

COMUNE DI MONTEFIORINO

Provincia di Modena

**Miglioramento sismico e consolidamento fondazioni della scuola
dell'infanzia H. C. Andersen**

COMMITTENTE: Comune di Montefiorino
Località: Pianellino

CONTROLLO RIGIDENZE STRUTTURALI

Allegato: 6

Montefiorino, Dicembre 2015

**IL PROGETTISTA E D.L.
DELLE STRUTTURE**

GIUSTI ing. Giovanni

Si provvede al controllo delle rigidità strutturali nello stato di fatto e di progetto mediante il metodo dell'ellissi delle rigidità.

Si riportano i dati numerici completi per i vari livelli ed il grafico dell'ellissi, al livello +115 cm corrispondente al solaio di calpestio del piano terra.

Si riporta la nota descrittiva dei dati e risultati del report (Rif. Manuale del programma DolmenWin r.2015):

Quota del piano: è quella di ciascun livello definito nell'Ambiente Grafico del modello di calcolo.

- *Rigidità flessionali K_x e K_y , calcolate come rapporto tra forza applicata e spostamento del baricentro di piano. Il valore è ridotto di tre ordini di grandezza per una maggiore leggibilità.*
- *Rigidità torsionale K_{tors} , calcolata come rapporto tra momento torcente applicato e rotazione del piano. Il valore è ridotto di sei ordini di grandezza.*
- *Coordinate X_k e Y_k del centro rigidità: è il punto attorno al quale avviene la rotazione del piano, e corrisponde al centro dell'ellisse di rigidità (o delle rigidità).*
- *Coordinate X_g e Y_g del baricentro: è il punto di applicazione della risultante delle azioni gravitazionali, e perciò anche delle forze sismiche; nella grafica viene disegnato un rettangolo centrato sul baricentro, con base e altezza pari al 5% delle dimensioni definite al punto seguente.*
- *Dimensione X ed Y del piano: L_x ed L_y corrispondono alla larghezza e all'altezza del rettangolo che circonda il piano.*
- *Raggi di rigidità r_x e r_y : sono definiti come la radice quadrata del rapporto tra rigidità torsionale e rigidità flessionale e costituiscono i semiassi dell'ellisse delle rigidità.*
- *Raggio giroscopico (I_s): $I_s^2 = (L_x^2 + L_y^2)/12$. È una lunghezza caratteristica del piano, di tipo puramente geometrico.*
- *$MIN(r_x, r_y) / I_s$: nelle strutture a telaio/pareti il rapporto tra il più piccolo raggio di rigidità ed il raggio giroscopico deve essere maggiore di 0.8; se così non è la struttura va classificata come "deformabile torsionalmente" ai fini del fattore di struttura q_0 (NTC 7.4.3.1). Per aumentare questo rapporto gli elementi di controvento come setti e pareti devono essere il più distanti possibile dal centro della struttura, per esempio sul perimetro esterno.*
- *$(X_g - X_k)/r_x$ e $(Y_g - Y_k)/r_y$: distanze tra baricentro e centro delle rigidità (separatamente per direzione x e y) rapportate al rispettivo raggio di rigidità. Misurano l'eccentricità della forza sismica, che idealmente dovrebbe essere nulla (baricentro delle masse coincidente col centro delle rigidità): in effetti l'EC8 considera "regolare in pianta" una distribuzione di rigidità in cui tali rapporti sono minori di 0.3. Nella grafica viene evidenziata la regione di nocciolo, che è appunto un'ellisse con gli assi pari a 0.3 volte quelli dell'ellisse di rigidità. In pratica per la regolarità è sufficiente se il rettangolo baricentrico cade all'interno della regione di nocciolo.*
- *2° ordine (θ_x / θ_y): in base al punto 7.3.2 delle NTC2008 va verificato ad ogni piano che gli effetti del 2° ordine siano trascurabili, cioè che la quantità "peso x spostamento orizzontale relativo al piano inferiore" sia minore del 10% di "forza sismica x altezza di piano". Il parametro calcolato è appunto il valore di tale rapporto, nelle due direzioni.*
- *Percentuale dinamica X/Y: è una stima dell'importanza della massa di piano ai fini dell'azione sismica complessiva. In effetti il contributo di ogni piano non dipende solo dall'entità del suo carico, ma anche dalla distribuzione delle rigidità lungo l'altezza della struttura. Il programma segnala con un simbolo apposito (^^^^) i piani dove la percentuale stimata è minore di 1/4 del contributo medio. Una situazione tipica si ha in presenza di muri di fondazione che non proseguono oltre il piano terreno. Se viene lanciata l'Analisi Dinamica in casi come questo, può risultare difficile raggiungere l'85% di massa attivata richiesta dalla Normativa: una possibile soluzione consiste nel predisporre in Ambiente Grafico una condizione con tipologia "Peso di fondazione" e di trasferirvi pesi propri e carichi di piano delle quote segnalate.*

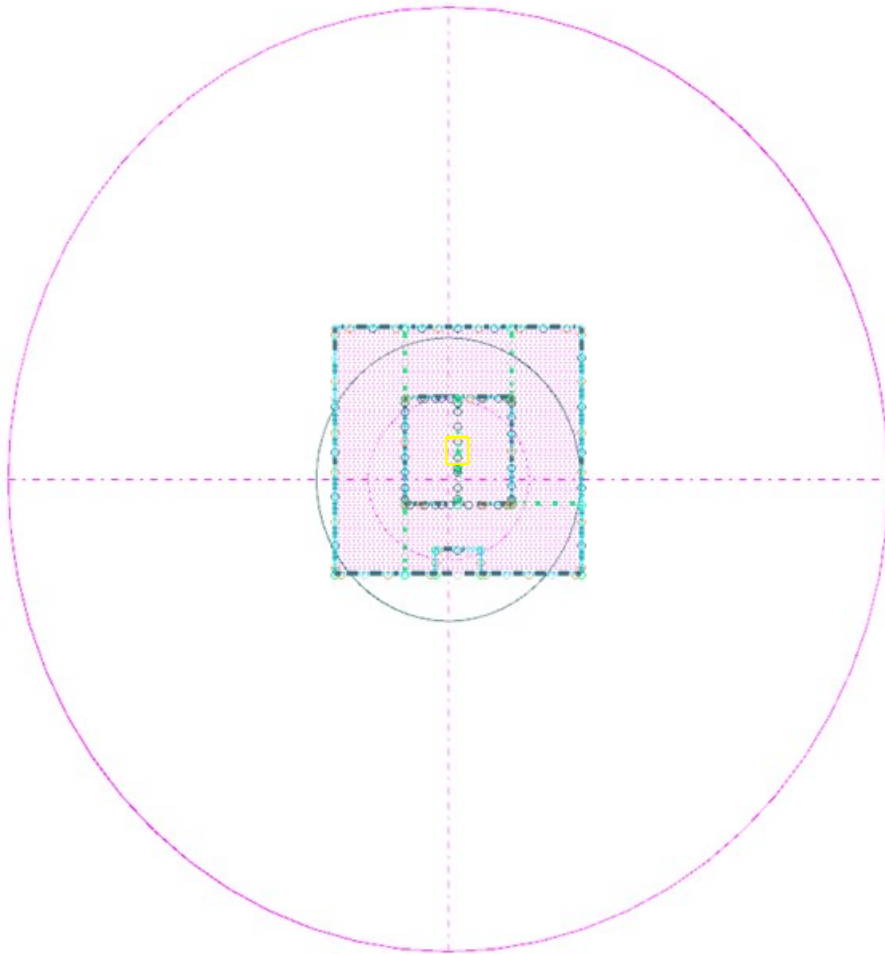
Il programma di controllo rigidità si basa sull'ipotesi che ogni piano della struttura sia connesso da un controventamento orizzontale (soletta, croci di tiranti, ecc.) e non abbia soluzione di continuità (assenza di giunti di dilatazione / giunti sismici). Se così non è, il calcolo è ancora possibile, ma non è più vero che la rotazione di piano avviene per tutti i nodi attorno ad un unico centro: di conseguenza l'affidabilità nella posizione del centro di rigidità e nella misura dei raggi dell'ellisse sarà molto minore.





Il file grafico 3D "ellisse_rigidità.grf", che riassume sinteticamente tutte le calcolazioni effettuate, consente inoltre di stimare la regolarità della struttura anche in senso verticale, controllando l'evoluzione piano per piano della posizione del baricentro, del centro delle rigidità e delle dimensioni dell'ellisse di rigidità.

CONTROLLO RIGIDENZE STRUTTURALI (SDF)

Quota del piano		115.0		425.0		600.0		730.0		[cm]
Rigidizza KX (/1000)		22497.989		978.334		838.628		669.562		[kN/m]
Rigidizza KY (/1000)		25896.520		1421.295		951.010		841.030		[kN/m]
Rigidizza Ktors (/1e6)		41846.6429		333.8632		16.9106		70.9564		[kNm]
Xk (centro rigidzze)		1805.9		1717.7		1832.2		1828.1		[cm]
Yk (centro rigidzze)		1391.8		2240.5		1785.7		1789.8		[cm]
Xg (baricentro)		1894.9		1909.5		1871.6		1895.2		[cm]
Yg (baricentro)		1652.8		1629.4		1654.4		1629.9		[cm]
dimensione X		2250		2250		975		975		[cm]
dimensione Y		2250		2250		975		975		[cm]
raggio rigidzza (rx)		4020		1533		422		919		[cm]
raggio rigidzza (ry)		4313		1847		449		1029		[cm]
raggio giratorio (Is)		919		919		398		398		[cm]
MIN(rx , ry) / Is		4.3762		1.6685		1.0595		2.3078		ok (> 0.8)
(Xg - Xk) / rx		0.0221		0.1251		0.0936		0.0730		ok (< 0.3)
(Yg - Yk) / ry		0.0605		0.3308		0.2923		0.1553		> 0.3 !!!!
2° ordine (theta X)		0.04		0.11		0.10		0.06		[%] ok (< 10%)
2° ordine (theta Y)		0.03		0.08		0.09		0.05		[%] ok (< 10%)
Percentuale dinamica X		5.44		45.81		28.76		19.99		[%]
Percentuale dinamica Y		6.37		43.14		29.71		20.78		[%]

SCHEMA GRAFICO RIGIDENZE STRUTTURALI (SDF)

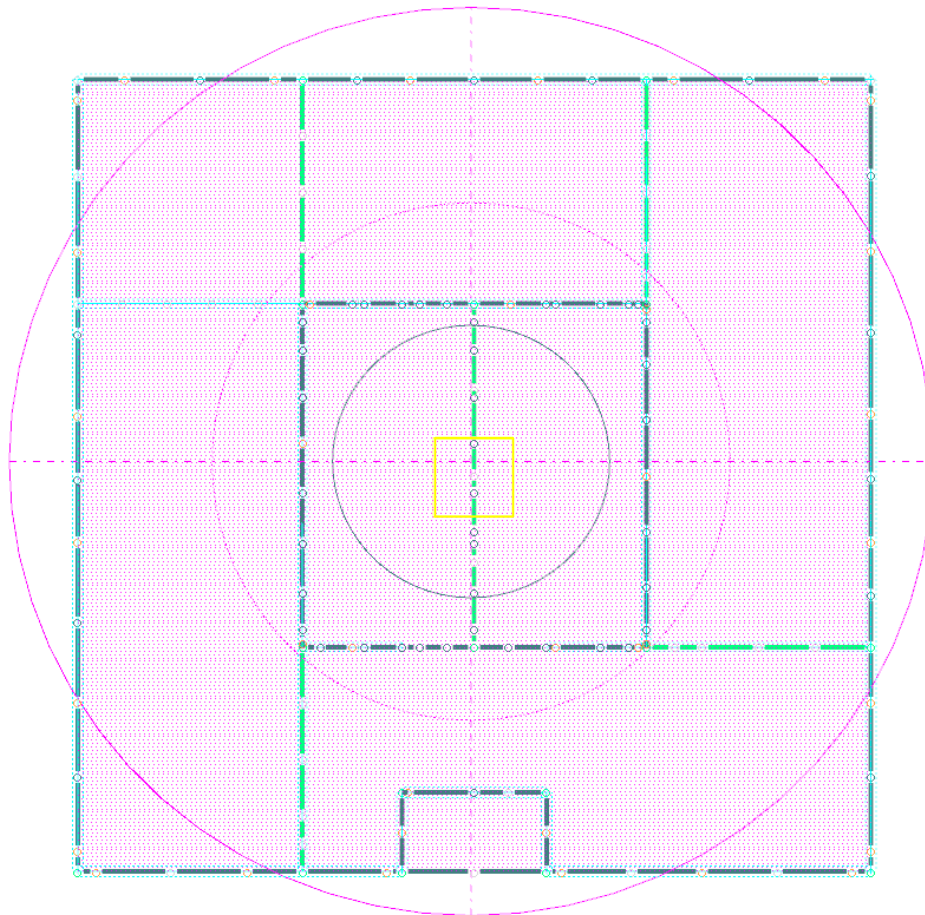






-  Ellissi delle rigidzze
-  Nocciolo centrale. Verifica: $(X_g - X_k) / r_x < 0.30$
-  Verifica $\text{MIN}(r_x, r_y) / l_s > 0.8$
-  Rettangolo di lati $(L_x, L_y) * 0.05$ costruito sul baricentro G delle masse

CONTROLLO RIGIDENZE STRUTTURALI (SDP)

Quota del piano		115.0		425.0		600.0		730.0		[cm]
Rigidezza KX (/1000)		1660.968		1303.497		4790.790		1063.597		[kN/m]
Rigidezza KY (/1000)		1609.456		1780.959		3624.177		1458.709		[kN/m]
Rigidezza Ktors (/1e6)		276.1427		292.8541		90.9654		87.1125		[kNm]
Xk (centro rigidezze)		1886.2		1847.7		1841.4		1847.4		[cm]
Yk (centro rigidezze)		1698.1		1754.2		1742.7		1747.1		[cm]
Xg (baricentro)		1891.0		1908.9		1870.1		1895.2		[cm]
Yg (baricentro)		1653.3		1632.2		1653.7		1629.9		[cm]
dimensione X		2250		2250		975		975		[cm]
dimensione Y		2250		2250		975		975		[cm]
raggio rigidezza (rx)		1310		1282		501		773		[cm]
raggio rigidezza (ry)		1289		1499		436		905		[cm]
raggio giratorio (ls)		919		919		398		398		[cm]
MIN(rx , ry) / ls		1.4037		1.3960		1.0947		1.9413		ok (> 0.8)
(Xg - Xk) / rx		0.0036		0.0477		0.0574		0.0619		ok (< 0.3)
(Yg - Yk) / ry		0.0347		0.0814		0.2040		0.1295		ok (< 0.3)
2° ordine (theta X)		0.52		0.09		0.02		0.04		[%] ok (< 10%)
2° ordine (theta Y)		0.53		0.07		0.02		0.03		[%] ok (< 10%)
Percentuale dinamica X		39.06		37.01		14.73		9.20		[%]
Percentuale dinamica Y		42.40		34.70		14.20		8.69		[%]

SCHEMA GRAFICO RIGIDENZE STRUTTURALI (SDP)



-  Ellissi delle rigidzze
-  Nocciole centrale. verifica: $(x_g - x_k) / r_x < 0.30$
-  Verifica $\text{MIN}(r_x, r_y) / l_s > 0.8$
-  Rettangolo di lati $(L_x, L_y) * 0.05$ costruito sul baricentro della struttura

Il controllo delle rigidzze strutturali nello stato di progetto è positivo a tutti i livelli significativi della struttura.

La situazione nello stato di progetto è migliorata rispetto allo stato di fatto (Rif. Verifica $(y_g - y_k) / r_y < 0.3$).