ES1 Tessitore Chiara: Travatura reticolare spaziale

- Stabilisco i dati: modulo da 4m, 4x8 moduli, q = 10 kN/mq, 6 livelli
- Apro un modello, definisco le unità di misura (kN, C, m) e imposto la modalità *Grid only* definendo la griglia in base al modulo

S Quick Grid Lines	×
Cartesian Cylindrical	
Coordinate System Name	
GLOBAL	
Number of Grid Lines	
X direction	2
Y direction	2
Z direction	2
Grid Spacing	
X direction	4
Y direction	4
Z direction	4
First Grid Line Location	
X direction	0,
Y direction	0,
Z direction	0,
ОК	Cancel

- Definisco il materiale delle travi con *Define > Materials > Add* new materials e aggiungo S275
- Definisco le sezioni: prendo un tubolare in acciaio per le diagonali ed uno per gli orizzontali e verticali. Define > Section properties > Frame sections > Import new properties > Steel > pipe. Seleziono Euro.pro. Scelgo sezioni provvisorie

Section Name	TUBO-D244.5X5.4	✓ Display Color
Section Notes	Modify/Show Notes	
xtract Data from Section Pr	operty File	
Open File	ram files\computers and structures\sap2000 22	\euro.pro Import
imensions		Section
Dutside diameter (t3)	0,2445	
Wall thickness (tw)	5,400E-03	
		Properties
aterial	Property Modifiers	Section Properties
+ S275	✓ Set Modifiers	Time Dependent Properties

- Disegno i frame e da *Display Options > General Options* imposto *View by Colors of Sections* in modo da distinguere le due sezioni utilizzate
- Da Set 3D View > xy > aperture 0 mi posiziono in modo da poter selezionare agevolmente le aste da replicare, facendo attenzione a non creare sovrapposizioni. Edit > Replicate > Linear ed inserisco il modulo (dx = 4) ed il numero di ripetizioni (number = 7). Edit>Replicate>Mirror ed imposto la specchiatura. Ripeto il procedimento con modulo dy = 4 e numero di ripetizioni = 7.

SAP	2000 12	22.0.0 Ortimate 04-Dit - Tetic	Lolare EST													
ile	Edit	View Define Draw	Select A	ssign	Analyze	Display	Design	Options	Tools	lelp						
	2	Undo	Ctrl+Z	2	€ €	Q 🖉	°a 3-d ×	y xz yz	nv 🧿 👌	3 1	 Image: State St	-		ΠÏ	7 ∰- nd •	I • 🔲
	8	Redo	Ctrl+Y													
	¥	Cut	Ctrl+X													
		Сору	Ctrl+C													
	Ē	Paste	Ctrl+V													
	×	Delete	Delete									_				
	R	Add to Model From Templ	ate									(A			(B)	
	6	Interactive Database Editin	ıg Ctrl+E									T			\uparrow	
	î ți	Replicate	Ctrl+R								(N)-	'			×	
	T	Extrude		+							\searrow					
	+ ‡+	Move	Ctrl+M													
	•	Edit Points		•										\mathbf{i}		
	10	Edit Lines		•												
	D°	Edit Areas		- I							\frown				\mathbf{X}	
	Ø	Divide Solids									(-)		-		×	
	٠å	Select Duplicates									\sim					
	÷	Merge Duplicates														
	0°	Change Labels														

Linear	adial Mirror		
Mirror	About Plane		
0	arallel to Z	Parallel to X Parallel to Y	3D Plane
Interse	ction of Plane	with XZ Plane	
x1	16	z1 0,	
x2	16	z2 1,	
		Pick Two Points on Model	
	L		
Replica	te Options		
Mo	dify/Show Re	plicate Options	
0 of	0 active boxe	s are selected	
	Delete Origina	I Objects	
		Reset Form to Default Values	

- Dopo Set 2D View, X-Y plane con Z = 0 posso fare Assign > Frame > Releases/Partial fixity

	Rele	ase		Frame Part	ial Fixity Springs	
	Start	End	Start		End	
Axial Load						
Shear Force 2 (Major)						
Shear Force 3 (Minor)						
Torsion						
Moment 22 (Minor)	\checkmark	\checkmark	0	kN-m/rad	0	kN-m/rad
Moment 33 (Major)	\checkmark	✓	0	kN-m/rad	0	kN-m/rad
			Clear All Palaar	es in Form		

- Posso passare ai carichi: *Define > Load Patterns*.

oad Patterns					Click To:
Load Pattern Name	Туре	Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern		Add New Load Pattern
F	Dead	~ 0	~		Add Copy of Load Pattern
DEAD F	Dead Dead	1			Modify Load Pattern
					Modify Lateral Load Pattern
				•	Delete Load Pattern
					Show Load Pattern Notes

Dopo Set 2D View, X-Y plane con Z = 4 posso assegnare i carichi sui nodi: Assign > Joint Loads > Forces ed inserire il valore del carico nello slot di Force Global Z considerando la sua direzione. Utilizzando q = 10 kN/mq, con un modulo di 4m e 6 livelli, calcolo: 4m x 3m = 12mq 4m x 8m = 32mq 12mq x 32mq = 384mq 10kN/mq x 384mq = 3849kN 3840kN x 6 = 23040kN Nodi Spigolo = 4 Nodi Perimetrali = 18 Nodi Centrali = 14 Spigolo = 1/4 F Perimetro = 1/2 F





- Posiziono i vincoli: Assign > Joint > Restrains
- Adesso posso avviare una prima analisi: *Run Analysis* e seleziono il *Load Pattern F* creato in precedenza, impostandolo come *Run* in *Action*. Seleziono *Run Now*.



Con Ctrl+T visualizzo la finestra *Choose Tables for Display* per visualizzare i risultati dell'analisi.
 Seleziono *ANALYSIS RESULTS > Element Output > Frame Output* ed esporto su excel la tabella ottenuta. Controllo che le colonne M2 e M3 abbiano valori nulli.

Uniter	As Noted						Element Forese	Framaa			
Filter:	AS NOTED						ciement rorces -	riallies			
	Frame Text	Station m	OutputCase	CaseType Text	P KN	V2 KN	V3 KN	T KN-m	M2 KN-m	M3 KN-m	FrameElem Text
•	1	0	DEAD	LinStatic	6,237	0	0	0	0	0	1-1
	1	2	DEAD	LinStatic	5,613	0	0	0	0	0	1-1
	1	4	DEAD	LinStatic	4,988	0	0	0	0	0	1-1
	1	0	F	LinStatic	1058,015	0	0	0	0	0	1-1
	1	2	F	LinStatic	1058,015	0	0	0	0	0	1-1
	1	4	F	LinStatic	1058,015	0	0	0	0	0	1-1
	2	0	DEAD	LinStatic	-0,281	-0,624	0	0	0	0	2-1
	2	0,5	DEAD	LinStatic	-0,281	-0,468	0	0	0	0,2732	2-1
	2	1	DEAD	LinStatic	-0,281	-0,312	2 0	0	0	0,4683	2-1
	2	1,5	DEAD	LinStatic	-0,281	-0,156	i 0	0	0	0,5854	2-1
	2	2	DEAD	LinStatic	-0,281	0	0	0	0	0,6244	2-1
	2	2,5	DEAD	LinStatic	-0,281	0,156	0	0	0	0,5854	2-1
1	2	3	DEAD	LinStatic	-0,281	0,312	2 0	0	0	0,4683	2-1
	2	3,5	DEAD	LinStatic	-0,281	0,468	0	0	0	0,2732	2-1
	2	4	DEAD	LinStatic	-0,281	0,624	0	0	0	-6,939E-17	2-1

- Su excel:

Elimino le colonne: V2, V3, T, M2, M3 e le due successive.

Ordino *Station*, cioè la posizione del punto di applicazione della forza sull'asta, in modo da poter eliminare tutte le righe corrispondenti a valori di m superiori a 0.

Ordino P dal valore minore al maggiore.

Divido i valori in intervalli di 400kN e di ognuno individuo il valore maggiore (in valore assoluto per la compressione) ed utilizzo il foglio di calcolo fornito per dimensionare.

- [A questo punto del procedimento si è notato che utilizzando solamente 4 appoggi le aree minime date dal dimensionamento superano di molto i valori del sagomario di riferimento.
 Dopo vari tentativi consistenti nell'inserimento e nello spostamento di nuovi appoggi si è rientrati nei valori di sagomario solamente con l'inserimento di un numero elevato di appoggi (14). Ci si è resi conto che questo numero di appoggi non ha senso con lo scopo per cui si utilizza il modello della reticolare spaziale ma è solamente con la successiva revisione che si è scoperto di aver utilizzato un modulo grande che avrebbe ovviamente necessitato di profili più grandi.]
- Dopo aver dimensionato a trazione e compressione si ritorna su SAP e si definiscono i profili.
 Alcuni non fanno parte di quelli forniti e vanno quindi aggiunti. *Define > Frame Properties > Add New Propriety* facendo attenzione ad inserire i valori corretti ed a selezionare l'acciaio S275

Section Name	TUBO-D168.3X3.2	Display Color	
Section Notes	Modify/Show Notes		
Outside diameter (t3) Wall thickness (tw)	0,1683 3,2E-03	Properties	
+ S275	Property Modifiers ✓ Set Modifiers	Section Properties Time Dependent Properties	
	OK Cancel		
	OK Cancel		

- A questo punto ordino il file excel in base al numero assegnato ad ogni trave.
- Torno su SAP e con ctrl+T apro ed esporto la tabella *Frame Section Assignments*

le	View Edit For	mat-Filter-Sort Sele	ct Options					
nits:	As Noted				Frame Section Assignme	nts		`
ter:							 	_
	Frame Text	SectionType Text	AutoSelect Text	AnalSect Text	DesignSect Text	MatProp Text		í
	1	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	2	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	3	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	4	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	5	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	6	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	7	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	8	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	9	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	10	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	11	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	12	Pipe	N.A.	TUBO-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	13	Pipe	N.A.	TUBO-D273X5.6	TUBO-D273X5.6	Default		
	14	Pipe	N.A.	TUBO-D273X5.6	TUBO-D273X5.6	Default		
	15	Pipe	N.A.	TUBO-D273X5.6	TUBO-D273X5.6	Default		
	16	Pipe	N.A.	TUBO-D273X5.6	TUBO-D273X5.6	Default		

Su excel sostituisco nelle due colonne *AnalSect Text* e *DesignSect Text* la colonna di nuovi profili assegnati. Mi assicuro di salvare e chiudere il file excel

- Su SAP importo la nuova tabella

S SA	P2000 v22.0.0 Ultimate 64-bit - r	eticolare ES1.3											-		
File	Edit View Define Drav	v Select Assign	A	nalyze	Display	D	esign	Optio	ns	Тоо	ls	Hel	р		
	New Model	Ctrl+N		Ð,	Q 🖉	٩,	3-d	xy xz	yz	nv	Э	69	*	÷	2) 2)
- >	Open	Ctrl+O													
	Save	Ctrl+S													
f 🕅	Save As	Ctrl+Shift+S													
	Import		•		SAP2000	MS A	ccess	Databas	e .md	lb File	e		1		
F 📝	Export		۲		SAP2000	MS E	xcel Sj	preadshe	et .xl	s File	·				
	Upload to CSI Cloud				SAP2000	.s2k 1	Text Fil	le							
I 📰	Batch File Control			XML	SAP2000	XML	File								
I 💼	Create Video		Þ		CIS/2 STE	P File	e								
	Print Setup for Graphics			SONE	Steel Deta	iling	Neut	ral File							
	Print Graphics	Ctrl+P			FrameWo	rks P	lus Fil	e							
	Print Tables	Ctrl+Shift+T			Revit .exr	File									
Xiii	Report Setup				AutoCAD	.dxf	File								
	Create Report	Ctrl+Shift+R			IFC .ifc Fi	le									
	Advanced Report Writer				IGES .igs I	File									
EMF	Capture Enhanced Metafile				NASTRAN	I .dat TSTRI	t File	td/.ati Fi	le						
F	Capture Picture		۲	STOT	Modify S	TRUD	L Sect	tion Cuts							
•	Modify/Show Project Informati	on			StruCAD*	3D Fi	ile								
2	Modify/Show Comments and L	.og Ctrl+Shift+C		Case -	SACS File										
1	Show Input/Log Files	Ctrl+Shift+F		-		-			-	-	_	-			
0	reticolare ES1.3.sdb														
5	reticolare ES1.2.sdb														
	reticolare ES1.sdb														
	reticolare.sdb														
G	Exit														
				-											

- A questo punto avvio una nuova analisi, selezionando come *Load Pattern* solamente il *DEAD* in modo da ottenere il carico proprio della struttura, ricavo di nuovo la tabella con i carichi e la esporto su

excel in modo da poter ottenere il valore totale di carico proprio da poter aggiungere al carico iniziale (23040kN)

١		- /								
	alvataggio	automatico 🧿							Q	Cerca (ALT
Fi	ie Hor	ne Inserisc	i Layout	di pagina	Formule	Dati R	evisione	Visualizza	Guida	
Ľ		Calibri	× 11	~ A^ A	= =	≡ ∛~~	ab Ce Test	o a capo		Genera
Inc	olla La V	G C <u>S</u>	• 🖽 •	<u>⊘</u> ~ <u>A</u> ~	= =	≡ = =	🗄 🧮 Unis	ci e allinea a	l centro 👻	1
A	opunti F	a l	Carattere		rsi		Allineamento		6	ũ.
F20	0	• = ×	$\checkmark f_x$							
	А	В	С	D	E	F	G	н	1	J
1	TABLE: Jo	int Reactions								
2	Joint	OutputCase	CaseType	F1	F2	F3	M1	M2	M3	
3	Text	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	
4	6	DEAD	LinStatic	-2,448	-0,492	24,11	0	0	0	
5	8	DEAD	LinStatic	-1,126	1,137	22,162	0	0	0	
6	14	DEAD	LinStatic	0,09	-7,736	24,827	0	0	0	
7	18	DEAD	LinStatic	4,441E-16	-5,391	22,358	0	0	0	
8	42	DEAD	LinStatic	2,448	-0,492	24,11	0	0	0	
9	44	DEAD	LinStatic	1,126	1,137	22,162	0	0	0	
10	50	DEAD	LinStatic	-0,09	-7,736	24,827	0	0	0	
11	56	DEAD	LinStatic	-3,098	-0,039	26,11	0	0	0	
12	60	DEAD	LinStatic	-0,648	7,555	21,92	0	0	0	
13	62	DEAD	LinStatic	1,166E-15	4,772	16,311	0	0	0	
14	66	DEAD	LinStatic	3,098	-0,039	26,11	0	0	0	
15	70	DEAD	LinStatic	0,648	7,555	21,92	0	0	0	
16	74	DEAD	LinStatic	-2,895	-0,117	23,799	0	0	0	
17	84	DEAD	LinStatic	2,895	-0,117	23,799	0	0	0	
18										
19						324,525				
20										
21										

A questo punto posso sommare i due valori: 23040kN + 324,525kN = 23364,525kN e ottenere i nuovi valori da assegnare sui nodi a quota z = 4

Nodi Spigolo = 243,38kN

Nodi Perimetrali = 486,76kN

Nodi Centrali = 973,52kN

Procedo ad assegnarli come in precendenza

Le travi a compressione vanno modificate tutte

 Avvio una nuova analisi per verificare che i profili utilizzati siano validi anche con l'aumento di carico, esporto nuovamente la tabella Element Forces – Frames e con lo stesso procedimento di prima provvedo ad un nuovo dimensionamento.

	90, 2 0	J,20	009	10,0	2110	0,00	05,55		
	88,96	6,30	617	16,6	566	5,84	95,89	TUBO-D168.3X3.2	
	88,96	6,30	1410	39,5	2	7,54	74,27	TUBO-D219.1X5.9	
	88,96	6,30	2692	69,1	11	12,40	45,16	TUBO-D355.6X6.3	
	88,96	6,30	3609	91,1	28	15,90	35,22	TUBO-D457.2X8	
2	88,96	0,00	0						
1	88,96	6,30	529	13,9	211	3,90	143,59	TUBO-D114,3X4	
	88,96	6,30	1452	39,4	205	7,54	74,27	TUBO-D219,1X5,9	
i	88,96	6,30	2651	69,1	593	12,40	45,16	TUBO-D139,7X3,4	
5	88,96	6,30	3816	113,0	1246	15,90	35,22	TUBO-D457,2X8	
	00 00	0.00	-						

- Osservo che nelle travi a compressione 2 su 4 vanno modificate

	550,00	235,00	1,05	223,81	24,57	25,70		
	370,55	275,00	1,05	261,90	14,15	15,40	TUBO-D139,7X3,6	
C	881,84	275,00	1,05	261,90	33,67	33,80	TUBO-D273X4	
1	1389,34	275,00	1,05	261,90	53,05	55,10	TUBO-D355,6X5	
2	2015,00	275,00	1,05	261,90	76,94	79,20	TUBO-D406,4X6,3	
3		275,00	1,05	261,90	0,00			
4	2188,79	275,00	1,05	261,90	83,57	87,40	TUBO-D355,6X8	
5	1459,75	275,00	1,05	261,90	55,74	58,90	TUBO-D323,9X5,9	
5	889,09	275,00	1,05	261,90	33,95	39,50	TUBO-D219,1X5,9	
7	399,14	275,00	1,05	261,90	15,24	15,4	TUBO-D139,7X3,4	
þ		275.00	1.05	261.00	0.00			

- Procedo con il definire su SAP i profili non presenti di default e ripeto il procedimento di creazione, modifica ed inserimento dei nuovi profili
- Avvio una terza analisi per vedere se si siano risolti i casi rimasti non sufficienti in precedenza e riprovo un terzo dimensionamento

2	88,96	0,00	U						
3	88,96	6,30	529	13,9	211	3,90	143,59	TUBO-D114,3X4	
1	88,96	6,30	1452	39,4	205	7,54	74,27	TUBO-D219,1X5,9	
5	88,96	6,30	2651	69,1	593	12,40	45,16	TUBO-D139,7X3,4	
3	88,96	6,30	3816	113,0	1246	15,90	35,22	TUBO-D457,2X8	
7	88,96	6,30	0						
3	88,96	6,30	599	20,6	697	5,81	96,39	TUBO-D168.3X4	
)	88,96	6,30	1414	39,5	2247	7,54	74,27	TUBO-D219.1X5.9	
)	88,96	6,30	2495	63,1	12704	14,20	39,44	TUBO-D406.4X5	
1	88,96	6,30	3887	113,0	1246	15,90	35,22	TUBO-D457,2X8	
>	88 96	6 30	0				#DIV/0!		

Osservo che nelle travi a compressione 2 su 4 restano valide (in verde), mentre 2 sono nuove sezioni

Nelle travi a trazione 3 su 4 sono verificate

		210,00	1,00	201,30	0,00			
4	2188,79	275,00	1,05	261,90	83,57	87,40	TUBO-D355,6X8	
5	1459,75	275,00	1,05	261,90	55,74	58,90	TUBO-D323,9X5,9	
6	889,09	275,00	1,05	261,90	33,95	39,50	TUBO-D219,1X5,9	
7	399,14	275,00	1,05	261,90	15,24	15,4	TUBO-D139,7X3,4	
8		275,00	1,05	261,90	0,00			
9	2255,427	275,00	1,05	261,90	86,12	87,40	TUBO-D355,6X8	
20	1566,058	275,00	1,05	261,90	59,79	63,1	TUBO-D406.4X5	
21	891,417	275,00	1,05	261,90	34,04	39,5	TUBO-D219,1X5,9	
22	382,241	275,00	1,05	261,90	14,59	15,4	TUBO-D139,7X3,4	
12		075 00	1 05	064.00	0.00			

- Ripeto ulteriormente il procedimento:

A compressione resta una sezione per cui non posso utilizzare il profilo definito in precedenza

1	00,50	0,50	v						
8	88,96	6,30	599	20,6	697	5,81	96,39	TUBO-D168.3X4	
9	88,96	6,30	1414	39,5	2247	7,54	74,27	TUBO-D219.1X5.9	
D	88,96	6,30	2495	63,1	12704	14,20	39,44	TUBO-D406.4X5	
1	88,96	6,30	3887	113,0	1246	15,90	35,22	TUBO-D457,2X8	
2	88,96	6,30	0				#DIV/0!		
3	88,96	6,30	513	20,6	697	5,81	96,39	TUBO-D168.3X4	
4	88,96	6,30	1385	39,5	2247	7,54	74,27	TUBO-D219.1X5.9	
5	88,96	6,30	2652	69,1	10.547	12,40	45,16	TUBO-D355.6X6.3	
6	88,96	6,30	3839	113,0	1246	15,90	35,22	TUBO-D457,2X8	
7	90 06	6.20	0						

A trazione i profili risultano verificati

		210,00	1,00	201,50	0,00			
9	2255,427	275,00	1,05	261,90	86,12	87,40	TUBO-D355,6X8	
20	1566,058	275,00	1,05	261,90	59,79	63,1	TUBO-D406.4X5	
21	891,417	275,00	1,05	261,90	34,04	39,5	TUBO-D219,1X5,9	
22	382,241	275,00	1,05	261,90	14,59	15,4	TUBO-D139,7X3,4	
23		275,00	1,05	261,90	0,00			
24	2210,51	275,00	1,05	261,90	84,40	87,40	TUBO-D355,6X8	
25	1487,931	275,00	1,05	261,90	56,81	63,1	TUBO-D406.4X5	
26	874,673	275,00	1,05	261,90	33,40	39,5	TUBO-D219,1X5,9	
27	374,358	275,00	1,05	261,90	14,29	15,4	TUBO-D139,7X3,4	
28		275.00	1.05	261.90	0.00			

Con un ulteriore passaggio posso dimensionare correttamente anche l'ultimo profilo mancante ed ottenere una struttura verificata (anche se formalmente non valida per le questioni di forma citate).