

Corso di Laurea in Ingegneria Edile-Architettura

Progetto di costruzioni in zona sismica  
A.A. 2024/2025

## 15 – DIMENSIONAMENTO DI TRAVI E PILASTRI (2)

Francesca Barbagallo, Università degli Studi di Catania

# Forze e Sollecitazioni.xlsx, foglio CarSoll

Sisma in direzione:		x																		
N. pilastri	13																			
Luce media	4.1 m																			
Pilastro con due travi emergenti								Pilastro con una trave emergente								Trave emergente				
Piano	h (m)	Taglio (kN)	Taglio Pil.		Mom. Pil.	Mom. Tra.	Δ Pil.	Piano	Taglio Pil.	Mom. Pil.	M Ger. Res.	Piano	Rid.	Taglio Pil.	Mom. Pil.	M Ger. Res.	ΔN Pil.	Piano	Mom. Tra.	V tra.
5	3.20	708.1	54.5	0.5	87.1	43.6	21.3	5	54.5	87.1	130.7	5	0.60	32.7	52.3	78.4	21.3	5	43.6	21.3
4	3.20	1246.4	95.9	0.5	153.4	120.3	79.9	4	95.9	153.4	230.1	4	0.60	57.5	92.0	138.1	79.9	4	120.3	58.7
3	3.20	1653.2	127.2	0.5	203.5	178.4	167.0	3	127.2	203.5	305.2	3	0.60	76.3	122.1	183.1	167.0	3	178.4	87.0
2	3.20	1928.3	148.3	0.5	237.3	220.4	274.5	2	148.3	237.3	356.0	2	0.60	89.0	142.4	213.6	274.5	2	220.4	107.5
1	3.49	2045.1	157.3	0.4	219.6	228.5	385.9	1	157.3	219.6	329.4	1	0.80	125.9	175.7	263.5	385.9	1	228.5	111.4
			1 piede -->	0.6	329.4				1 piede -->	329.4	329.4		1 piede -->	0.80		263.5	263.5	385.9		
Sisma in direzione:		y																		
N. pilastri	14						Dirzione													
Luce media	4.1 m																			
Pilastro con due travi emergenti								Pilastro con una trave emergente								Trave emergente				
Piano	h (m)	Taglio (kN)	Taglio Pil.		Mom. Pil.	Mom. Tra.	Δ Pil.	Piano	Taglio Pil.	Mom. Pil.	M Ger. Res.	Piano	Rid.	Taglio Pil.	Mom. Pil.	M Ger. Res.	ΔN Pil.	Piano	Mom. Tra.	V tra.
5	3.20	708.1	50.6	0.5	80.9	40.5	19.7	5	50.6	80.9	121.4	5	0.60	30.3	48.6	72.8	19.7	5	40.5	19.7
4	3.20	1246.4	89.0	0.5	142.4	111.7	74.2	4	89.0	142.4	213.7	4	0.60	53.4	85.5	128.2	74.2	4	111.7	54.5
3	3.20	1653.2	118.1	0.5	188.9	165.7	155.0	3	118.1	188.9	283.4	3	0.60	70.9	113.4	170.0	155.0	3	165.7	80.8
2	3.20	1928.3	137.7	0.5	220.4	204.7	254.9	2	137.7	220.4	330.6	2	0.60	82.6	132.2	198.3	254.9	2	204.7	99.8
1	3.49	2045.1	146.1	0.4	203.9	212.2	358.4	1	146.1	203.9	305.9	1	0.80	116.9	163.1	244.7	358.4	1	212.2	103.5
			1 piede -->	0.6	305.9				1 piede -->	305.9	305.9		1 piede -->	0.80		244.7	244.7	358.4		

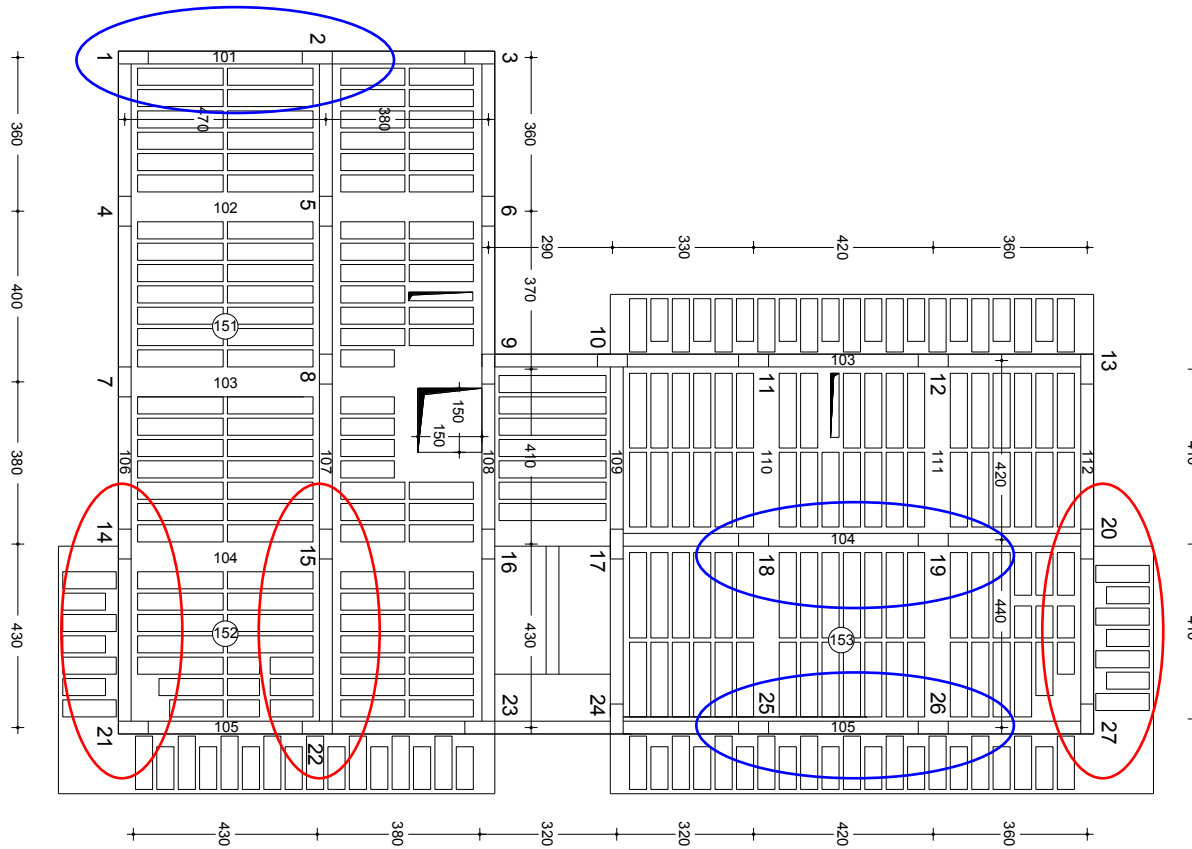
# Previsione delle caratteristiche della sollecitazione

Per il dimensionamento:

- Occorre tener conto degli effetti della rotazione (per eccentricità accidentale e effetto combinato delle diverse componenti) incrementando i valori previsti con un coefficiente fino a 1.2, in funzione della distanza del telaio rispetto al baricentro
- Occorre fare riferimento ai valori al filo trave o filo pilastro
- I valori così stimati (incremento pilastri per gerarchia delle resistenze, incremento nei telai lontani dal baricentro, riduzione a filo) andranno confrontati a fine progetto con quelli utilizzati per la definizione finale delle armature

# Dimensionamento travi

Individuare in carpenteria le travi che potrebbero essere maggiormente sollecitate (e nello stesso tempo pensare a quanto meglio stanno le altre)



# Dimensionamento travi

Per ciascuna trave di interesse individuare e tener conto di:

- Direzione del telaio (parallelo a x o y, perché le sollecitazioni cambiano)
- Posizione del telaio rispetto al baricentro, per tenere conto di eccentricità accidentale e doppia componente del sisma (moltiplicare i valori per 1, 1.05, 1.1, 1.15, 1.2 in base alla distanza)

Campata	1-2	Telaio in direzione	x	Distanza dal baricentro	lontano dal baricentro	Moltiplicatore	1.15
Trave	emergente	Lunghezza della campata	come le altre	Pilastri alle estremità della campata	due pilastri di coltello		2
Momento flettente da carichi verticali in presenza di sisma			$M_q =$	-26.5 kNm	Riduzione a filo pilastro per $M_s$	15% e per $M_q$	15%

# Dimensionamento travi

Per ciascuna trave di interesse individuare e tener conto di:

- Se la trave è emergente oppure a spessore (in questo secondo caso l'effetto del sisma non è rilevante)
- La lunghezza della trave rispetto alle altre (se è più lunga il momento da sisma sarà minore di quanto previsto, se è più corta sarà maggiore)
- Se i pilastri di estremità sono di coltello o di piatto (se sono entrambi di piatto il momento da sisma sarà minore)

Campata	1-2	Telaio in direzione	x	Distanza dal baricentro	lontano dal baricentro	Moltiplicatore	1.15	
Trave	emergente	Lunghezza della campata	come le altre	Pilastri alle estremità della campata	due pilastri di coltello	2		
Momento flettente da carichi verticali in presenza di sisma				M <sub>q</sub> =	-26.5 kNm	Riduzione a filo pilastro per M <sub>s</sub>	15% e per M <sub>q</sub>	15%

# Dimensionamento travi

Per ciascuna trave di interesse individuare e tener conto di:

- Quanto vale il momento flettente da carichi verticali
  - Per le travi emergenti è in genere prevalente l'effetto del sisma, quindi occorre indicare il momento da carichi in presenza di sisma
  - Per le travi a spessore indicare il momento da carichi in assenza di sisma
- Quale riduzione forfaitaria applicare per stimare il valore a filo pilastro

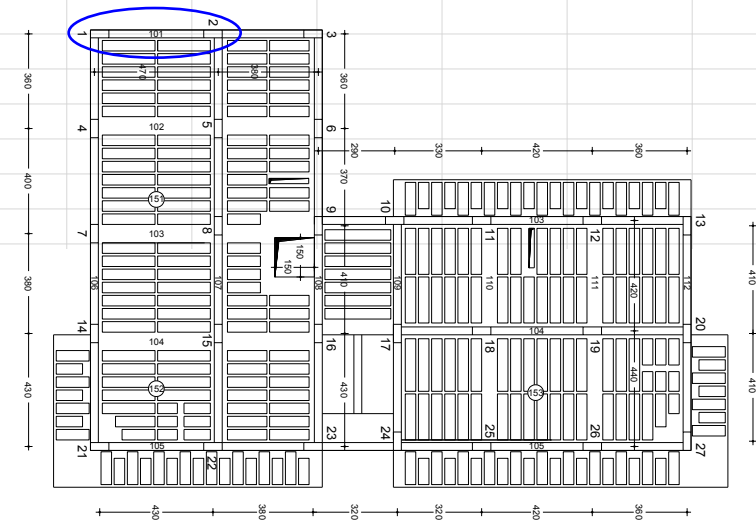
Campata	1-2	Telaio in direzione	x	Distanza dal baricentro	lontano dal baricentro	Moltiplicatore	1.15	
Trave	emergente	Lunghezza della campata	come le altre	Pilastri alle estremità della campata	due pilastri di coltello		2	
Momento flettente da carichi verticali in presenza di sisma				M <sub>q</sub> =	-26.5 kNm	Riduzione a filo pilastro per M <sub>s</sub>	15% e per M <sub>q</sub>	15%

# Dimensionamento travi

Si riportano alcuni esempi

Campata	1-2	Telaio in direzione		x	Distanza dal baricentro		lontano dal baricentro		Moltiplicatore	1.15
Trave	emergente	Lunghezza della campata		come le altre		Pilastri alle estremità della campata		due pilastri di coltello	2	
Momento flettente da carichi verticali in presenza di sisma				M <sub>q</sub> =	-26.5 kNm		Riduzione a filo pilastro per M <sub>s</sub>		15% e per M <sub>q</sub>	15%
Piano	M <sub>s</sub> (kNm)		M <sub>q</sub> (kNm)		M <sup>-</sup> max (kNm)		M <sup>+</sup> max (kNm)			
	val. base	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	
5	43.6	50.1	42.6	-26.5	-22.5	-76.6	-65.1	23.6	20.1	
4	120.3	138.3	117.6	-26.5	-22.5	-164.8	-140.1	111.8	95.0	
3	178.4	205.2	174.4	-26.5	-22.5	-231.7	-196.9	178.7	151.9	
2	220.4	253.5	215.4	-26.5	-22.5	-280.0	-238.0	227.0	192.9	
1	228.5	262.7	223.3	-26.5	-22.5	-289.2	-245.9	236.2	200.8	

The image shows a detailed architectural floor plan of a building. The plan is rectangular with overall dimensions of 360 units by 400 units. It features a grid of columns and beams. A blue circle highlights a specific area in the upper left corner, which appears to be a staircase or a small enclosed space. Various dimensions are marked throughout the plan, including 360, 400, 200, 300, 400, 300, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200. The plan also includes a north arrow pointing upwards.



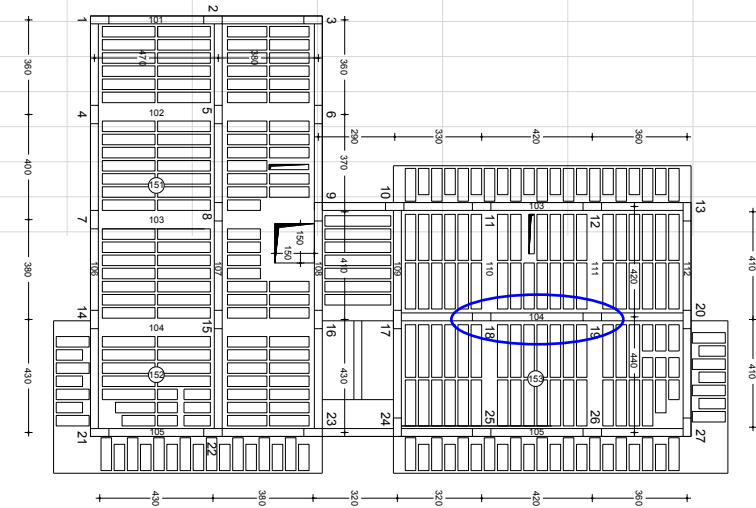


# Dimensionamento travi

Si riportano alcuni esempi

Campata	18-19	Telaio in direzione		x	Distanza dal baricentro		molto vicino al baricentro		Moltiplicatore	1.00
Trave	emergente	Lunghezza della campata		come le altre		Pilastri alle estremità della campata		due pilastri di coltello	2	
Momento flettente d acarichi verticali in presenza di sisma				M <sub>q</sub> =	-58.2 kNm		Riduzione a filo pilastro per M <sub>s</sub>		15% e per M <sub>q</sub>	15%
Piano	M <sub>s</sub> (kNm)		M <sub>q</sub> (kNm)		M <sup>-</sup> max (kNm)		M <sup>+</sup> max (kNm)			
	val. base	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	
5	43.6	43.6	37.0	-58.2	-49.5	-101.8	-86.5	-14.6	-12.4	
4	120.3	120.3	102.2	-58.2	-49.5	-178.5	-151.7	62.1	52.8	
3	178.4	178.4	151.7	-58.2	-49.5	-236.6	-201.1	120.2	102.2	
2	220.4	220.4	187.3	-58.2	-49.5	-278.6	-236.8	162.2	137.9	
1	228.5	228.5	194.2	-58.2	-49.5	-286.7	-243.7	170.3	144.7	

The diagram is a detailed architectural floor plan of a building. It shows a rectangular layout with various rooms and corridors. Dimensions are provided in meters (m) along the top and left sides. The top dimension is 36.0 m, and the left dimension is 40.0 m. Room numbers are indicated within the plan, including 101, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200. The plan also shows a central corridor and a staircase area.

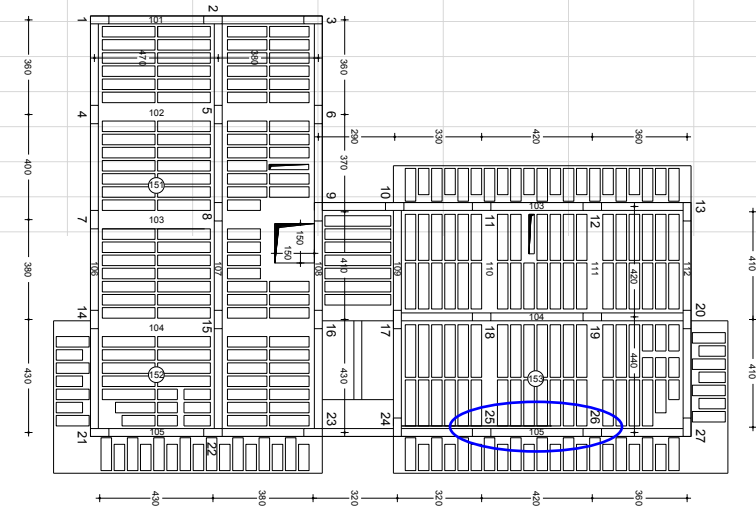


# Dimensionamento travi

Si riportano alcuni esempi

Campata	25-26	Telaio in direzione		x	Distanza dal baricentro		distanza intermedia dal baricentro		Moltiplicatore	1.10
Trave	emergente	Lunghezza della campata		come le altre		Pilastri alle estremità della campata		due pilastri di coltello		2
Momento flettente d acarichi verticali in presenza di sisma				M <sub>q</sub> =	-58.2 kNm		Riduzione a filo pilastro per M <sub>s</sub>		15% e per M <sub>q</sub>	15%
Piano	M <sub>s</sub> (kNm)		M <sub>q</sub> (kNm)		M <sup>-</sup> max (kNm)		M <sup>+</sup> max (kNm)			
	val. base	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	
5	43.6	47.9	40.7	-58.2	-49.5	-106.1	-90.2	-10.3	-8.7	
4	120.3	132.3	112.5	-58.2	-49.5	-190.5	-161.9	74.1	63.0	
3	178.4	196.3	166.8	-58.2	-49.5	-254.5	-216.3	138.1	117.4	
2	220.4	242.4	206.1	-58.2	-49.5	-300.6	-255.5	184.2	156.6	
1	228.5	251.3	213.6	-58.2	-49.5	-309.5	-263.1	193.1	164.2	

The diagram shows a floor plan of a building with various rooms and dimensions. The plan is oriented with a vertical axis on the left and a horizontal axis at the top. Dimensions are given in meters (m). The vertical axis has dimensions of 360, 420, and 480. The horizontal axis has dimensions of 360, 420, 480, and 360. Rooms are numbered 1 through 13. The plan includes a central corridor and several rooms of varying sizes. The dimensions are indicated by lines with arrows and numerical values.

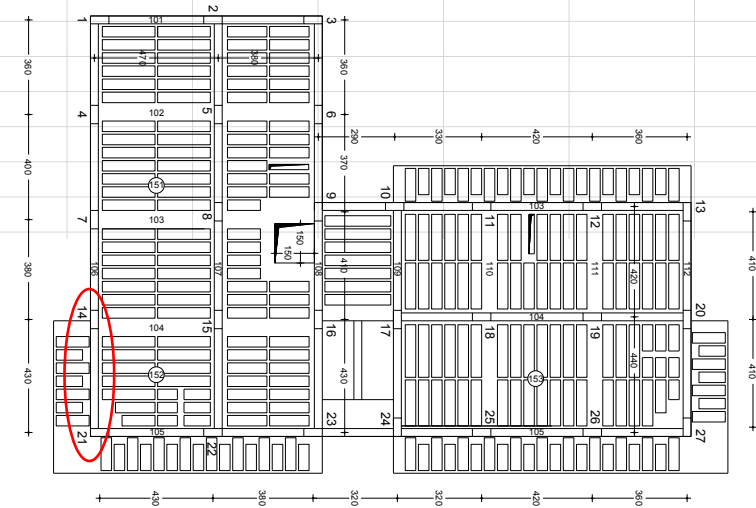


# Dimensionamento travi

Si riportano alcuni esempi

Campata	21-24	Telaio in direzione		y	Distanza dal baricentro		lontano dal baricentro		Moltiplicatore		1.15
	Trave	emergente		Lunghezza della campata		come le altre		Pilastri alle estremità della campata		due pilastri di coltello	2
Momento flettente d acarichi verticali in presenza di sisma					M <sub>q</sub> =	-58.2 kNm		Riduzione a filo pilastro per M <sub>s</sub>		15% e per M <sub>q</sub>	15%
Piano	M <sub>s</sub> (kNm)		M <sub>q</sub> (kNm)		M <sup>-</sup> max (kNm)		M <sup>+</sup> max (kNm)				
	val. base	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo		
5	40.5	46.5	39.6	-58.2	-49.5	-104.7	-89.0	-11.7	-9.9		
4	111.7	128.4	109.2	-58.2	-49.5	-186.6	-158.6	70.2	59.7		
3	165.7	190.5	162.0	-58.2	-49.5	-248.7	-211.4	132.3	112.5		
2	204.7	235.4	200.1	-58.2	-49.5	-293.6	-249.5	177.2	150.6		
1	212.2	244.0	207.4	-58.2	-49.5	-302.2	-256.8	185.8	157.9		

The image shows a detailed architectural floor plan of a building. The plan is rectangular, with overall dimensions of 360 units by 420 units. The layout includes several rooms, each numbered. Rooms 1 through 13 are located along the right side of the plan. Rooms 14 through 24 are located along the top side. Rooms 25 through 36 are located along the left side. The plan also shows a central corridor and various smaller rooms and service areas. Dimensions are indicated by lines and numbers: 360, 420, 300, 280, 270, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400, 401, 402, 403, 404, 405, 406, 407, 408, 409, 410, 411, 412, 413, 414, 415, 416, 417, 418, 419, 420, 421, 422, 423, 424, 425, 426, 427, 428, 429, 430, 431, 432, 433, 434, 435, 436, 437, 438, 439, 440, 441, 442, 443, 444, 445, 446, 447, 448, 449, 450, 451, 452, 453, 454, 455, 456, 457, 458, 459, 460, 461, 462, 463, 464, 465, 466, 467, 468, 469, 470, 471, 472, 473, 474, 475, 476, 477, 478, 479, 480, 481, 482, 483, 484, 485, 486, 487, 488, 489, 490, 491, 492, 493, 494, 495, 496, 497, 498, 499, 500, 501, 502, 503, 504, 505, 506, 507, 508, 509, 510, 511, 512, 513, 514, 515, 516, 517, 518, 519, 520, 521, 522, 523, 524, 525, 526, 527, 528, 529, 530, 531, 532, 533, 534, 535, 536, 537, 538, 539, 540, 541, 542, 543, 544, 545, 546, 547, 548, 549, 550, 551, 552, 553, 554, 555, 556, 557, 558, 559, 560, 561, 562, 563, 564, 565, 566, 567, 568, 569, 570, 571, 572, 573, 574, 575, 576, 577, 578, 579, 580, 581, 582, 583, 584, 585, 586, 587, 588, 589, 590, 591, 592, 593, 594, 595, 596, 597, 598, 599, 600, 601, 602, 603, 604, 605, 606, 607, 608, 609, 610, 611, 612, 613, 614, 615, 616, 617, 618, 619, 620, 621, 622, 623, 624, 625, 626, 627, 628, 629, 630, 631, 632, 633, 634, 635, 636, 637, 638, 639, 640, 641, 642, 643, 644, 645, 646, 647, 648, 649, 650, 651, 652, 653, 654, 655, 656, 657, 658, 659, 660, 661, 662, 663, 664, 665, 666, 667, 668, 669, 670, 671, 672, 673, 674, 675, 676, 677, 678, 679, 680, 681, 682, 683, 684, 685, 686, 687, 688, 689, 690, 691, 692, 693, 694, 695, 696, 697, 698, 699, 700, 701, 702, 703, 704, 705, 706, 707, 708, 709, 710, 711, 712, 713, 714, 715, 716, 717, 718, 719, 720, 721, 722, 723, 724, 725, 726, 727, 728, 729, 730, 731, 732, 733, 734, 735, 736, 737, 738, 739, 740, 741, 742, 743, 744, 745, 746, 747, 748, 749, 750, 751, 752, 753, 754, 755, 756, 757, 758, 759, 760, 761, 762, 763, 764, 765, 766, 767, 768, 769, 770, 771, 772, 773, 774, 775, 776, 777, 778, 779, 780, 781, 782, 783, 784, 785, 786, 787, 788, 789, 790, 791, 792, 793, 794, 795, 796, 797, 798, 799, 800, 801, 802, 803, 804, 805, 806, 807, 808, 809, 810, 811, 812, 813, 814, 815, 816, 817, 818, 819, 820, 821, 822, 823, 824, 825, 826, 827, 828, 829, 830, 831, 832, 833, 834, 835, 836, 837, 838, 839, 840, 841, 842, 843, 844, 845, 846, 847, 848, 849, 850, 851, 852, 853, 854, 855, 856, 857, 858, 859, 860, 861, 862, 863, 864, 865, 866, 867, 868, 869, 870, 871, 872, 873, 874, 875, 876, 877, 878, 879, 880, 881, 882, 883, 884, 885, 886, 887, 888, 889, 890, 891, 892, 893, 894, 895, 896, 897, 898, 899, 900, 901, 902, 903, 904, 905, 906, 907, 908, 909, 910, 911, 912, 913, 914, 915, 916, 917, 918, 919, 920, 921, 922, 923, 924, 925, 926, 927, 928, 929, 930, 931, 932, 933, 934, 935, 936, 937, 938, 939, 940, 941, 942, 943, 944, 945, 946, 947, 948, 949, 950, 951, 952, 953, 954, 955, 956, 957, 958, 959, 960, 961, 962, 963, 964, 965, 966, 967, 968, 969, 970, 971, 972, 973, 974, 975, 976, 977, 978, 979, 980, 981, 982, 983, 984, 985, 986, 987, 988, 989, 990, 991, 992, 993, 994, 995, 996, 997, 998, 999, 1000.

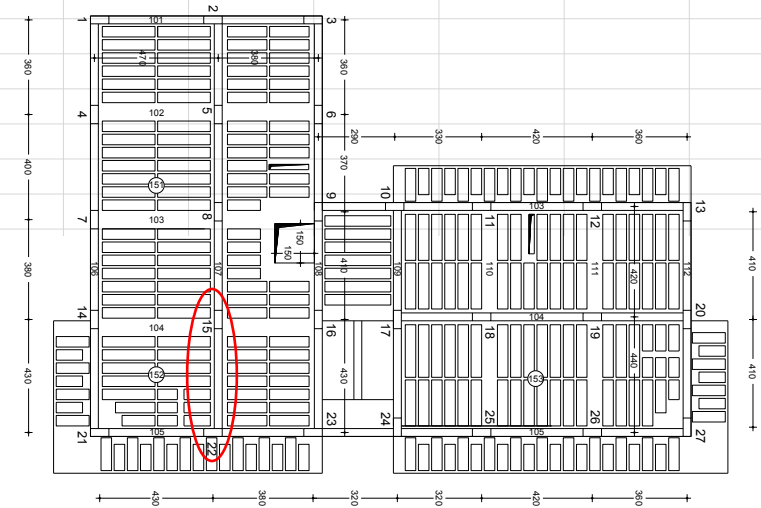


# Dimensionamento travi

Si riportano alcuni esempi

Campata	22-15	Telaio in direzione		y	Distanza dal baricentro		distanza intermedia dal baricentro		Moltiplicatore	1.10
Trave	emergente	Lunghezza della campata		come le altre		Pilastri alle estremità della campata		due pilastri di coltello		2
Momento flettente d acarichi verticali in presenza di sisma				M <sub>q</sub> =	-58.2 kNm		Riduzione a filo pilastro per M <sub>s</sub>		15% e per M <sub>q</sub>	15%
Piano	M <sub>s</sub> (kNm)		M <sub>q</sub> (kNm)		M <sup>-</sup> max (kNm)		M <sup>+</sup> max (kNm)			
	val. base	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	
5	40.5	44.5	37.8	-58.2	-49.5	-102.7	-87.3	-13.7	-11.6	
4	111.7	122.9	104.4	-58.2	-49.5	-181.1	-153.9	64.7	55.0	
3	165.7	182.3	154.9	-58.2	-49.5	-240.5	-204.4	124.1	105.5	
2	204.7	225.1	191.4	-58.2	-49.5	-283.3	-240.8	166.9	141.9	
1	212.2	233.4	198.4	-58.2	-49.5	-291.6	-247.8	175.2	148.9	

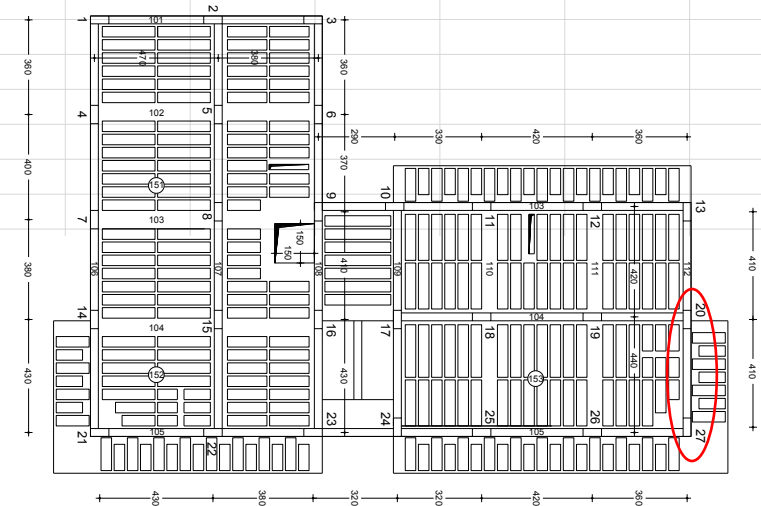
The image shows a detailed architectural floor plan of a building. The plan is rectangular, with overall dimensions of 360 units by 400 units. It features a central corridor (labeled 10) and several rooms. Rooms are numbered 1 through 13. Dimensions are indicated by arrows and numbers: 360, 400, 100, 102, 103, 104, 105, 106, 107, 108, 109, 110, 111, 112, 113, 114, 115, 116, 117, 118, 119, 120, 121, 122, 123, 124, 125, 126, 127, 128, 129, 130, 131, 132, 133, 134, 135, 136, 137, 138, 139, 140, 141, 142, 143, 144, 145, 146, 147, 148, 149, 150, 151, 152, 153, 154, 155, 156, 157, 158, 159, 160, 161, 162, 163, 164, 165, 166, 167, 168, 169, 170, 171, 172, 173, 174, 175, 176, 177, 178, 179, 180, 181, 182, 183, 184, 185, 186, 187, 188, 189, 190, 191, 192, 193, 194, 195, 196, 197, 198, 199, 200, 201, 202, 203, 204, 205, 206, 207, 208, 209, 210, 211, 212, 213, 214, 215, 216, 217, 218, 219, 220, 221, 222, 223, 224, 225, 226, 227, 228, 229, 230, 231, 232, 233, 234, 235, 236, 237, 238, 239, 240, 241, 242, 243, 244, 245, 246, 247, 248, 249, 250, 251, 252, 253, 254, 255, 256, 257, 258, 259, 260, 261, 262, 263, 264, 265, 266, 267, 268, 269, 270, 271, 272, 273, 274, 275, 276, 277, 278, 279, 280, 281, 282, 283, 284, 285, 286, 287, 288, 289, 290, 291, 292, 293, 294, 295, 296, 297, 298, 299, 300, 301, 302, 303, 304, 305, 306, 307, 308, 309, 310, 311, 312, 313, 314, 315, 316, 317, 318, 319, 320, 321, 322, 323, 324, 325, 326, 327, 328, 329, 330, 331, 332, 333, 334, 335, 336, 337, 338, 339, 340, 341, 342, 343, 344, 345, 346, 347, 348, 349, 350, 351, 352, 353, 354, 355, 356, 357, 358, 359, 360, 361, 362, 363, 364, 365, 366, 367, 368, 369, 370, 371, 372, 373, 374, 375, 376, 377, 378, 379, 380, 381, 382, 383, 384, 385, 386, 387, 388, 389, 390, 391, 392, 393, 394, 395, 396, 397, 398, 399, 400.



# Dimensionamento travi

Si riportano alcuni esempi

Campata	20-27	Telaio in direzione		y	Distanza dal baricentro		lontano dal baricentro		Moltiplicatore	1.20
Trave	emergente	Lunghezza della campata			come le altre		Pilastri alle estremità della campata		due pilastri di coltello	2
Momento flettente d acarichi verticali in presenza di sisma					$M_q =$	-47.1 kNm	Riduzione a filo pilastro per $M_s$		15% e per $M_q$	15%
Piano	$M_s$ (kNm)		$M_q$ (kNm)		$M^-$ max (kNm)		$M^+$ max (kNm)			
	val. base	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	in asse	a filo	
5	40.5	48.6	41.3	-47.1	-40.0	-95.7	-81.3	1.5	1.2	
4	111.7	134.0	113.9	-47.1	-40.0	-181.1	-154.0	86.9	73.9	
3	165.7	198.8	169.0	-47.1	-40.0	-245.9	-209.0	151.7	129.0	
2	204.7	245.6	208.8	-47.1	-40.0	-292.7	-248.8	198.5	168.7	
1	212.2	254.6	216.4	-47.1	-40.0	-301.7	-256.4	207.5	176.4	



# Dimensionamento

## travi

Dai valori mostrati, si vede che

- Le sollecitazioni massime sono sostanzialmente analoghe nelle due direzioni
- Nel primo e secondo impalcato i valori sono simili, dell'ordine di 240-260 kNm (dei quali circa 60 da carichi verticali, il resto da sisma)
- Nel terzo impalcato i valori sono un po' più bassi, al di sotto di 220 kNm
- Nel quarto impalcato i valori scendono a 160 kNm
- Nel quinto impalcato i valori sono al di sotto di 100 kNm

# Dimensionamento travi

Suggerimenti:

- Non esagerare con le dimensioni delle travi; maggiori sono le sezioni delle travi, maggiore deve essere la sezione dei pilastri
- Tenere presente che generalmente tutte le travi emergenti di un piano hanno la stessa sezione; se solo poche sezioni sono più sollecitate, meglio ridurre la dimensione della sezione e mettere più armatura (purché in quantità tale da poter essere disposta con facilità)
- Definire la quantità massima di armature ritenuta accettabile per una sezione e valutare il corrispondente momento resistente; usare questo valore per decidere se la sezione va bene

# Dimensionamento

## travi emergenti

Nel dimensionare le sezioni delle travi si possono usare le formule di progetto ben note dalla Tecnica delle costruzioni

$$d = r' \sqrt{\frac{M}{b}}$$

$$M_{Rd} = \frac{b d^2}{r'^2}$$

usando un valore di  $r'$  pari a 0.018 o 0.017.

Si avrebbe, con  $r'=0.017$ :

- Per sezione 30×50,  $M_{Rd} = 220 \text{ kNm}$
- Per sezione 30×60,  $M_{Rd} = 326 \text{ kNm}$

Forzando maggiormente la quantità di armatura si potrebbero portare momenti flettenti ancora maggiori

Usare  $M_{Rd} = 0.9 d A_{s,max} f_{yd}$  come limite superiore

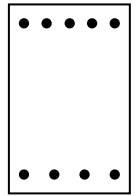


# Dimensionamento

## travi emergenti

Per avere un'idea delle sezioni da usare, si riportano i momenti resistenti per due possibili sezioni, con armatura forte e molto forte

trave 30×50

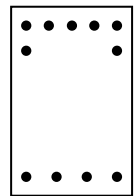


5Ø20

$$M_{Rd}^- = 260 \text{ kNm}$$

4Ø20

$$M_{Rd}^+ = 210 \text{ kNm}$$



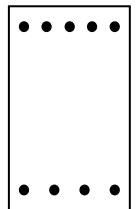
7Ø20

$$M_{Rd}^- = 350 \text{ kNm}$$

4Ø20

$$M_{Rd}^+ = 210 \text{ kNm}$$

trave 30×60

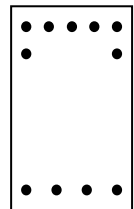


5Ø20

$$M_{Rd}^- = 320 \text{ kNm}$$

4Ø20

$$M_{Rd}^+ = 258 \text{ kNm}$$



7Ø20

$$M_{Rd}^- = 434 \text{ kNm}$$

4Ø20

$$M_{Rd}^+ = 258 \text{ kNm}$$

# Dimensionamento

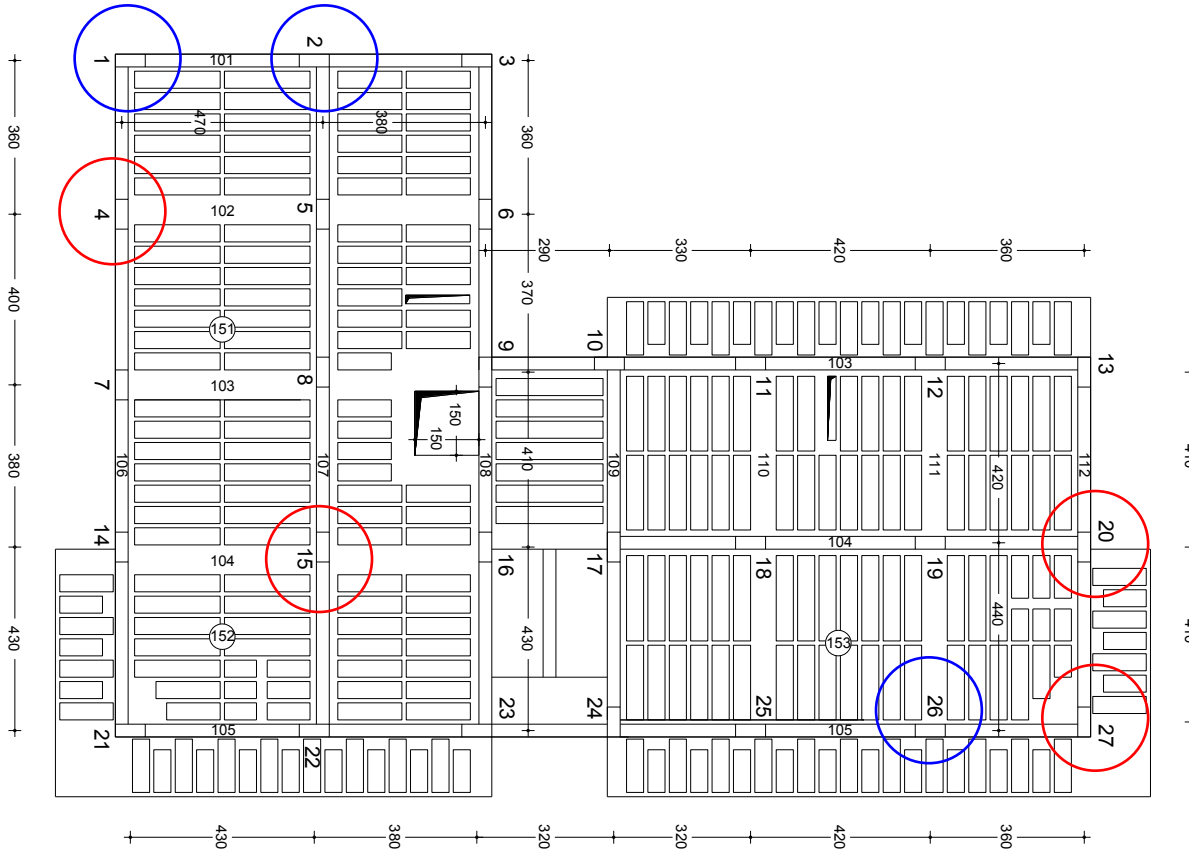
## travi emergenti

Sulla base dei valori ottenuti, si può ritenere che

- Nel primo e secondo impalcato, con valori fino a 260 kNm, si potrebbe forse usare una sezione 30×50, ma con armature molto rilevanti. Si preferisce quindi usare sezioni 30×60
- Nel terzo, quarto e quinto è sufficiente usare una sezione 30×50

# Dimensionamento pilastri

Individuare in carpenteria i pilastri che potrebbero essere maggiormente sollecitati (e nello stesso tempo pensare a quanto meglio stanno gli altri)



# Dimensionamento pilastri

Per ciascun pilastro di interesse individuare e tener conto di:

- Direzione del telaio (parallelo a x o y, perché le sollecitazioni cambiano)
- Posizione del telaio rispetto al baricentro, per tenere conto di eccentricità accidentale e doppia componente del sisma (moltiplicare i valori per 1, 1.05, 1.1, 1.15, 1.2 in base alla distanza)

Pilastro	1	Telaio in direzione	x	Distanza dal baricentro	lontano dal baricentro	Moltiplicatore	1.15
Pilastro	di coltello	Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata			una trave emergente	1	
					Riduzione a filo trave	15%	

# Dimensionamento pilastri

Per ciascun pilastro di interesse individuare e tener conto di:

- Se il pilastro è di coltello (se non lo è l'effetto del sisma è meno rilevante)
- Se in adiacenza al pilastro vi è, nel telaio considerato, una sola trave emergente, oppure due travi emergenti, o solo travi a spessore (la sollecitazione massima si ha in presenza di due travi emergenti; se vi è una sola trave emergente le sollecitazioni sono minori; se vi sono solo travi a spessore le sollecitazioni sismiche sono irrilevanti)

Pilastro	1	Telaio in direzione	x	Distanza dal baricentro	lontano dal baricentro	Moltiplicatore	1.15
Pilastro	di coltello	Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata	una trave emergente	1	Riduzione a filo trave	15%	

# Dimensionamento pilastri

Per ciascun pilastro di interesse individuare e tener conto di:

- Quanto vale lo sforzo normale da carichi verticali (si considera lo sforzo normale prodotto dai carichi previsti in presenza di sisma)
- Quale riduzione forfaitaria del momento flettente applicare per stimare il valore a filo trave

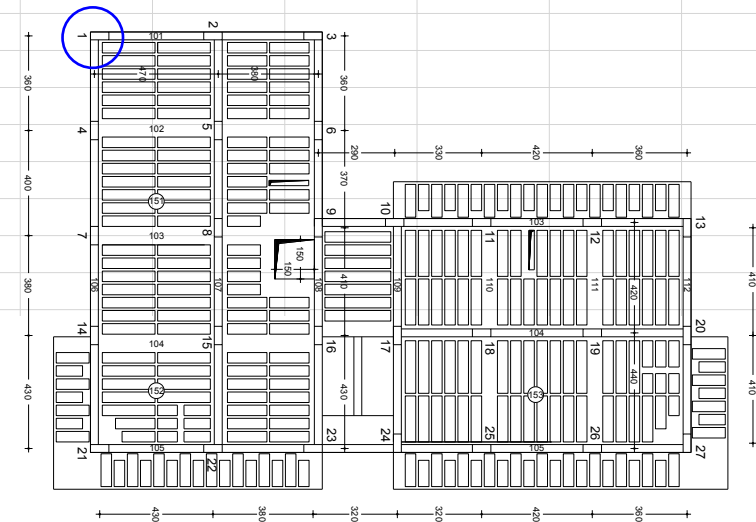
Pilastro	1	Telaio in direzione	x	Distanza dal baricentro	lontano dal baricentro	Moltiplicatore	1.15
Pilastro	di coltello	Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata			una trave emergente	1	
					Riduzione a filo trave	15%	

Valori di N, da inserire

# Dimensionamento pilastri

Si riportano alcuni esempi

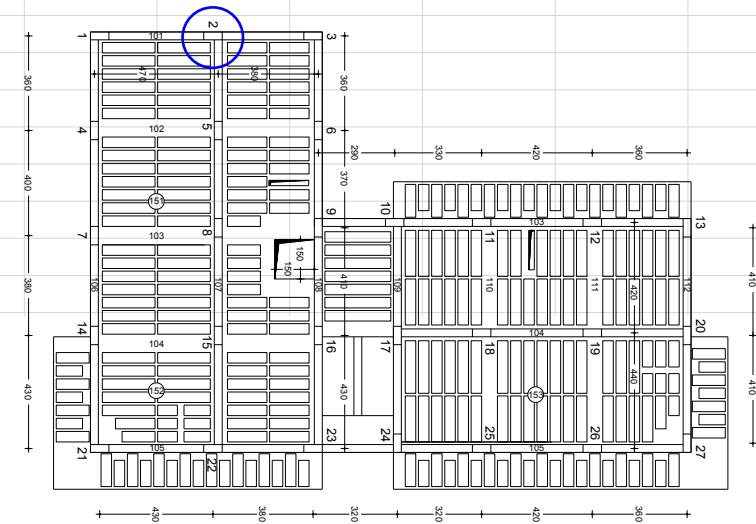
Pilastro	1	Telaio in direzione		x	Distanza dal baricentro		Moltiplicatore	
Pilastro	di coltello	Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata				una trave emergente	1	
						Riduzione a filo trave	15%	
Piano	val. base	M <sub>s</sub> (kNm) in asse	N <sub>q</sub> (kN) a filo	ΔN <sub>s</sub> (kN)	M (kNm) a filo	N <sub>max</sub> (kN)	N <sub>min</sub> (kN)	
5	78.4	90.2	76.7	48.0	21.3	76.7	69.3	26.7
4	138.1	158.8	135.0	129.0	79.9	135.0	208.9	49.1
3	183.1	210.6	179.0	209.0	167.0	179.0	376.0	42.0
2	213.6	245.6	208.8	290.0	274.5	208.8	564.5	15.5
1 testa	263.5	303.1	257.6	370.0	385.9	257.6	755.9	-15.9
1 piede	263.5	303.1	303.1	370.0	385.9	303.1	755.9	-15.9



# Dimensionamento pilastri

Si riportano alcuni esempi

Pilastro	2	Telaio in direzione			x	Distanza dal baricentro			lontano dal baricentro			Moltiplicatore	1.15
	Pilastro	di coltello			Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata				due travi emergenti		2		
										Riduzione a filo trave		15%	
Piano	val. base	M <sub>s</sub> (kNm) in asse	a filo	N <sub>q</sub> (kN)	ΔN <sub>s</sub> (kN)	M (kNm) a filo	N <sub>max</sub> (kN)	N <sub>min</sub> (kN)					
5	130.7	150.3	127.8	75.0		127.8	75.0	75.0					
4	230.1	264.6	224.9	185.0		224.9	185.0	185.0					
3	305.2	351.0	298.3	296.0		298.3	296.0	296.0					
2	356.0	409.4	348.0	406.0		348.0	406.0	406.0					
1 testa	329.4	378.8	322.0	516.0		322.0	516.0	516.0					
1 piede	329.4	378.8	378.8	516.0		378.8	516.0	516.0					

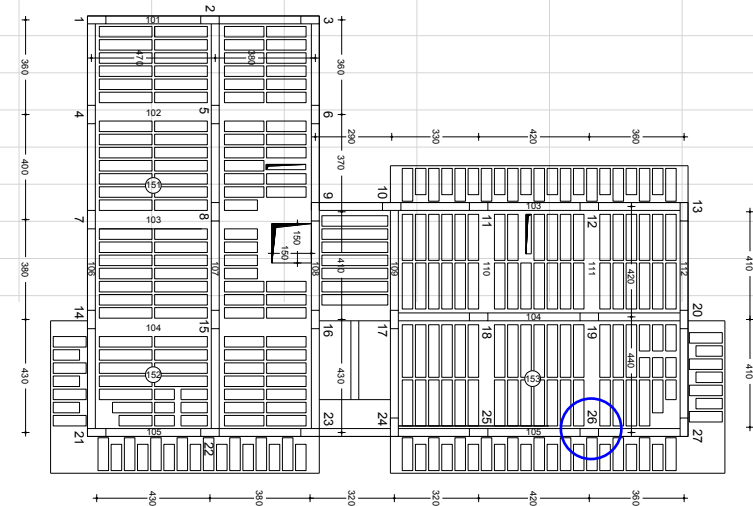




# Dimensionamento pilastri

Si riportano alcuni esempi

Pilastro	26	Telaio in direzione		x	Distanza dal baricentro			distanza intermedia dal baricentro	Moltiplicatore	1.10
	Pilastro	di coltello	Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata			due travi emergenti		2		
									Riduzione a filo trave	15%
Piano	val. base	M <sub>s</sub> (kNm) in asse	N <sub>q</sub> (kN) a filo	ΔN <sub>s</sub> (kN)	M (kNm) a filo	N <sub>max</sub> (kN)	N <sub>min</sub> (kN)			
5	130.7	143.8	122.2	137.0	122.2	137.0	137.0			
4	230.1	253.1	215.2	297.0	215.2	297.0	297.0			
3	305.2	335.7	285.4	458.0	285.4	458.0	458.0			
2	356.0	391.6	332.9	619.0	332.9	619.0	619.0			
1 testa	329.4	362.4	308.0	779.0	308.0	779.0	779.0			
1 piede	329.4	362.4	362.4	779.0	362.4	779.0	779.0			

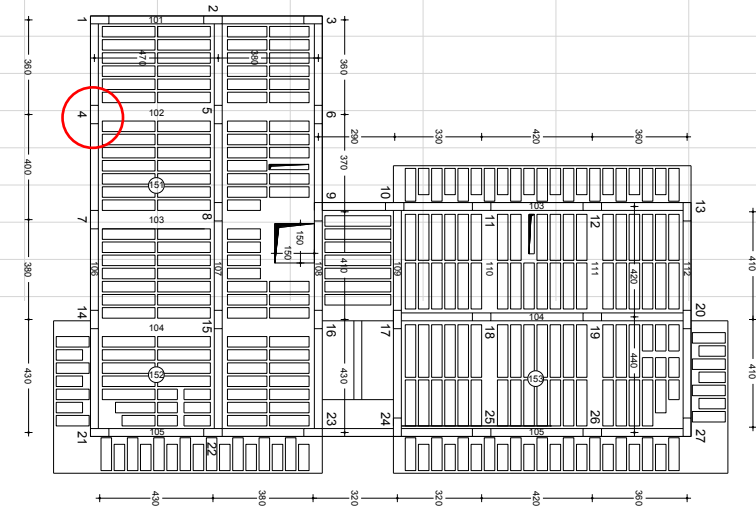


# Dimensionamento pilastri

Si riportano alcuni esempi

Pilastro	4	Telaio in direzione			y	Distanza dal baricentro			lontano dal baricentro		Moltiplicatore	1.15
	Pilastro	di coltello			Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata				due travi emergenti		2	
									Riduzione a filo trave		15%	
Piano	val. base	M <sub>s</sub> (kNm) in asse	N <sub>q</sub> (kN) a filo	ΔN <sub>s</sub> (kN)	M (kNm) a filo	N <sub>max</sub> (kN)	N <sub>min</sub> (kN)					
5	121.4	139.6	118.7	75.0	118.7	75.0	75.0					
4	213.7	245.7	208.9	185.0	208.9	185.0	185.0					
3	283.4	325.9	277.0	296.0	277.0	296.0	296.0					
2	330.6	380.2	323.1	406.0	323.1	406.0	406.0					
1 testa	305.9	351.8	299.0	516.0	299.0	516.0	516.0					
1 piede	305.9	351.8	351.8	516.0	351.8	516.0	516.0					

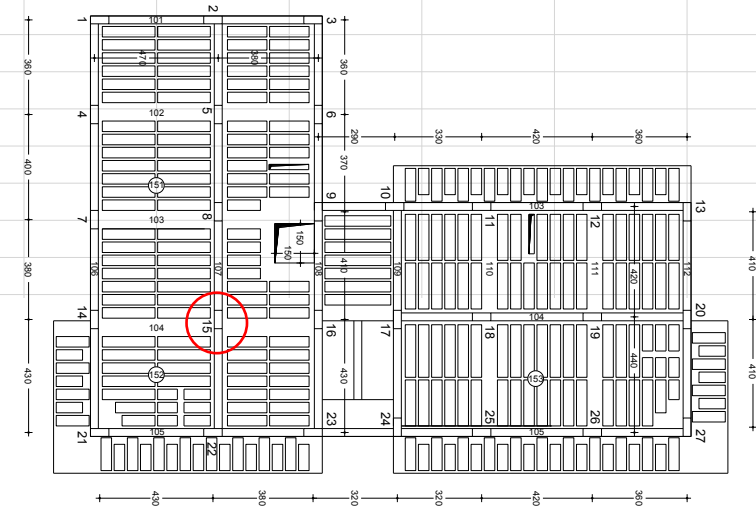
The image shows a detailed architectural floor plan of a building. The plan is rectangular with various rooms and corridors. A red circle is drawn around a specific area labeled '4', which is located in the lower-left quadrant of the plan. The plan includes dimensions, room numbers, and structural elements like walls and doors. The red circle highlights a particular feature or area of interest within the overall layout.



# Dimensionamento pilastri

Si riportano alcuni esempi

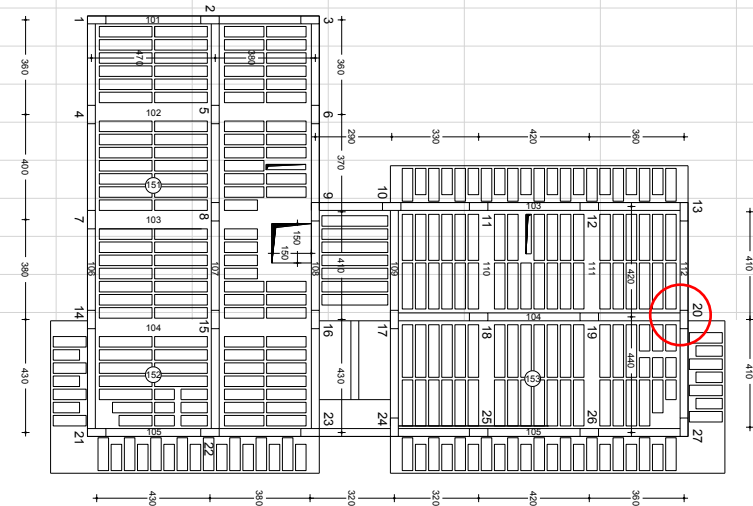
Pilastro	15	Telaio in direzione		y	Distanza dal baricentro		distanza intermedia dal baricentro		Moltiplicatore	1.10
Pilastro	di coltello	Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata			due travi emergenti		2			
		Riduzione a filo trave			15%					
Piano	val. base	M <sub>s</sub> (kNm) in asse	N <sub>q</sub> (kN) a filo	ΔN <sub>s</sub> (kN)	M (kNm) a filo	N <sub>max</sub> (kN)	N <sub>min</sub> (kN)			
5	121.4	133.5	113.5	137.0	113.5	137.0	137.0			
4	213.7	235.0	199.8	297.0	199.8	297.0	297.0			
3	283.4	311.7	265.0	458.0	265.0	458.0	458.0			
2	330.6	363.6	309.1	619.0	309.1	619.0	619.0			
1 testa	305.9	336.5	286.0	779.0	286.0	779.0	779.0			
1 piede	305.9	336.5	336.5	779.0	336.5	779.0	779.0			



# Dimensionamento pilastri

Si riportano alcuni esempi

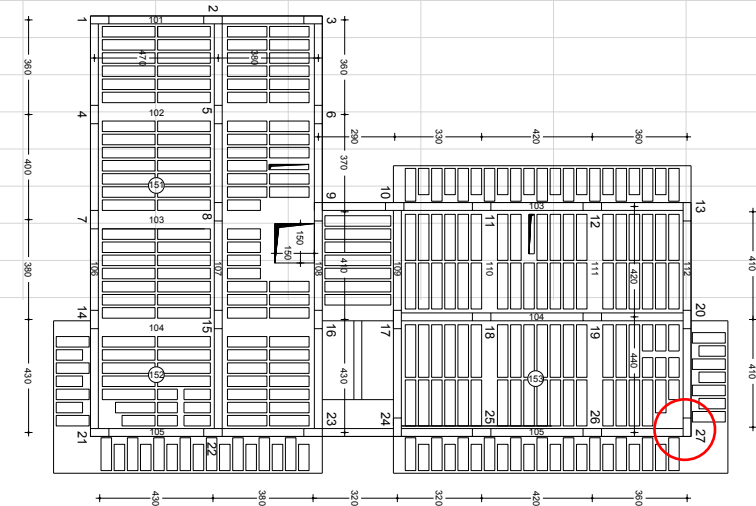
Pilastro	20	Telaio in direzione	y	Distanza dal baricentro	lontano dal baricentro	Moltiplicatore	1.20
Pilastro	di coltello	Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata			due travi emergenti	2	
					Riduzione a filo trave	15%	
Piano	val. base	M <sub>s</sub> (kNm) in asse	N <sub>q</sub> (kN) a filo	ΔN <sub>s</sub> (kN)	M (kNm) a filo	N <sub>max</sub> (kN)	N <sub>min</sub> (kN)
5	121.4	145.7	123.8	137.0	123.8	137.0	137.0
4	213.7	256.4	217.9	297.0	217.9	297.0	297.0
3	283.4	340.1	289.1	458.0	289.1	458.0	458.0
2	330.6	396.7	337.2	619.0	337.2	619.0	619.0
1 testa	305.9	367.1	312.0	779.0	312.0	779.0	779.0
1 piede	305.9	367.1	367.1	779.0	367.1	779.0	779.0



# Dimensionamento pilastri

Si riportano alcuni esempi

Pilastro	27	Telaio in direzione			y	Distanza dal baricentro			lontano dal baricentro		Moltiplicatore	1.20
	Pilastro	di coltello	Travi emergenti adiacenti al pilastro nella direzione considerata					una trave emergente		1		
								Riduzione a filo trave		15%		
Piano		M <sub>s</sub> (kNm)		N <sub>q</sub> (kN)	ΔN <sub>s</sub> (kN)	M (kNm)	N <sub>max</sub> (kN)	N <sub>min</sub> (kN)				
	val. base	in asse	a filo			a filo						
5	72.8	87.4	74.3	137.0	19.7	74.3	156.7	117.3				
4	128.2	153.8	130.8	297.0	74.2	130.8	371.2	222.8				
3	170.0	204.0	173.4	458.0	155.0	173.4	613.0	303.0				
2	198.3	238.0	202.3	619.0	254.9	202.3	873.9	364.1				
1 testa	244.7	293.7	249.6	779.0	358.4	249.6	1137.4	420.6				
1 piede	244.7	293.7	293.7	779.0	358.4	293.7	1137.4	420.6				



# Dimensionamento pilastri

Sulla base dei valori ottenuti, si può ritenere che

- I momenti flettenti massimi sono sostanzialmente analoghi nelle due direzioni
- Sono minori nei pilastri d'angolo, che però hanno sforzi normali che possono essere bassi o di minima trazione
- Nei due piani inferiori i valori sono simili, ma anche al terzo non si riducono molto
- Al quarto piano scendono al di sotto di 230 kNm
- Al quinto piano i valori sono al di sotto di 130 kNm

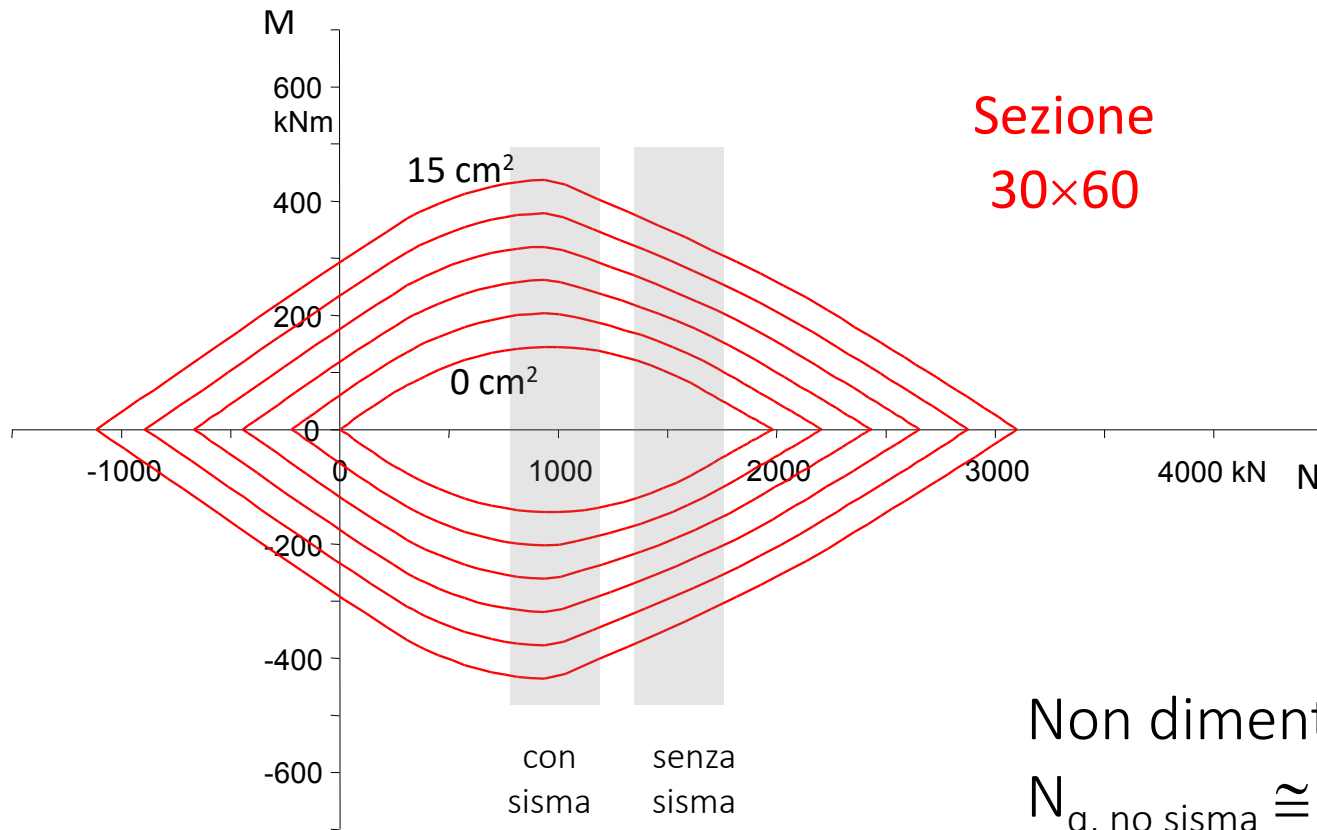
# Dimensionamento pilastri

Suggerimenti:

- Iniziare con le sezioni al primo piano
- Scegliere sezioni non inferiori a quelle delle travi (in genere, con altezza 10 o 20 cm maggiore)
- Usare per i diversi pilastri del primo piano un numero basso di tipi di sezione (max 2 o 3) ed evitare eccessive differenze di momento d'inerzia (cercare di mantenere, più o meno, la stessa altezza delle sezioni e variare la base)

# Dimensionamento pilastri

Si possono utilizzare i domini di resistenza



Sezione  
30×60

$$\frac{N}{A_c} \cong 0.5 f_{cd}$$

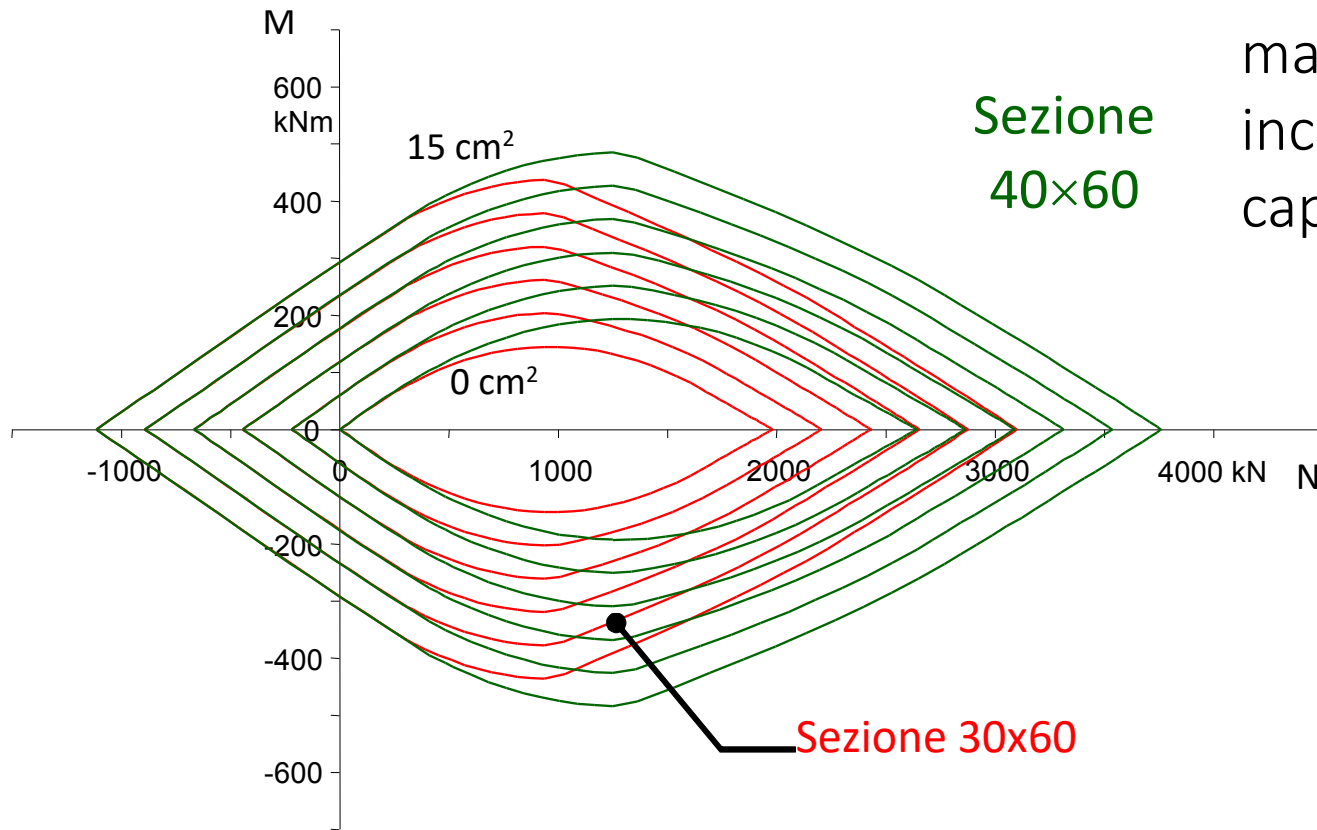
Non dimenticare che

$$N_{q, \text{ no sisma}} \cong 1.5 N_{q+\text{sisma}}$$



# Dimensionamento pilastri

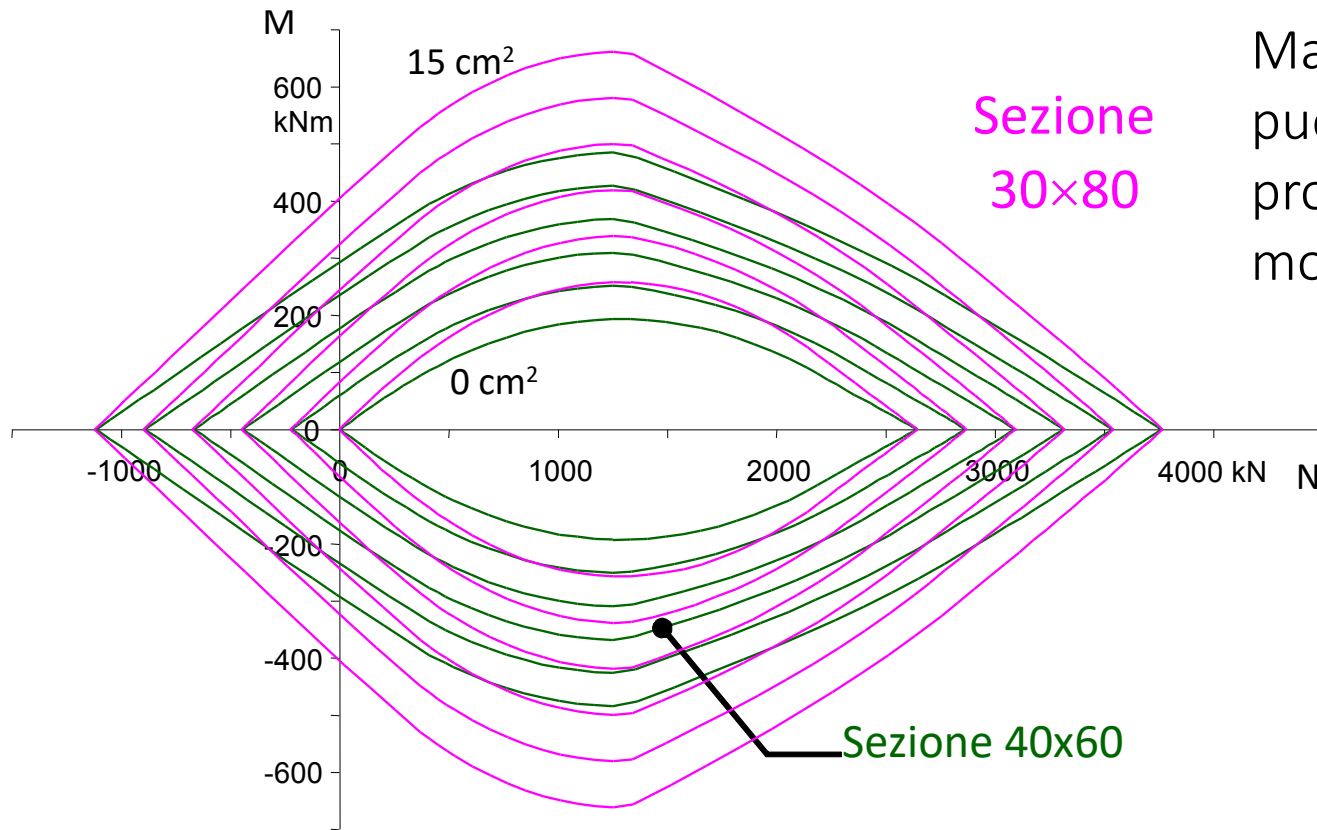
Un aumento della larghezza della sezione produce un aumento dello sforzo normale resistente



ma un modesto  
incremento di  
capacità flessionale

# Dimensionamento pilastri

Un aumento di altezza della sezione (a parità di area) produce un buon incremento di capacità flessionale



Ma, attenzione:  
può aumentare  
proporzionalmente il  
momento sollecitante

# Dimensionamento pilastri

In linea di massima può essere opportuno controllare che, nella sezione del primo ordine, la tensione media  $N/A_c$  non superi:

in presenza di sisma 

$0.35-0.4 f_{cd}$       se si prevedono momenti flettenti elevati,  
ma non troppo (esempio: PGA 0.25 g, suolo  
C, q non troppo basso)

$0.3 f_{cd}$       se si prevedono momenti flettenti  
più elevati (PGA 0.30 g o suolo D, CD "B")

$0.5 f_{cd}$       se si prevedono momenti flettenti  
più bassi (PGA 0.25 , suolo A o B, CD "A")

# Dimensionamento pilastri

In linea di massima può essere opportuno controllare che, nella sezione del primo ordine, la tensione media  $N/A_c$  non superi:

in presenza di sisma 

$0.35-0.4 f_{cd}$

se si prevedono momenti flettenti elevati,  
ma non troppo (esempio: PGA 0.25 g, suolo  
C, q non troppo basso)

$0.3 f_{cd}$

se si prevedono momenti flet  
più elevati (PGA 0.30 g o suo

$0.5 f_{cd}$

se si prevedono momenti flet  
più bassi (PGA 0.25 , suolo A

La normativa impone di non superare  
(incluso il  $\Delta N$  da sisma):

$0.55 f_{cd}$  per classe di duttilità "A"

$0.65 f_{cd}$  per classe di duttilità "B"

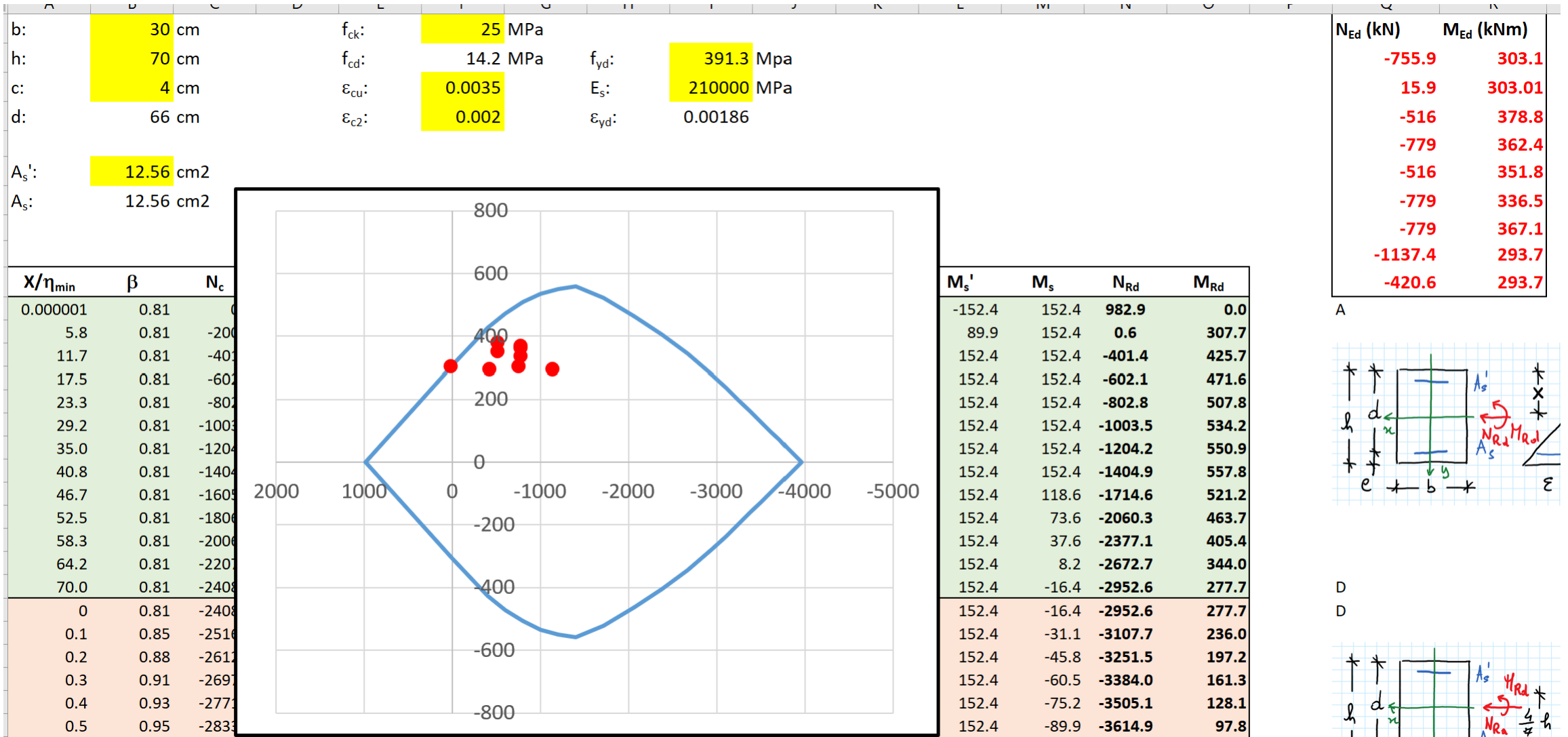
[NTC18, punto 7.4.4.2.1](#)

# Dimensionamento pilastri

Posso utilizzare il foglio di calcolo Domini M-N.xlsx:

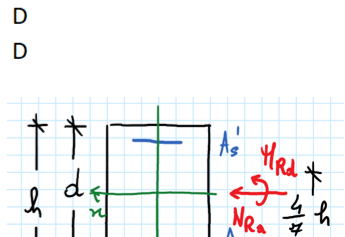
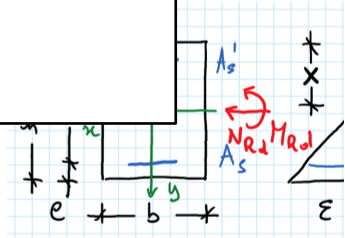
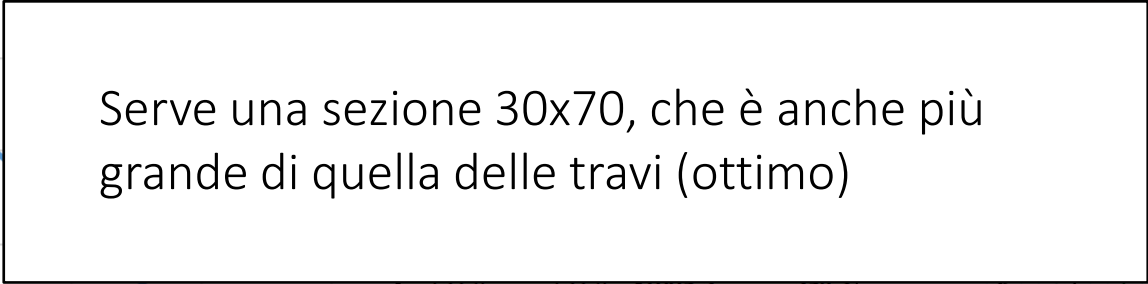
- Riporto le coppie M-N nel riquadro delle sollecitazioni di progetto (N positivo se di trazione)
- Modifico le celle con l'armatura fino a trovare un dominio che include tutte le coppie M-N inserite
- Se l'armatura è accettabile si può utilizzare la sezione prescelta, altrimenti bisogna incrementarne le dimensioni
- Se si vuole utilizzare la stessa sezione per più pilastri, si devono inserire le sollecitazioni di progetto di tutti i pilastri in questione

# Dimensionamento pilastri



pilastri

$N_{Ed}$ (kN)	$M_{Ed}$ (kNm)
-755.9	303.1
15.9	303.01
-516	378.8
-779	362.4
-516	351.8
-779	336.5
-779	367.1
	293.7
	293.7



# Dimensionamento pilastri

Una volta definite le dimensioni alla base, si possono ridurre gradualmente andando verso l'alto, ma è importante

- limitare le variazioni di sezione, che sono sempre possibile causa di errori costruttivi
- evitare forti riduzioni di tutti i pilastri ad uno stesso piano
- ed è indispensabile mantenere una dimensione adeguata, non troppo piccola, anche ai piani superiori



# Dimensionamento pilastri

- La sezione individuata per la base, 30x70, è necessaria anche al secondo piano e in linea di massima anche al terzo piano
- Potrei ridurre la sezione ai due piani superiori, ma preferisco mantenerla invariata
  - Tutte le riseghe possono essere causa di errori di esecuzione
  - Ne avrei fatte solo se la sezione fosse troppo grande
  - In ogni caso, ai piani superiori non devo mai utilizzare sezioni minori di quella della trave emergente