quaterdecies, comma 13, lettera a) della legge n. 248 del 2 dicembre 2005, recante riordino delle disposizioni in materia di attività di installazione degli impianti all'interno degli edifici.)- (ex legge 46/90)
- **Al termine dei lavori, deve essere rilasciata alla Committente, con modello approvato dal D.M.n. 37 del 22/01/08.**
 - La dichiarazione di conformità deve essere corredata degli **"Allegati obbligatori"**.
 - Prescrizioni I.N.A.I.L. (ex I.S.P.E.S.L)
 - Norme U.N.I. (Unificazione Italiana) e CTI (Comitato Termotecnico Italiano)
 - Norme C.E.I. (Comitato Elettrotecnico Italiano)
 - Prescrizioni e raccomandazioni di Vigili del Fuoco
 - Eventuali prescrizioni particolari emanate dalle Autorità locali
- Altre normative, aventi valore di legge, relative ai singoli componenti degli impianti, anche se non espressamente richiamate, saranno rigorosamente applicate.**

1.3. FONTI DI ENERGIA

L'impianto sarà alimentato dalla cabina elettrica del complesso monumentale a bassa tensione con sistema trifase tipo TT.

1.4. CONDIZIONI DI PROGETTO

Il sistema elettrico è "TT" con un punto collegato direttamente a terra e le masse dell'impianto collegate ad un impianto di terra elettricamente indipendente da quello del collegamento a terra del sistema d'alimentazione.

Le caratteristiche dell'alimentazione elettrica devono essere le seguenti:

- 3 fasi + neutro
- tensione concatenata (fase-fase)= 400 V
- tensione stellata (fase-neutro)= 230 V
- frequenza = 50 Hz
- fattore di potenza³ 0,9
- corrente di corto circuito nel punto di consegna 16 kA

1.5. PROGETTAZIONE E CALCOLO DELL'IMPIANTO

Per la progettazione ed il dimensionamento sono stati assunti i seguenti valori di carico:

- Impianto di illuminazione interna ed esterna 6 kW
- Bancone bar 12 kw
- Prese di energia 5 kW
- Impianti di sicurezza 1 kW

da cui si ha una potenza installata totale di 24 kW

2. DESCRIZIONE DELLE OPERE

2.1. QUADRI ELETTRICI

Gli impianti in oggetto prendono origine dal quadro generale differenziale (quadro contatori Q4) installato in nicchia sotto porticato all' esterno del locale. Dal quadro sarà derivata la linea di alimentazione al quadro generale di distribuzione caffetteria Q5 esistente ed opportunamente modificato. Da qui saranno derivate le linee di alimentazione degli impianti di illuminazione e forza motrice dei locali caffetteria e bookshop.

La linea sarà realizzata con cavo tipo FG16 posato in tubazione di PVC interrata.

Il quadro differenziale sarà realizzato con carpenteria in materiale plastico con grado di protezione IP54.

All'interno dei quadri elettrici saranno installati gli interruttori automatici magnetotermici ed automatici magnetotermici differenziali a protezione delle linee derivate e le apparecchiature di controllo e comando degli impianti ausiliari.

I pannelli modulari devono essere incernierati, provvisti di feritoie per consentire l'accessibilità alle leve di comando degli interruttori e apribili soltanto tramite attrezzo.

Ogni linea in partenza deve essere protetta da interruttore magnetotermico e/o differenziale con potere d'interruzione non inferiore a quanto riportato sullo schema elettrico.

Ogni interruttore deve essere identificabile mediante targhetta di plastica serigrafata recante l'indicazione del circuito interessato.

Ogni apparecchio ed ogni morsetto devono essere opportunamente siglati e detta siglatura deve essere riportata sullo schema del quadro.

Deve essere prevista per ogni morsettiera una protezione contro i contatti diretti in materiale isolante.

Detta protezione deve essere asportabile solo con attrezzo.

All'interno della carpenteria ed all'esterno (sul fronte) devono essere installati dei necessari dispositivi segnaletici (cartelli), con lo scopo di:

- vietare comportamenti che possono causare pericoli (segnali di divieto);
- avvertire della presenza di un pericolo (segnali d'avvertimento);

- prescrivere determinati comportamenti (segnali d'obbligo);
- fornire informazioni diverse dalle suddette (segnali d'informazione).

Inoltre, sul fronte della carpenteria, deve essere inserita la targa di identificazione del quadro elettrico.

2.2. DISTRIBUZIONE ELETTRICA

La distribuzione elettrica riutilizzerà principalmente tubazioni e canalizzazioni esistenti.

La distribuzione secondaria agli impianti sarà realizzata parte con tubazioni in PVC rigido e scatole di derivazione da esterno e parte sottotraccia a pavimento o parete con tubazioni in PVC flessibile e scatole di derivazione da incasso.

Per la separazione dei circuiti di energia dai circuiti degli impianti speciali, nella canalina sarà installato un separatore metallico, mentre dovranno essere predisposte scatole di derivazione e tubazioni separate per gli impianti realizzati sottotraccia e a vista.

2.3. IMPIANTO DI ILLUMINAZIONE

L'impianto di illuminazione sarà realizzato con impiego delle seguenti tipologie di sorgenti luminose:

- Illuminazione generale ambienti: binari elettrificati sospesi ad altezza di circa 3,5 m con proiettori a led 15W
- Illuminazione volte: proiettori montati a parete e derivati da binario elettrificato.
- Illuminazione librerie e bancone bar: strip led alimentate dall' alto con derivazione da binario elettrificato trifase

L'illuminazione delle uscite di sicurezza sarà realizzata con plafoniere del tipo SA sempre acceso, mentre l'illuminazione di emergenza nei locali sarà realizzata con plafoniere di tipo SE solo emergenza.

L'illuminazione di sicurezza entrerà in funzione nei seguenti casi:

- mancanza di tensione generale;
- intervento magnetotermico differenziale degli interruttori di comando e protezione dei vari circuiti luce distribuiti all'interno.

2.4. ILLUMINAZIONE ESTERNA

L'impianto di illuminazione esterna non è previsto

2.5. IMPIANTO PRESE

Saranno installate prese della serie civile del tipo bibasso 2x10/16A+T e prese tipo UNEL trivalenti.

Dovranno essere realizzati i collegamenti delle utenze elettriche che compongono l'impianto di condizionamento con impiego di tubo in PVC rigido, cavi tipo FG16OR16, cassette di derivazione in materiale plastico con grado di protezione IP54, guaine in PVC flessibile complete degli elementi di raccordo e pressacavi.

Il calcolo probabilistico per l'impianto di protezione contro le scariche atmosferiche ha determinato che la struttura risulta autoprotetta per cui non necessita dell'impianto di captazione.

2.6. CABLAGGIO STRUTTURATO

Per cablaggio strutturato s'intende il sistema di predisposizioni che permettono l'interconnessione delle apparecchiature telefoniche ed informatiche all'interno dell'edificio. Non sono oggetto della progettazione le parti attive che, unite al cablaggio strutturato, costituiranno la rete LAN e/o la rete telefonica interna. L'impianto sarà realizzato con componenti in Cat. 6. Nella posa delle condutture si dovrà osservare tutte le precauzioni necessarie a preservare l'integrità delle stesse.

L'impianto sarà composto dai seguenti elementi:

- dorsale: collegamento proveniente dall'esterno fino all'armadio di piano;
- armadio di piano: punto di partenza del cablaggio orizzontale;
- cablaggio orizzontale: cavi di collegamento tra l'armadio di piano e le varie postazioni di lavoro;
- postazioni di lavoro: prese per il collegamento delle apparecchiature informatiche e/o telefoniche.

L'armadio di piano sarà idoneo ad ospitare predisposizioni di tipo modulare, sarà dotato di porta in cristallo con serratura e cassetti vuoti per l'inserimento delle parti attive. All'interno

dell'armadio sarà presente un pannello di alimentazione con conduttura dedicata derivata dal gruppo di continuità.

I cavi per il cablaggio orizzontale saranno tutti in Cat. 6, composti da 4 doppini. Le operazioni di posa saranno eseguite a regola d'arte con particolare attenzione alle prescrizioni sotto riportate.

- Lunghezza massima consentita 90 metri;
- Mantenere una distanza appropriata dai cavi di energia percorsi da forti correnti;
- Non superare la forza di trazione massima prescritta;
- Attenersi ai raggi di curvatura prescritti dal costruttore;
- Evitare di calpestare i conduttori per non modificare la disposizione interna dei doppini, ai fini di non compromettere le caratteristiche di trasmissione del segnale;
- Proteggere i cavi dagli spigoli vivi in modo particolare nelle curve, nei passaggi nei muri, ecc.

Le postazioni di lavoro, per la cui individuazione si rimanda alla tavole di progetto, sono costituite ognuna da due prese RJ45 in Cat.6. Il sistema di connettori deve rispettare quanto prescritto dalla norma EIA/TIA-TSB 40. Le prese al posto di lavoro che rimangono inutilizzate dovranno essere provviste di un coperchio antipolvere. Ogni presa sarà individuabile mediante una numerazione univoca indicante la corrispondente trasposizione nel quadro di piano.

**STRUTTURA PORTA
BICCHIERI/BOTTIGLIE
RELAZIONE TECNICA**

Provincia di PARMA

COMUNE DI PARMA

RELAZIONE TECNICA ESPLICATIVA

(di cui all'Allegato 1 della DGR n. 2272/2016)

**COMPLESSO MUSEALE PALAZZO DELLA PILOTTA
BOOK SHOP E CAFFETTERIA
STRUTTURE IN ACCIAIO**

Committente
Canali associati s.r.l.
Via Petrarca, 11 - 43121 Parma

AGGIORNAMENTO	DATA	DESCRIZIONE

Parma, GENNAIO 2019



IL TECNICO
Montani Ing. Marco

STUDIO DI INGEGNERIA CIVILE

Ing. Marco Montani

L'intervento in questione è inquadrato normativamente come di seguito descritto:

Allegato 1 della DGR n. 2272/2016:

ELENCO B.

Interventi relativi a costruzioni esistenti o manufatti privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici

B.1 Tettoie, portici, pensiline e **opere assimilabili collegate alla costruzione esistente**

B.1.1. c) Tettoie aventi peso proprio (G1) e permanente portato (G2) complessivamente $< 1 \text{ kN/mq}$ di altezza media $< 3 \text{ m}$ aventi superficie coperta $< 20 \text{ mq}$ comprensivo di eventuale aggetto $< 1,20 \text{ m. (L2)}$

3. Elaborati progettuali con cui dimostrare la ricorrenza degli interventi privi di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici.

Per gli interventi contrassegnati dal codice **(L2)** è necessario predisporre:

- La dichiarazione: firmata dal progettista, contenente l'asseverazione che l'opera è priva di rilevanza per la pubblica incolumità ai fini sismici, in quanto l'intervento ricade in una delle ipotesi indicate negli elenchi A e B;
- La relazione tecnica esplicativa: contenente le informazioni relative alla tipologia della costruzione o del manufatto, le dimensioni dell'intervento proposto, la destinazione d'uso ed il contesto in cui viene realizzato, indicando espressamente a quale ipotesi indicata negli elenchi A e B si fa riferimento. Quando necessario occorre valutare e dimostrare analiticamente che vengono rispettati i limiti di carico prescritti ed ogni altro requisito o condizione indicati nei medesimi elenchi, nonché eseguire le necessarie verifiche di stabilità (VEDI IN CALCE);
- L'elaborato grafico: quotato, comprensivo di piante e sezioni.

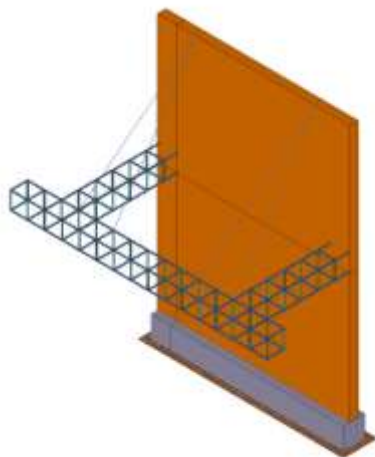
RELAZIONE TECNICA ESPLICATIVA

1 - DESCRIZIONE GENERALE DELL'OPERA

Vengono riportate di seguito due viste assonometriche contrapposte, allo scopo di consentire una migliore comprensione della struttura oggetto della presente relazione:

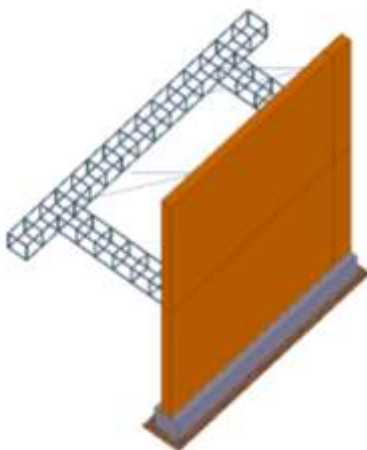
Vista Anteriore

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale O, X, Y, Z , ha versore $(1;1;-1)$



Vista Posteriore

La direzione di visualizzazione (bisettrice del cono ottico), relativamente al sistema di riferimento globale O, X, Y, Z , ha versore $(-1;-1;-1)$



2 - NORMATIVA DI RIFERIMENTO

Le fasi di analisi e verifica della struttura sono state condotte in accordo alle seguenti disposizioni normative, per quanto applicabili in relazione al criterio di calcolo adottato dal progettista, evidenziato nel prosieguo della presente relazione:

Legge 5 novembre 1971 n. 1086 (G. U. 21 dicembre 1971 n. 321)

"Norme per la disciplina delle opere di conglomerato cementizio armato, normale e precompresso ed a struttura metallica".

Legge 2 febbraio 1974 n. 64 (G. U. 21 marzo 1974 n. 76)

"Provvedimenti per le costruzioni con particolari prescrizioni per le zone sismiche".

Indicazioni progettive per le nuove costruzioni in zone sismiche a cura del Ministero per la Ricerca scientifica - Roma 1981.

D. M. Infrastrutture Trasporti 17/01/2018 (G.U. 20/02/2018 n. 42 - Suppl. Ord. n. 8)

"Aggiornamento delle Norme tecniche per le Costruzioni".

Inoltre, in mancanza di specifiche indicazioni, ad integrazione della norma precedente e per quanto con esse non in contrasto, sono state utilizzate le indicazioni contenute nelle seguenti norme:

D. M. Infrastrutture Trasporti 14 gennaio 2008 (G.U. 4 febbraio 2008 n. 29 - Suppl. Ord.)

"Norme tecniche per le Costruzioni".

Circolare 2 febbraio 2009 n. 617 del Ministero delle Infrastrutture e dei Trasporti (G.U. 26 febbraio 2009 n. 27 – Suppl. Ord.)

"Istruzioni per l'applicazione delle 'Norme Tecniche delle Costruzioni' di cui al D.M. 14 gennaio 2008".

Eurocodice 3 - *"Progettazione delle strutture in acciaio"* - ENV 1993-1-1.

3 - MATERIALI IMPIEGATI E RESISTENZE DI CALCOLO

Tutti i materiali strutturali impiegati devono essere muniti di marcatura "CE", ed essere conformi alle prescrizioni del "REGOLAMENTO (UE) N. 305/2011 DEL PARLAMENTO EUROPEO E DEL CONSIGLIO del 9 marzo 2011", in merito ai prodotti da costruzione.

Per la realizzazione dell'opera in oggetto saranno impiegati i seguenti materiali:

MATERIALI CALCESTRUZZO ARMATO

Caratteristiche calcestruzzo armato															
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	C _{Erid}	Stz	R _{ck}	R _{cm}	%R _{ck}	γ _c	f _{cd}	f _{ctd}	f _{cfm}	N	n Ac
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[%]		[N/mm ²]	[N/mm ²]			[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		
Cl _s C25/30_B450C - (C25/30)															
001	25.000	0,000010	31.447	13.103	60	P	30,00	-	0,85	1,50	14,11	1,19	3,07	15	002

LEGENDA:

N _{id}	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ _k	Peso specifico.
α _{T, i}	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
C _{Erid}	Coefficiente di riduzione del Modulo elastico normale per Analisi Sismica [E _{sisma} = E·C _{Erid}].
Stz	Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
R _{ck}	Resistenza caratteristica cubica.
R _{cm}	Resistenza media cubica.
%R _{ck}	Percentuale di riduzione della R _{ck}
γ _c	Coefficiente parziale di sicurezza del materiale.
f _{cd}	Resistenza di calcolo a compressione.
f _{ctd}	Resistenza di calcolo a trazione.
f _{cfm}	Resistenza media a trazione per flessione.
n Ac	Identificativo, nella relativa tabella materiali, dell'acciaio utilizzato: [-] = parametro NON significativo per il materiale.

MATERIALI ACCIAIO

Caratteristiche acciaio																
N _{id}	γ _k	α _{T, i}	E	G	Stz	f _{yk,1} / f _{yk,2}	f _{tk,1} / f _{tk,2}	f _{yd,1} / f _{yd,2}	f _{td}	γ _s	γ _{M1}	γ _{M2}	γ _{M3,SLV}	γ _{M3,SLE}	NCn t	γ _{M7} Cnt
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]							
Acciaio B450C - (B450C)																
002	78.500	0,000010	210,00 0	80.769	P	450,00 -	-	391,30 -	-	1,15	-	-	-	-	-	-
S355 - (S355)																
003	78.500	0,000012	210,00 0	80.769	P	355,00 335,00	510 470	338,10 319,05	-	1,05	1,05	1,25	-	-	-	-
S275 - (S275)																
004	78.500	0,000012	210,00 0	80.769	P	275,00 255,00	430 410	261,90 242,86	-	1,05	1,05	1,25	-	-	-	-

LEGENDA:

N _{id}	Numero identificativo del materiale, nella relativa tabella dei materiali.
γ _k	Peso specifico.
α _{T, i}	Coefficiente di dilatazione termica.
E	Modulo elastico normale.
G	Modulo elastico tangenziale.
Stz	Tipo di situazione: [F] = di Fatto (Esistente); [P] = di Progetto (Nuovo).
f _{tk,1}	Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con t ≤ 40 mm).
f _{tk,2}	Resistenza caratteristica a Rottura (per profili con 40 mm < t ≤ 80 mm).
f _{td}	Resistenza di calcolo a Rottura (Bulloni).
γ _s	Coefficiente parziale di sicurezza allo SLV del materiale.
γ _{M1}	Coefficiente parziale di sicurezza per instabilità.
γ _{M2}	Coefficiente parziale di sicurezza per sezioni tese indebolite.

STUDIO DI INGEGNERIA CIVILE

Ing. Marco Montani

Caratteristiche acciaio

N _{id}	γ_k	$\alpha_{T,i}$	E	G	Stz	$f_{yk,1}/f_{yk,2}$	$f_{tk,1}/f_{tk,2}$	$f_{yd,1}/f_{yd,2}$	f_{td}	γ_s	γ_{M1}	γ_{M2}	$\gamma_{M3,SLV}$	$\gamma_{M3,SLE}$	γ_{M7} NCn t	Cnt
	[N/m ³]	[1/°C]	[N/mm ²]	[N/mm ²]		[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]	[N/mm ²]							
$\gamma_{M3,SLV}$	Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLV (Bulloni).															
$\gamma_{M3,SLE}$	Coefficiente parziale di sicurezza per scorrimento allo SLE (Bulloni).															
γ_{M7}	Coefficiente parziale di sicurezza precarico di bulloni ad alta resistenza (Bulloni - NCn = con serraggio NON controllato; Cnt = con serraggio controllato). [-] = parametro NON significativo per il materiale.															
$f_{yk,1}$	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con $t \leq 40$ mm).															
$f_{yk,2}$	Resistenza caratteristica allo snervamento (per profili con $40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$).															
$f_{yd,1}$	Resistenza di calcolo (per profili con $t \leq 40$ mm).															
$f_{yd,2}$	Resistenza di calcolo (per profili con $40 \text{ mm} < t \leq 80 \text{ mm}$).															
NOTE	[-] = Parametro non significativo per il materiale.															

TENSIONI AMMISSIBILI ALLO SLE DEI VARI MATERIALI

Tensioni ammissibili allo SLE dei vari materiali			
Materiale	SL	Tensione di verifica	$\sigma_{d,amm}$ [N/mm ²]
Cls C25/30_B450C	Caratteristica(RARA) Quasi permanente	Compressione Calcestruzzo Compressione Calcestruzzo	14,94 11,21
Acciaio B450C	Caratteristica(RARA)	Trazione Acciaio	360,00

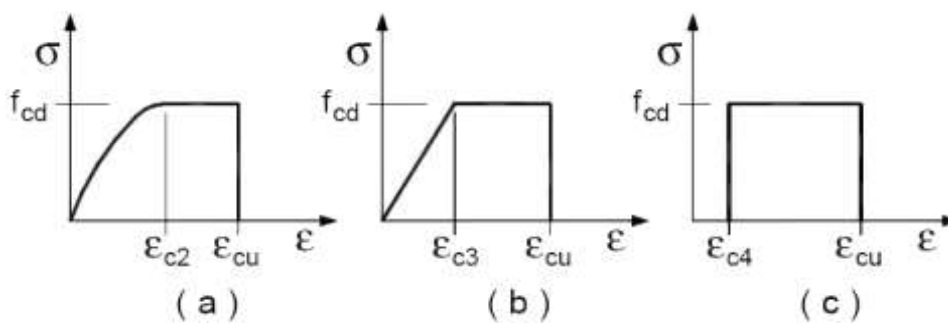
LEGENDA:

SL Stato limite di esercizio per cui si esegue la verifica.
 $\sigma_{d,amm}$ Tensione ammissibile per la verifica.

I valori dei parametri caratteristici dei suddetti materiali sono riportati anche nei "Tabulati di calcolo", nella relativa sezione.

Tutti i materiali impiegati dovranno essere comunque verificati con opportune prove di laboratorio secondo le prescrizioni della vigente Normativa.

I diagrammi costitutivi degli elementi in calcestruzzo sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al §4.1.2.1.2.1 del D.M. 2018; in particolare per le verifiche effettuate a pressoflessione retta e pressoflessione deviata è adottato il modello riportato in fig. (a).



Diagrammi di calcolo tensione/deformazione del calcestruzzo.

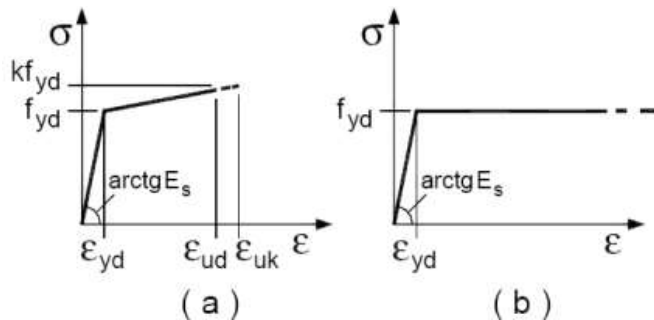
I valori di deformazione assunti sono:

$$\varepsilon_{c2} = 0,0020;$$

$$\varepsilon_{cu2} = 0,0035.$$

I diagrammi costitutivi dell'acciaio sono stati adottati in conformità alle indicazioni riportate al §4.1.2.1.2.2 del D.M. 2018; in particolare è adottato il modello elastico perfettamente plastico rappresentato in fig. (b).

La resistenza di calcolo è data da f_{yk}/γ_f . Il coefficiente di sicurezza γ_f si assume pari a 1,15.



4 - TERRENO DI FONDAZIONE

Tutti i parametri che caratterizzano i terreni di fondazione sono riportati nei "*Tabulati di calcolo*", nella relativa sezione. Per ulteriori dettagli si rimanda alle relazioni geologica e geotecnica.

5 - ANALISI DEI CARICHI

Un'accurata valutazione dei carichi è un requisito imprescindibile di una corretta progettazione, in particolare per le costruzioni realizzate in zona sismica.

Essa, infatti, è fondamentale ai fini della determinazione delle forze sismiche, in quanto incide sulla valutazione delle masse e dei periodi propri della struttura dai quali dipendono i valori delle accelerazioni (ordinate degli spettri di progetto).

La valutazione dei carichi e dei sovraccarichi è stata effettuata in accordo con le disposizioni del punto 3.1 del **D.M. 2018**. In particolare, è stato fatto utile riferimento alle Tabelle 3.1.I e 3.1.II del D.M. 2018, per i pesi propri dei materiali e per la quantificazione e classificazione dei sovraccarichi, rispettivamente.

La valutazione dei carichi permanenti è effettuata sulle dimensioni definitive.

6 - AZIONI SULLA STRUTTURA

I calcoli e le verifiche sono condotti con il metodo semiprobabilistico degli stati limite secondo le indicazioni del D.M. 2018. I carichi agenti sui solai, derivanti dall'analisi dei carichi, vengono ripartiti dal programma di calcolo in modo automatico sulle membrature (travi, pilastri, pareti, solette, platee, ecc.). I carichi dovuti ai tamponamenti, sia sulle travi di fondazione che su quelle di piano, sono schematizzati come carichi lineari agenti esclusivamente sulle aste.

Su tutti gli elementi strutturali è inoltre possibile applicare direttamente ulteriori azioni concentrate e/o distribuite (variabili con legge lineare ed agenti lungo tutta l'asta o su tratti limitati di essa).

Le azioni introdotte direttamente sono combinate con le altre (carichi permanenti, accidentali e sisma) mediante le combinazioni di carico di seguito descritte; da esse si ottengono i valori probabilistici da impiegare successivamente nelle verifiche.

6.1 Stato Limite di Salvaguardia della Vita

Le azioni sulla costruzione sono state cumulate in modo da determinare condizioni di carico tali da risultare più sfavorevoli ai fini delle singole verifiche, tenendo conto della probabilità ridotta di intervento simultaneo di tutte le azioni con i rispettivi valori più sfavorevoli, come consentito dalle norme vigenti.

Per gli stati limite ultimi sono state adottate le combinazioni del tipo:

$$\gamma_{G1} G_1 + \gamma_{G2} G_2 + \gamma_P P + \gamma_{Q1} Q_{K1} + \gamma_{Q2} \psi_{02} Q_{K2} + \gamma_{Q3} \psi_{03} Q_{K3} + \dots \quad (1)$$

dove:

- G_1 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi strutturali; peso proprio del terreno, quando pertinente; forze indotte dal terreno (esclusi gli effetti di carichi variabili applicati al terreno); forze risultanti dalla pressione dell'acqua (quando si configurino costanti nel tempo);
- G_2 rappresenta il peso proprio di tutti gli elementi non strutturali;
- P rappresenta l'azione di pretensione e/o precompressione;
- Q azioni sulla struttura o sull'elemento strutturale con valori istantanei che possono risultare sensibilmente diversi fra loro nel tempo:
 - di lunga durata: agiscono con un'intensità significativa, anche non continuativamente, per un tempo non trascurabile rispetto alla vita nominale della struttura;
 - di breve durata: azioni che agiscono per un periodo di tempo breve rispetto alla vita nominale della struttura;
- Q_{ki} rappresenta il valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- $\gamma_g, \gamma_q, \gamma_p$ coefficienti parziali come definiti nella Tab. 2.6.I del D.M. 2018;
- ψ_{0i} sono i coefficienti di combinazione per tenere conto della ridotta probabilità di concomitanza delle azioni variabili con i rispettivi valori caratteristici.

Le **4 combinazioni** risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico elementare: ciascuna condizione di carico accidentale, a rotazione, è stata considerata sollecitazione di base (Q_{k1} nella formula precedente).

I coefficienti relativi a tali combinazioni di carico sono riportati negli allegati "Tabulati di calcolo".

Le verifiche strutturali e geotecniche delle fondazioni, sono state effettuate con l'**Approccio 2** come definito al §2.6.1 del D.M. 2018, attraverso la combinazione **A1+M1+R3**. Le azioni sono state amplificate tramite i coefficienti della colonna A1 definiti nella Tab. 6.2.I del D.M. 2018.

I valori di resistenza del terreno sono stati ridotti tramite i coefficienti della colonna M1 definiti nella Tab. 6.2.II del D.M. 2018.

I valori calcolati delle resistenze totali dell'elemento strutturale sono stati divisi per i coefficienti R3 della Tab. 6.4.I del D.M. 2018 per le fondazioni superficiali.

Si è quindi provveduto a progettare le armature di ogni elemento strutturale per ciascuno dei valori ottenuti secondo le modalità precedentemente illustrate. Nella sezione relativa alle verifiche dei *"Tabulati di calcolo"* in allegato sono riportati, per brevità, i valori della sollecitazione relativi alla combinazione cui corrisponde il minimo valore del coefficiente di sicurezza.

6.2 Stati Limite di Esercizio

Allo Stato Limite di Esercizio le sollecitazioni con cui sono state semiprogettate le aste in c.a. sono state ricavate applicando le formule riportate nel D.M. 2018 al §2.5.3. Per le verifiche agli stati limite di esercizio, a seconda dei casi, si fa riferimento alle seguenti combinazioni di carico:

rara	frequente	quasi permanente
$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{0i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \psi_{11} \cdot Q_{k1} + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$	$\sum_{j \geq 1} G_{kj} + P + \sum_{i > 1} \psi_{2i} \cdot Q_{ki}$

dove:

- G_{kj} : valore caratteristico della j-esima azione permanente;
- P_{kh} : valore caratteristico della h-esima deformazione impressa;
- Q_{k1} : valore caratteristico dell'azione variabile di base di ogni combinazione;
- Q_{ki} : valore caratteristico della i-esima azione variabile;
- ψ_{0i} : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili di durata breve ma ancora significativi nei riguardi della possibile concomitanza con altre azioni variabili;
- ψ_{1i} : coefficiente atto a definire i valori delle azioni ammissibili ai frattili di ordine 0,95 delle distribuzioni dei valori istantanei;
- ψ_{2i} : coefficiente atto a definire i valori quasi permanenti delle azioni ammissibili ai valori medi delle distribuzioni dei valori istantanei.

Ai coefficienti ψ_{0i} , ψ_{1i} , ψ_{2i} sono attribuiti i seguenti valori:

Azione	ψ_{0i}	ψ_{1i}	ψ_{2i}
Categoria A – Ambienti ad uso residenziale	0,7	0,5	0,3
Categoria B – Uffici	0,7	0,5	0,3
Categoria C – Ambienti suscettibili di affollamento	0,7	0,7	0,6
Categoria D – Ambienti ad uso commerciale	0,7	0,7	0,6
Categoria E – Biblioteche, archivi, magazzini e ambienti ad uso industriale	1,0	0,9	0,8
Categoria F – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso ≤ 30 kN)	0,7	0,7	0,6
Categoria G – Rimesse e parcheggi (per autoveicoli di peso > 30 kN)	0,7	0,5	0,3
Categoria H – Coperture	0,0	0,0	0,0
Vento	0,6	0,2	0,0
Neve (a quota ≤ 1000 m s.l.m.)	0,5	0,2	0,0
Neve (a quota > 1000 m s.l.m.)	0,7	0,5	0,2
Variazioni termiche	0,6	0,5	0,0

In maniera analoga a quanto illustrato nel caso dello SLU le combinazioni risultanti sono state costruite a partire dalle sollecitazioni caratteristiche calcolate per ogni condizione di carico; a turno ogni condizione di carico accidentale è stata considerata sollecitazione di base [Q_{k1} nella formula (1)], con ciò dando origine a tanti valori combinati. Per ognuna delle combinazioni ottenute, in funzione

dell'elemento (trave, pilastro, etc...) sono state effettuate le verifiche allo SLE (tensioni, deformazioni e fessurazione).

Negli allegati "Tabulati Di Calcolo" sono riportanti i coefficienti relativi alle combinazioni di calcolo generate relativamente alle combinazioni di azioni "**Quasi Permanente**" (1), "**Frequente**" (1) e "**Rara**" (1).

Nelle sezioni relative alle verifiche allo SLE dei citati tabulati, inoltre, sono riportati i valori delle sollecitazioni relativi alle combinazioni che hanno originato i risultati più gravosi.

7 - CODICE DI CALCOLO IMPIEGATO

7.1 Denominazione

Nome del Software	EdiLus
Versione	BIM(d)
Caratteristiche del Software	Software per il calcolo di strutture agli elementi finiti per Windows
Numero di serie	15101657
Intestatario Licenza	MONTANI ing. MARCO
Produzione e Distribuzione	ACCA software S.p.A. Contrada Rosole 13 83043 BAGNOLI IRPINO (AV) - Italy Tel. 0827/69504 r.a. - Fax 0827/601235 e-mail: info@acca.it - Internet: www.acca.it

7.2 Sintesi delle funzionalità generali

Il pacchetto consente di modellare la struttura, di effettuare il dimensionamento e le verifiche di tutti gli elementi strutturali e di generare gli elaborati grafici esecutivi.

È una procedura integrata dotata di tutte le funzionalità necessarie per consentire il calcolo completo di una struttura mediante il metodo degli elementi finiti (FEM); la modellazione della struttura è realizzata tramite elementi Beam (travi e pilastri) e Shell (platee, pareti, solette, setti, travi-parete).

L'input della struttura avviene per oggetti (travi, pilastri, solai, solette, pareti, etc.) in un ambiente grafico integrato; il modello di calcolo agli elementi finiti, che può essere visualizzato in qualsiasi momento in una apposita finestra, viene generato dinamicamente dal software.

Apposite funzioni consentono la creazione e la manutenzione di archivi Sezioni, Materiali e Carichi; tali archivi sono generali, nel senso che sono creati una tantum e sono pronti per ogni calcolo, potendoli comunque integrare/modificare in ogni momento.

L'utente non può modificare il codice ma soltanto eseguire delle scelte come:

- definire i vincoli di estremità per ciascuna asta (vincoli interni) e gli eventuali vincoli nei nodi (vincoli esterni);
- modificare i parametri necessari alla definizione dell'azione sismica;
- definire condizioni di carico;
- definire gli impalcati come rigidi o meno.

Il programma è dotato di un manuale tecnico ed operativo. L'assistenza è effettuata direttamente dalla casa produttrice, mediante linea telefonica o e-mail.

Il calcolo si basa sul solutore agli elementi finiti **MICROSAP** prodotto dalla società **TESYS srl**. La scelta di tale codice è motivata dall'elevata affidabilità dimostrata e dall'ampia documentazione a disposizione, dalla quale risulta la sostanziale uniformità dei risultati ottenuti su strutture standard con i risultati internazionalmente accettati ed utilizzati come riferimento.

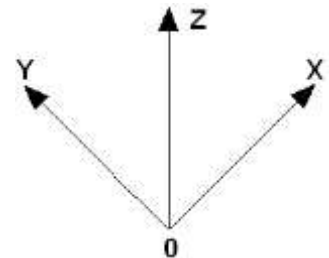
Tutti i risultati del calcolo sono forniti, oltre che in formato numerico, anche in formato grafico permettendo così di evidenziare agevolmente eventuali incongruenze.

Il programma consente la stampa di tutti i dati di input, dei dati del modello strutturale utilizzato, dei risultati del calcolo e delle verifiche dei diagrammi delle sollecitazioni e delle deformate.

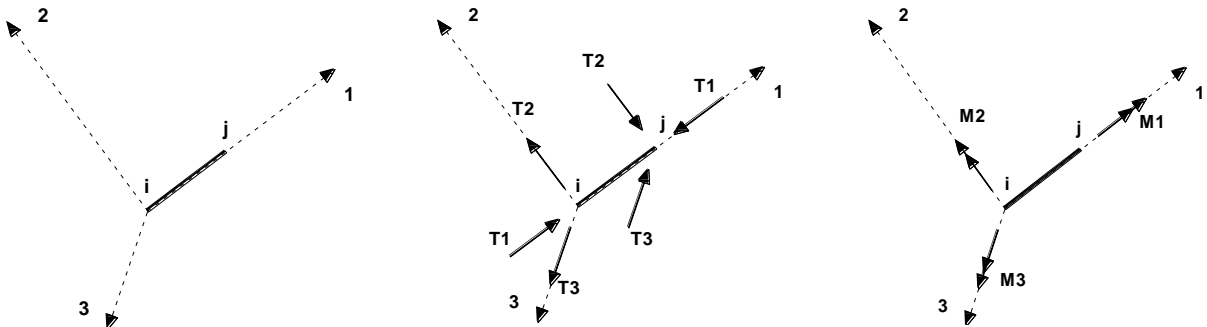
7.3 Sistemi di Riferimento

7.3.1 Riferimento globale

Il sistema di riferimento globale, rispetto al quale va riferita l'intera struttura, è costituito da una terna di assi cartesiani sinistrorsa O, X, Y, Z (X, Y, e Z sono disposti e orientati rispettivamente secondo il pollice, l'indice ed il medio della mano destra, una volta posizionati questi ultimi a 90° tra loro).



7.3.2 Riferimento locale per travi



L'elemento Trave è un classico elemento strutturale in grado di ricevere Carichi distribuiti e Carichi Nodali applicati ai due nodi di estremità; per effetto di tali carichi nascono, negli estremi, sollecitazioni di taglio, sforzo normale, momenti flettenti e torcenti.

Definiti i e j (nodi iniziale e finale della Trave) viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

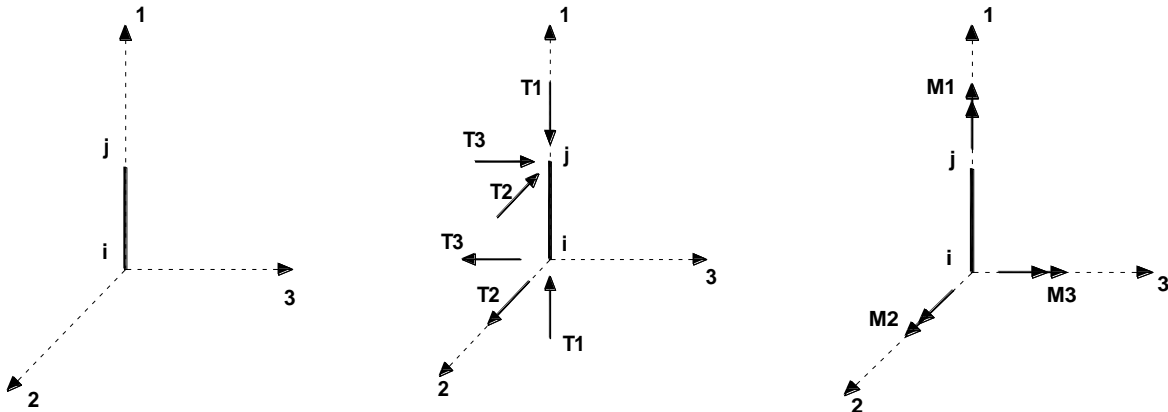
- asse 1 orientato dal nodo i al nodo j;
- assi 2 e 3 appartenenti alla sezione dell'elemento e coincidenti con gli assi principali d'inerzia della sezione stessa.

Le sollecitazioni verranno fornite in riferimento a tale sistema di riferimento:

1. Sollecitazione di Trazione o Compressione T_1 (agente nella direzione i-j);

2. Sollecitazioni taglienti T_2 e T_3 , agenti nei due piani 1-2 e 1-3, rispettivamente secondo l'asse 2 e l'asse 3;
3. Sollecitazioni che inducono flessione nei piani 1-3 e 1-2 (M_2 e M_3);
4. Sollecitazione torcente M_1 .

7.3.3 Riferimento locale per pilastri



Definiti i e j come i due nodi iniziale e finale del pilastro, viene individuato un sistema di assi cartesiani 1-2-3 locale all'elemento, con origine nel Nodo i così composto:

- asse 1 orientato dal nodo i al nodo j;
- asse 2 perpendicolare all' asse 1, parallelo e discorde all'asse globale Y;
- asse 3 che completa la terna destrorsa, parallelo e concorde all'asse globale X.

Tale sistema di riferimento è valido per Pilastri con angolo di rotazione pari a '0' gradi; una rotazione del pilastro nel piano XY ha l'effetto di ruotare anche tale sistema (ad es. una rotazione di '90' gradi porterebbe l'asse 2 a essere parallelo e concorde all'asse X, mentre l'asse 3 sarebbe parallelo e concorde all'asse globale Y). La rotazione non ha alcun effetto sull'asse 1 che coinciderà sempre e comunque con l'asse globale Z.

Per quanto riguarda le sollecitazioni si ha:

- una forza di trazione o compressione T_1 , agente lungo l'asse locale 1;
- due forze taglienti T_2 e T_3 agenti lungo i due assi locali 2 e 3;
- due vettori momento (flettente) M_2 e M_3 agenti lungo i due assi locali 2 e 3;
- un vettore momento (torcente) M_1 agente lungo l'asse locale nel piano 1.

7.3.4 Riferimento locale per pareti

Una parete è costituita da una sequenza di setti; ciascun setto è caratterizzato da un sistema di riferimento locale 1-2-3 così individuato:

- asse 1, coincidente con l'asse globale Z;
- asse 2, parallelo e discorde alla linea d'asse della traccia del setto in pianta;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.

Su ciascun setto l'utente ha la possibilità di applicare uno o più carichi uniformemente distribuiti comunque orientati nello spazio; le componenti di tali carichi possono essere fornite, a discrezione dell'utente, rispetto al riferimento globale X,Y,Z oppure rispetto al riferimento locale 1,2,3 appena definito.

Si rende necessario, a questo punto, meglio precisare le modalità con cui EdiLus restituisce i risultati di calcolo.

Nel modello di calcolo agli elementi finiti ciascun setto è discretizzato in una serie di elementi tipo "shell" interconnessi; il solutore agli elementi finiti integrato nel programma EdiLus, definisce un riferimento locale per ciascun elemento shell e restituisce i valori delle tensioni esclusivamente rispetto a tali riferimenti.

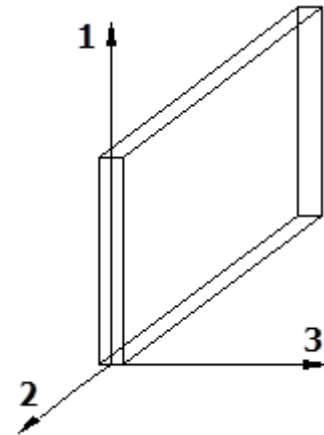
Il software EdiLus provvede ad omogeneizzare tutti i valori riferendoli alla terna 1-2-3. Tale operazione consente, in fase di input, di ridurre al minimo gli errori dovuti alla complessità d'immissione dei dati stessi ed allo stesso tempo di restituire all'utente dei risultati facilmente interpretabili.

Tutti i dati cioè, sia in fase di input che in fase di output, sono organizzati secondo un criterio razionale vicino al modo di operare del tecnico e svincolato dal procedimento seguito dall'elaboratore elettronico.

In tal modo ad esempio, il significato dei valori delle tensioni può essere compreso con immediatezza non solo dal progettista che ha operato con il programma ma anche da un tecnico terzo non coinvolto nell'elaborazione; entrambi, così, potranno controllare con facilità dal tabulato di calcolo, la congruità dei valori riportati.

Un'ultima notazione deve essere riservata alla modalità con cui il programma fornisce le armature delle pareti, con riferimento alla faccia anteriore e posteriore.

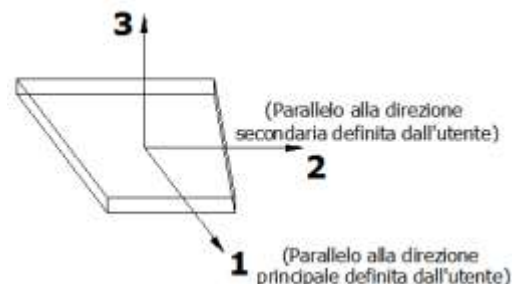
La faccia anteriore è quella di normale uscente concorde all'asse 3 come prima definito o, identicamente, quella posta alla destra dell'osservatore che percorresse il bordo superiore della parete concordemente al verso di tracciamento.



7.3.5 Riferimento locale per solette e platee

Ciascuna soletta e platea è caratterizzata da un sistema di riferimento locale 1,2,3 così definito:

- asse 1, coincidente con la direzione principale di armatura;
- asse 2, coincidente con la direzione secondaria di armatura;
- asse 3, ortogonale al piano della parete, che completa la terna levogira.



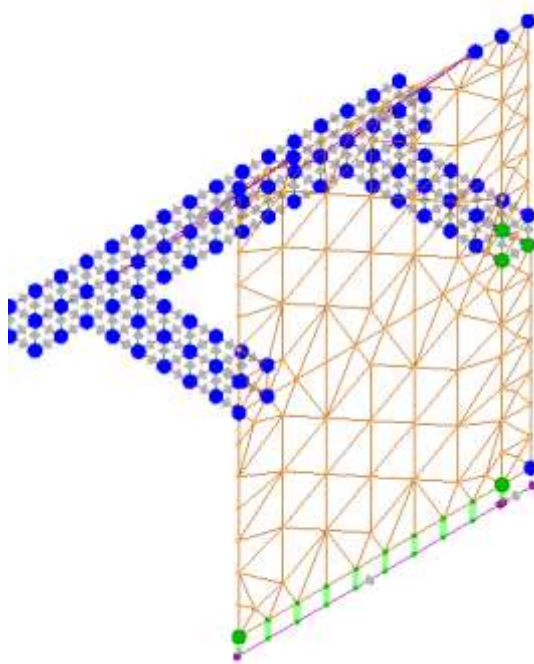
7.4 Modello di Calcolo

Il modello della struttura viene creato automaticamente dal codice di calcolo, individuando i vari elementi strutturali e fornendo le loro caratteristiche geometriche e meccaniche.

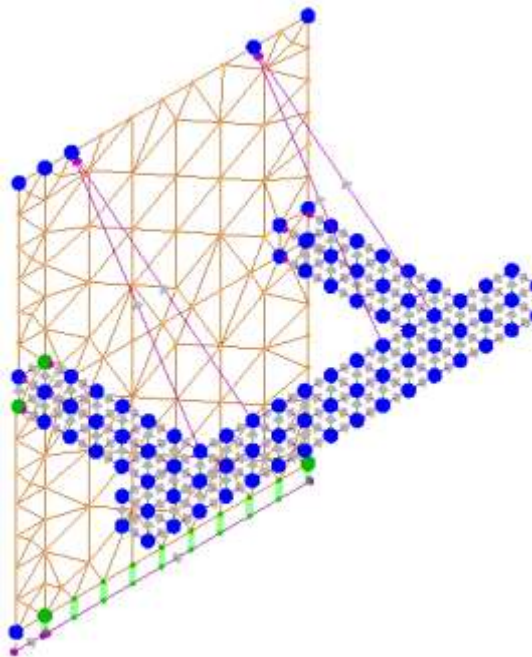
Viene definita un'opportuna numerazione degli elementi (nodi, aste, shell) costituenti il modello, al fine di individuare celermente ed univocamente ciascun elemento nei "*Tabulati di calcolo*".

Qui di seguito è fornita una rappresentazione grafica dettagliata della discretizzazione operata con evidenziazione dei nodi e degli elementi.

Vista Anteriore



Vista Posteriore



Dalle illustrazioni precedenti si evince come le aste, sia travi che pilastri, siano schematizzate con un tratto flessibile centrale e da due tratti (braccetti) rigidi alle estremità. I nodi vengono posizionati sull'asse verticale dei pilastri, in corrispondenza dell'estradosso della trave più alta che in esso si collega. Tramite i braccetti i tratti flessibili sono quindi collegati ad esso.

In questa maniera il nodo risulta perfettamente aderente alla realtà poiché vengono presi in conto tutti gli eventuali disassamenti degli elementi con gli effetti che si possono determinare, quali momenti flettenti/torcenti aggiuntivi.

Le sollecitazioni vengono determinate, com'è corretto, solo per il tratto flessibile. Sui tratti rigidi, infatti, essendo (teoricamente) nulle le deformazioni le sollecitazioni risultano indeterminate.

Questa schematizzazione dei nodi viene automaticamente realizzata dal programma anche quando il nodo sia determinato dall'incontro di più travi senza il pilastro, o all'attacco di travi/pilastri con elementi shell.

8 PROGETTO E VERIFICA DEGLI ELEMENTI STRUTTURALI

La verifica degli elementi allo SLU avviene col seguente procedimento:

- si costruiscono le combinazioni non sismiche in base al D.M. 2018, ottenendo un insieme di sollecitazioni;
- si combinano tali sollecitazioni con quelle dovute all'azione del sisma secondo quanto indicato nel §2.5.3, relazione (2.5.5) del D.M. 2018;
- per sollecitazioni semplici (flessione retta, taglio, etc.) si individuano i valori minimo e massimo con cui progettare o verificare l'elemento considerato; per sollecitazioni composte (pressoflessione retta/deviata) vengono eseguite le verifiche per tutte le possibili combinazioni e solo a seguito di ciò si individua quella che ha originato il minimo coefficiente di sicurezza.

8.1 Verifiche di Resistenza

8.1.1 Elementi in C.A.

Illustriamo, in dettaglio, il procedimento seguito in presenza di pressoflessione deviata (pilastri e trave di sezione generica):

- per tutte le terne M_x , M_y , N , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base alla formula 4.1.19 del D.M. 2018, effettuando due verifiche a pressoflessione retta con la seguente formula:

$$\left(\frac{M_{Ex}}{M_{Rx}} \right)^\alpha + \left(\frac{M_{Ey}}{M_{Ry}} \right)^\alpha \leq 1$$

dove:

M_{Ex} , M_{Ey} sono i valori di calcolo delle due componenti di flessione retta dell'azione attorno agli assi di flessione X ed Y del sistema di riferimento locale;

M_{Rx} , M_{Ry} sono i valori di calcolo dei momenti resistenti di pressoflessione retta corrispondenti allo sforzo assiale N_{Ed} valutati separatamente attorno agli assi di flessione.

L'esponente α può dedursi in funzione della geometria della sezione, della percentuale meccanica dell'armatura e della sollecitazione di sforzo normale agente.

- se per almeno una di queste terne la relazione 4.1.19 non è rispettata, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando la suddetta relazione è rispettata per tutte le terne considerate.

Sempre quanto concerne il progetto degli elementi in c.a. illustriamo in dettaglio il procedimento seguito per le travi verificate/semiprogettate a pressoflessione retta:

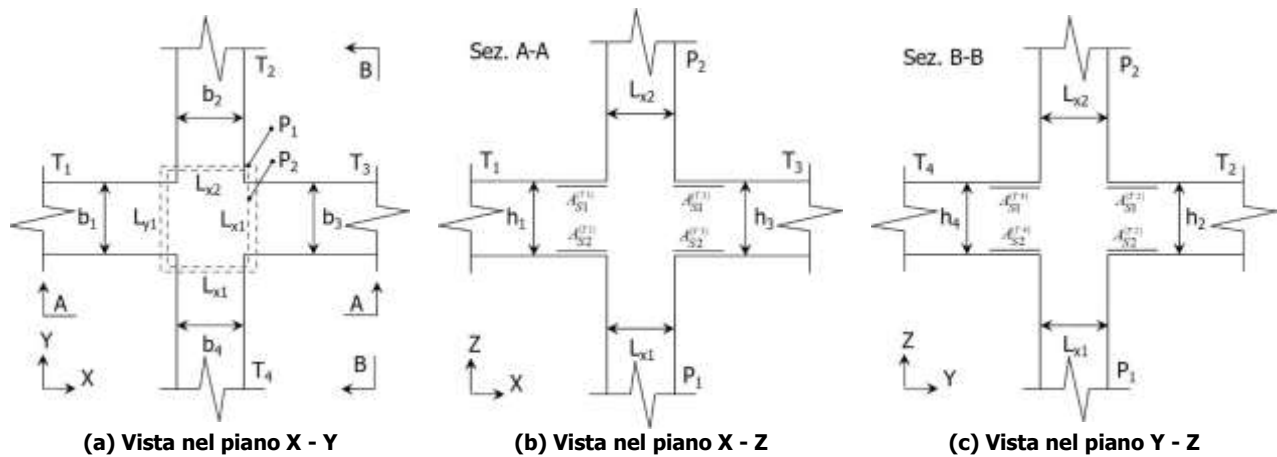
- per tutte le coppie M_x , N , individuate secondo la modalità precedentemente illustrata, si calcola il coefficiente di sicurezza in base all'armatura adottata;
- se per almeno una di queste coppie esso è inferiore all'unità, si incrementa l'armatura variando il diametro delle barre utilizzate e/o il numero delle stesse in maniera iterativa fino a quando il coefficiente di sicurezza risulta maggiore o al più uguale all'unità per tutte le coppie considerate.

Nei "*Tabulati di calcolo*", per brevità, non potendo riportare una così grossa mole di dati, si riporta la terna M_x , M_y , N , o la coppia M_x , N che ha dato luogo al minimo coefficiente di sicurezza.

Una volta semiprogettate le armature allo SLU, si procede alla verifica delle sezioni allo Stato Limite di Esercizio con le sollecitazioni derivanti dalle combinazioni rare, frequenti e quasi permanenti; se necessario, le armature vengono integrate per far rientrare le tensioni entro i massimi valori previsti. Si procede alle verifiche alla deformazione, quando richiesto, ed alla fessurazione che, come è noto, sono tese ad assicurare la durabilità dell'opera nel tempo.

8.1.1.1 Verifica di confinamento dei nodi

La progettazione dei nodi delle strutture in c.a. viene condotta secondo le prescrizioni del § 7.4.4.3 del D.M. 2018. Si consideri, in generale, lo schema di nodo rappresentato nella figura seguente in cui $n_t = 4$ e $n_p = 2$ sono, rispettivamente, il numero di travi e pilastri concorrenti nel nodo.



In base alle dimensioni geometriche delle membrature (travi e pilastri) concorrenti nel nodo è possibile classificare i nodi in:

- **Interamente Confinati [IC]**, se $n_t = 4$ e:

$$\min \{b_1, b_3\} \geq \frac{3}{4} \max \{L_{y1}, L_{y2}\}$$

$$\min \{h_1, h_3\} \geq \frac{3}{4} \max \{h_1, h_3\}$$

$$\min \{b_2, b_4\} \geq \frac{3}{4} \max \{L_{x1}, L_{x2}\}$$

$$\min \{h_2, h_4\} \geq \frac{3}{4} \max \{h_2, h_4\}$$

- **Non Interamente Confinati [NIC]**, se non tutte le precedenti condizioni sono rispettate.

In base all'ubicazione del nodo nella struttura è possibile distinguere tra:

- **Nodi Interni [NI]**: in cui, evidentemente, $n_t = 4$;
- **Nodi Esterni [NE]**, in cui $1 \leq n_t < 4$.

I nodi sono stati progettati considerando una sollecitazione tagliante pari a (cfr. [7.4.6-7] D.M. 2018):

$$V_{jbd}^{(T_i)} = \gamma_{Rd} \left(A_{S1}^{(T_i)} + A_{S2}^{(T_i)} \right) f_{yd} - V_C^{(P_{2,i})} \quad i = 1, \dots, n_t \quad [NI]$$

$$V_{jbd}^{(T_i)} = \gamma_{Rd} A_{S1}^{(T_i)} f_{yd} - V_C^{(P_{2,i})} \quad i = 1, \dots, n_t \quad [NE]$$

dove:

$\gamma_{Rd} = 1,20$ in CD-A e $1,10$ in CD-B ed in caso di comportamento non dissipativo (cfr. Tab. 7.2.I e § 7.4.1 D.M. 2018);

f_{yd} è la tensione di progetto dell'acciaio delle armature delle travi;

$V_C^{(P_{2,i})}$ è il taglio in condizioni sismiche del pilastro superiore, lungo la direzione della trave considerata:

$$V_C^{(P_{2,i})} = V_C^{(P_{2,x})} \quad i = 1, 3$$

$$V_C^{(P_{2,i})} = V_C^{(P_{2,y})} \quad i = 2, 4$$

Le terne (A_{S1} , A_{S2} , V_C) sono state scelte in modo da considerare la situazione più sfavorevole. La verifica a taglio-compressione si esegue controllando che (cfr. [7.4.8] D.M. 2018):

$$V_{jbd}^{(T_i)} \leq V_{R,jbd}^{(T_i)} = \eta f_{cd} b_j^{(T_i)} h_{jc}^{(P_{2,i})} \sqrt{1 - \frac{v_d}{\eta}}$$

dove:

$$\eta = \alpha_j \left(1 - \frac{f_{ck} [MPa]}{250} \right);$$

$\alpha_j = 0,6$ per [NI] e $0,48$ per [NE];

b_j è la larghezza effettiva del nodo, pari a:

$$b_j^{(T_i)} = \min \{ b_{j1}^{(T_i)}, b_{j2}^{(T_i)} \} \quad i = 1, \dots, n_t$$

$$b_{j1}^{(T_i)} = \max \{ L_{x1}, L_{x2}, b_i \} \quad i = 1, 3$$

$$b_{j1}^{(T_i)} = \max \{ L_{y1}, L_{y2}, b_i \} \quad i = 2, 4$$

$$b_{j2}^{(T_i)} = \max \left\{ L_{x1} + \frac{L_{y1}}{2}, b_i + \frac{L_{y1}}{2} \right\} \quad i = 1, 3$$

$$b_{j2}^{(T_i)} = \max \left\{ L_{y1} + \frac{L_{x1}}{2}, b_i + \frac{L_{x1}}{2} \right\} \quad i = 2, 4$$

$h_{jc}^{(P_{2,i})}$ è la distanza tra le armature del pilastro:

$$h_{jc}^{(P_{2,i})} = L_{x1} - 2(c + \Phi_{st}) - \Phi_L \quad i = 1, 3$$

$$h_{jc}^{(P_{2,i})} = L_{y1} - 2(c + \Phi_{st}) - \Phi_L \quad i = 2, 4$$

c , Φ_{st} e Φ_L sono, rispettivamente, il ricoprimento, il diametro delle staffe nel pilastro, ed il diametro delle armature longitudinali del pilastro;

$v_d = \frac{N_{Ed}^{(P_2)}}{L_{x2} L_{y2} f_{cd}}$ è lo sforzo normale adimensionalizzato del pilastro superiore.

Le armature a taglio per il confinamento del nodo sono progettate adottando la meno stringente tra la relazione ([7.4.10] D.M. 2018):

$$\frac{A_{sh,i} f_{ywd}}{b_j^{(T_i)} h_{jw}^{(T_i)}} \geq \frac{\left[\frac{V_{jbd}^{(T_i)}}{b_j^{(T_i)} h_{jw}^{(T_i)}} \right]}{f_{ctd} + v_d f_{cd}} - f_{ctd} \quad i = 1, \dots, n_t$$

dove:

$A_{sh,i}$ è l'armatura totale a taglio nel nodo nella direzione in esame:

$$A_{sh,i} = n_{st,i} n_{br,x} \left(\frac{\pi \Phi_{st}^2}{4} \right) \quad i = 1, 3$$

$$A_{sh,i} = n_{st,i} n_{br,y} \left(\frac{\pi \Phi_{st}^2}{4} \right) \quad i = 2, 4$$

$n_{st,i}$ è il numero totale di staffe nel nodo, uniformemente ripartito lungo l'altezza della trave in esame;

$n_{br,x}$ e $n_{br,y}$ sono il numero di bracci delle staffe nel nodo, nella direzione in esame;

Φ_{st} è il diametro delle staffe nel nodo;

f_{ywd} è la tensione di progetto dell'acciaio delle staffe;

$$h_{jw}^{(T_i)} = h_i - 2(c + \Phi_{st}) - \Phi_L$$

c , Φ_{st} e Φ_L sono, rispettivamente, il ricoprimento, il diametro delle staffe nella trave, ed il diametro delle armature longitudinali nella trave;

e le seguenti relazioni ([7.4.11-12] D.M. 2018):

$$A_{sh,i} f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} \left(A_{s1}^{(T_i)} + A_{s2}^{(T_i)} \right) f_{yd} \left(1 - 0,8 v_d^{[NI]} \right) \quad i = 1, \dots, n_t \quad [NI]$$

$$A_{sh,i} f_{ywd} \geq \gamma_{Rd} A_{s1}^{(T_i)} f_{yd} \left(1 - 0,8 v_d^{[NE]} \right) \quad i = 1, \dots, n_t \quad [NE]$$

dove:

$$v_d^{[NI]} = \frac{N_{Ed}^{(P_2)}}{L_{x2} L_{y2} f_{cd}} \quad \text{è lo sforzo normale adimensionalizzato del pilastro superiore;}$$

$$v_d^{[NE]} = \frac{N_{Ed}^{(P_1)}}{L_{x1} L_{y1} f_{cd}} \quad \text{è lo sforzo normale adimensionalizzato del pilastro inferiore.}$$

Il passo delle staffe da disporre per tutta l'altezza del nodo (pari all'altezza maggiore delle travi in esso convergenti) è pari a:

$$p_{st} = \min_{i=1, \dots, n_t} \left\{ \frac{h_{jw}^{(T_i)}}{n_{st,i} + 1} \right\}$$

dove $n_{st} = \max_i n_{st,i}$ è il numero totale di staffe da disporre nel nodo.

8.1.1.2 Fondazioni superficiali

Le metodologie, i modelli usati ed i risultati del calcolo del **carico limite** sono esposti nella relazione GEOTECNICA.

8.1.2 Elementi in Acciaio

Per quanto concerne la verifica degli elementi in **acciaio**, le verifiche effettuate per ogni elemento dipendono dalla funzione dell'elemento nella struttura. Ad esempio, elementi con prevalente comportamento assiale (controventi o appartenenti a travi reticolari) sono verificate a trazione e/o compressione; elementi con funzioni portanti nei confronti dei carichi verticali sono verificati a Pressoflessione retta e Taglio; elementi con funzioni resistenti nei confronti di azioni orizzontali sono verificati a pressoflessione deviata e taglio oppure a sforzo normale se hanno la funzione di controventi.

Le verifiche allo SLU sono effettuate sempre controllando il soddisfacimento della relazione:

$$R_d \geq S_d$$

dove R_d è la resistenza calcolata come rapporto tra R_k (resistenza caratteristica del materiale) e γ (coefficiente di sicurezza), mentre S_d è la generica sollecitazione di progetto calcolata considerando tutte le Combinazioni di Carico per lo Stato Limite esaminato. resistenza viene determinata, in funzione della Classe di appartenenza della Sezione metallica, col metodo Elastico o Plastico (vedi §4.2.3.2 del D.M. 2018). portato in conto l'indebolimento causato dall'eventuale presenza di fori.

Le verifiche effettuate sono quelle previste al §4.2.4.1.2 D.M. 2018 ed in particolare:

- Verifiche di Trazione
- Verifiche di Compressione
- Verifiche di Flessione Monoassiale
- Verifiche di Taglio (considerando l'influenza della Torsione) assiale e biassiale.
- Verifiche per contemporanea presenza di Flessione e Taglio
- Verifiche per PressoFlessione retta e biassiale

Nei "Tabulati di calcolo", per ogni tipo di Verifica e per ogni elemento interessato dalla Verifica, sono riportati i valori delle resistenze e delle sollecitazioni che hanno dato il minimo coefficiente di sicurezza, calcolato generalmente come:

$$CS = R_d/S_d.$$

8.1.2.1 Verifiche di Instabilità

Per tutti gli elementi strutturali sono state condotte verifiche di stabilità delle membrature secondo le indicazioni del §4.2.4.1.3 del D.M. 2018; in particolare sono state effettuate le seguenti verifiche:

- Verifiche di stabilità per compressione semplice, con controllo della snellezza.
- Verifiche di stabilità per elementi inflessi.
- Verifiche di stabilità per elementi inflessi e compressi.

Le verifiche sono effettuate considerando la possibilità di instabilizzazione flessotorsionale. "Tabulati di calcolo", per ogni tipo di verifica e per ogni elemento strutturale, sono riportati i risultati di tali verifiche.

8.1.2.2 Verifiche di Deformabilità

Sono state condotte le verifiche definite al §4.2.4.2 del D.M. 2018 e in particolare si citano:

- Verifiche agli spostamenti verticali per i singoli elementi (§4.2.4.2.1 D.M. 2018).
- Verifiche agli spostamenti laterali per i singoli elementi (§4.2.4.2.2 D.M. 2018).
- Verifiche agli spostamenti per il piano e per l'edificio (§4.2.4.2.2 D.M. 2018).

I relativi risultati sono riportati nei "Tabulati di calcolo".

8.2 DETTAGLI STRUTTURALI

Il progetto delle strutture è stato condotto rispettando i dettagli strutturali previsti dal D.M. 2018, nel seguito illustrati. Il rispetto dei dettagli può essere evinto, oltreché dagli elaborati grafici, anche dalle verifiche riportate nei tabulati allegati alla presente relazione.