Esercitazione Sap2000 – Struttura reticolare

1. Creazione di un nuovo file

Creo "new model" con "default units"  $\rightarrow$  KN, m, C e come "select Template"  $\rightarrow$  grid only

S New Model						×
New Model Initialization	m Saved Settings		~	Project Information		
<ul> <li>Initialize Model fro</li> <li>Initialize Model fro</li> <li>Default Units</li> <li>Default Mate</li> </ul>	m an Existing File m Default Settings rials	KN, m, C United State	<ul> <li>✓</li> <li>S</li> <li>✓</li> </ul>	Modify/Sho	w Information	
Save Options as E	Default					
Blank	Grid Only	<u>هــــــــــــــــــــــــــــــــــــ</u>	2D Trusses	3D Trusses	2D Frames	
				E	1	
3D Frames	Wall	Flat Slab	Shells	Staircases	Storage Structures	
Indegray and	Solid Models	Pines and Plates				
Concrete		, pos una matos				

Adesso impostiamo la griglia in "number of Grid Line" impostiamo il numero di volete in cui si vuole ripetere la griglia nei diversi assi x,y,z invece in "Grid Spacing" impostiamo la dimensione della maglia.

1

Impostiamo:

"number of Grid Line"  $\rightarrow$  2,2,2 perché vogliamo un cubo che poi ripetiamo "Grid Spacing"  $\rightarrow$  4,4,4 perché vogliamo una scatola di base 4x4 e altezza 4 m

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



2. Impostare il documento

	S	Add Material Proper	ty	×	E	S Define Materials	;	×
<u>Materiale</u>		Region	taly	~		Materials \$355	Click to: Add New Material	
"define" $\rightarrow$ "Materials" $\rightarrow$ "add new material" $\rightarrow$		Material Type Standard	Steel NTC2008	~			Add Copy of Material Modify/Show Material Delete Material	
		Grade	S355 OK Cancel	~			Show Advanced Properties OK Cancel	

### <u>Sezioni</u>

Stiamo realizzando una struttura reticolare che è composta da un telaio con elementi verticali e orizzontali e controventi elementi obbliqui.

Questi due elementi ipotizziamo che abbiano una sezione differente quindi andiamo a definirle:

"define" → "Section Proprites" → "Frame Sections" → "Import new Propety" → "Pipe" → Euro.pro → adesso dovremo definire la sezione (x elementi obbliqui TUBO-D108X3,6 \_ x elementi telaio TUBO-D244.5X5.4)

Properties	Click to:
Find this property: TUBO_D108X3.6	Import New Property
TUBO-D108X3.6 TUBO-D108X3.6	Add New Property
1000-0244.5X5.4	Add Copy of Property
	Modify/Show Property
	Delete Property

#### <u>Visualizzazione</u>

Adesso imposteremo uno stile di visualizzazione per poter visualizzare meglio la classificazione delle sezioni.

Andiamo su  $\blacksquare \rightarrow$  "General Options"  $\rightarrow$  "View by Color of"  $\rightarrow$  "Section"

### 3. Realizzazione Modello

apriamo la vista 3D e andiamo sulla barra laterale a sinistra e clicchiamo su  $\Sigma$  dopo aver cliccato sull'icona si aprirà un panello dove potremmo definire la sezione prima di disegnare.

Properties of Object		x
Line Object Type	Straight Frame	
Section	TUBO-D244.5X5.4	
Moment Releases	Continuous	
Local Axis Rotation	0,	
XY Plane Offset Normal	0,	
Drawing Control Type	None <space bar=""></space>	



Dopo aver realizzato il primo telaio dovremmo duplicarlo con il comando "edit"  $\rightarrow$  "replicate" In questo caso voglio realizzare una struttura di 5 x 4 telai quindi continuiamo come di seguito: lato vero asse x:



Parte del Lato verso asse y:



Mirror con asse x per comporre altro lato verso y:



() F	About Plane Parallel to Z	Parallel to X     Parallel to Y	O 3D Plane
Interse	ction of Plane v	vith XY Plane	
x1	0,	y1 8,	
x2	20,	y2 8,	
	Г	Pick Two Points on Model	
Replica	te Options	Testa Ostissa	
10.0	dity/Show Rep	icate Options	
	Delete Original	Objects	

Risultato finale:



Definisco i punti di collegamento tra le diverse aste come cerniere interne dove quindi NON deve esserci il momento:

"assign"  $\rightarrow$  "Frame"  $\rightarrow$  "Releases/Partial Fixity"  $\rightarrow$  selezionare l'intera struttura  $\rightarrow$  spuntiamo le due caselle su start e end nelle righe Moment 33 (major) e Moment 22 (major)



	Rele	ease		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)	$\checkmark$	$\checkmark$	0	kN-m/rad	0	kN-m/rad
		_	-			
			Clear All Relea	ses in Form		

M. Coluzzi – S. Vandelli

Risultato finale:



### 4. Inserimento appoggi

"Assign"  $\rightarrow$  "Joint"  $\rightarrow$  "restraints"  $\rightarrow$  seleziono punti dove voglio applicare le cerniere



S Assign Joint Restraints	×
Restraints in Joint Local Directions	5
✓ Translation 1	Rotation about 1
✓ Translation 2	Rotation about 2
✓ Translation 3	Rotation about 3
Fast Restraints	
OK	Apply

# Definisco carichi: "Define"→"Load Patterns"→

oad Patterns						Click To:	
Load Pattern Name	Туре		Self Weight Multiplier	Auto Lateral Load Pattern		Add Ne	ew Load Pattern
F	Dead	~	0		~	Add Cop	by of Load Pattern
DEAD F	Dead Dead		1 0			Modif	ly Load Pattern
						Modify La	teral Load Pattern
						Delet	e Load Pattern
						Show Lo	ad Pattern Notes

Calcolo i carichi:



1Роті 2:210 Зріди Ребя а 10Ku/m2 1 ріди == 320 m<sup>2</sup> 1p. = 3200 Ku 3p= 3200.3= 3600 Ku

8600 = 120 KD 80

= 120
= 120-2 = 240
= 120-4 = 480

Assign Joint Forces		×		
Load Pattern F		u l		
Coordinate System GL	OBAL			
				120
Force Global V	0	LNI		
Force Global X	0	LN LN		
Force Global Z	-480	kN	-	10 00 000
Moment about Global X	0	kN-m	- 🙂 🚍 1	120 - 2 = 240
Moment about Global Y	0	kN-m		
Moment about Global Z	0	kN-m		
Options			0 - 1	2-1-1.81
O Add to Existing Loads			<b>-</b> 1	0.4-40
Replace Existing Loads				
O Delete Existing Loads				

6. Dimensionamento delle sezioni

### Facciamo partire l'analisi:

					Click to:
Case Name	Type		Status	Action	Run/Do Not Run Case
MODAL	Modal	No	Not Run	Do not Run	Show Case
F	Linear Static		Not Run	Run	Delete Results for Case
					Run/Do Not Run All
					Delete All Results
					Show Load Case Tree
nalysis Monitor Options	i	Show Messag	ges after Run		Model-Alive
		O antigra			C D D D D D D D D D D D D D D D D D D D



## Estraiamo la tabella dell'analisi quindi clicchiamo su "display" $\rightarrow$ "show tabels" $\rightarrow$ estraiamo

Ora esportiamo la tavola su Exel andando su "file"  $\rightarrow$  "Export current Table"  $\rightarrow$  to Exel Eliminiamo | V2 | V3 | T | M2 | M3 | FrameElem | ElemStation |

File	Home Inseri	sci Layout	di pagina 🛛 F	ormule Da	iti Revisio	one Visua	alizza Gu	iida							Comm	enti 🖻	Condividi
S C Annulla	Incolla Appunti	Calibri G C	√ 11     ⊆ <u>S</u>	→ A^ A* <u>◇</u> → <u>A</u> →	= = = =	E ≫ → Ξ Ξ Ξ Allineamento	₽ E Ē •	Testo Control Control Contro	~ % 000 ri 15	E Formattaz	zione condizionale come tabella * , Stili	·	Inserisci × Elimina × Formato × Celle	∑ ~ ↓ ~ ♦ ~ Modi	Ź∀ ~ ∕ ~	Riservatezza Riservatezza	
A4	~ I ×	$\sqrt{f_x}$ 1															
A	B	C	D	E	F	G	н	1	J	К	L	Μ	N	0	Р	Q	R
TABLE	Element For	es - Frames	CaseTune	D	1/2	1/2	т	M2	M2	FrameElem	ElemStation						
	ne station	Text	Text	KN	KN	KN	KN-m	KN-m	KN-m	Text	m						
1 1	(	F	LinStatic	-52.626	0	0	0	0	(	0 1-1	0						
5 1	0,5	F	LinStatic	-52,626	0	0	0	0	(	0 1-1	0,5						
5 1		F	LinStatic	-52,626	0	0	0	0	(	0 1-1	1						
1	1,5	F	LinStatic	-52,626	0	0	0	0	(	0 1-1	1,5						
3 1		F	LinStatic	-52,626	0	0	0	0	(	1-1	2						
1	2,5	F	LinStatic	-52,626	0	0	0	0	(	0 1-1	2,5						
0 1	3	F	LinStatic	-52,626	0	0	0	0	(	0 1-1	3						
1 1	3,5	F	LinStatic	-52,626	0	0	0	0	(	0 1-1	3,5						
2 1		F	LinStatic	-52,626	0	0	0	0	(	0 1-1	4						
3 2	(	F	LinStatic	172,769	0	0	0	0	(	2-1	0						
4 2		F	LinStatic	172,769	0	0	0	0	(	2-1	2						
5 2	4	F	LinStatic	172,769	0	0	0	0	(	2-1	4						
6 3	(	F	LinStatic	24,595	0	0	0	0	(	3-1	0						
7 3	0,5	F	LinStatic	24,595	0	0	0	0	(	0 3-1	0,5						
0 2	1	F	LinStatic	24,595	0	0	0	0	(	0 3-1	1						
0 5	1 0	F	LinStatic	24,595	0	0	0	0	(	0 3-1	1,5						
9 3	1,-																

Ordiniamo |Station| dal piu piccolo al piu grande in modo da eliminare tutti i valori differenti da 0. Dopo aver eliminato tutti i valori differenti da zero riordiniamo P in ordine dal piu grande al piu piccolo.

Adesso eliminiamo | V2 | V3 | T | M2 | M3 | FrameElem | ElemStation |

Divido la tabella P ogni 300 e le classifico nominandole con nome "Sezione\_n°"

	А	В	с	D	E	F	G
1	TABLE: Ele	ment Forces	- Frames				
2	Frame	Station	OutputCase	CaseType	Р	Text	
3	10	0	F1	LinStatic	-1477,98	Sezione_1	
4	325	0	F1	LinStatic	-2955,96	Sezione_1	
5	52	0	F1	LinStatic	-1267,516	Sezione_1	
6	367	0	F1	LinStatic	-1267,516	Sezione_1	
7	58	0	F1	LinStatic	-914,539	Sezione_2	
8	373	0	F1	LinStatic	-914,539	Sezione_2	
9	78	0	F1	LinStatic	-756,803	Sezione_2	
10	18	0	F1	LinStatic	-712,301	Sezione_2	
11	333	0	F1	LinStatic	-712,301	Sezione_2	
12	57	0	F1	LinStatic	-687,035	Sezione_2	
13	372	0	F1	LinStatic	-687,035	Sezione_2	
14	19	0	F1	LinStatic	-591,632	Sezione_3	
15	334	0	F1	LinStatic	-591,632	Sezione_3	
16	26	0	F1	LinStatic	-557,634	Sezione_3	
17	341	0	F1	LinStatic	-557,634	Sezione_3	
18	107	0	F1	LinStatic	-552,005	Sezione_3	
19	89	0	F1	LinStatic	-453,198	Sezione_3	
20	22	0	F1	LinStatic	-392,033	Sezione_3	
21	337	0	F1	LinStatic	-392,033	Sezione_3	
22	111	0	F1	LinStatic	-373,672	Sezione_3	
22	~ A	_				~ · ~ ~	

Adesso attraverso la tabella fornita, dimensioniamo le differenti sezioni.

Vedendo l'area calcolata con la tabella Excel e con sagomario accanto scegliamo la sezione che ci serve.

Calcolo dell' materiale)	'area minima	a da sforzo o	li compressio	one (resistenza	Calcolo	dell'inerzia m	inima per sforz	o di compressio	one (instabilità	euleriana)	Ingegnerizza	azione sezione membratura pr	e verifica snelle incipale (< 200)	ezza per una			
N	fyk	Y m0	fyd	A_min	E	beta	1	Lam*	rho_min	I_min	A_design	I_design	rho_min	lam			
kN	N/mm2		N/mm2	cm2	Мра		m		cm	cm4	cm2	cm4	cm				
															name	Dimer	nsione
-1477,98	235,00	1,05	223,81	66,04	210000,00	1,00	3,00	96,23	3,12	642	38,8	616	3,98	75,38	Sezione_1	193.7	12,00
-769,00	235,00	1,05	223,81	34,36	210000,00	1,00	4,00	96,23	4,16	594	53,8	1340	4,98	80,32	Sezione_2	193.7	6,00
-446,00	235,00	1,05	223,81	19,93	210000,00	1,00	5,00	96,23	5,20	538	76,8	2770	6,00	83,33	Sezione_3	114.3	6,00
-124,00	235,00	1,05	223,81	5,54	210000,00	1,00	5,00	96,23	5,20	150	76,8	2770	6,00	83,33	Sezione_4	101,60	2,00
-22,00	235,00	1,05	223,81	0,98	210000,00	1,00	5,00	96,23	5,20	27	76,8	2770	6,00	83,33	Sezione 5	21,30	2,00

	Calcolo de	ell'area min	ima da sforzo	normale di trazio	ne			
Ν	fyk	Υm	f <sub>d</sub>	A_min	A_design			
kN	Мра		Мра	cm2	cm2			
						name	Dim	ensione
64,00	235,00	1,05	223,81	2,86	13,90	Sezione_6	42,40	2,50
439,00	235,00	1,05	223,81	19,61	17,10	Sezione_7	114,30	6,00
846,00	235,00	1,05	223,81	37,80	25,70	Sezione_8	168,30	8,00

Ora andiamo a definire le sezioni su SAP2000 utilizzando i nomi utilizzati

operties	Click to:
ind this property:	Import New Property
ezione_1	Add New Property
sezione_2 Sezione_3 Sezione_4	Add Copy of Property
ezione_5 ezione_6	Modify/Show Property
Sezione_7 Sezione_8 UBO-D108X3.6 UBO-D244.5X5.4	Delete Property

Dopo di che estraiamo la tabella "Frame Assignments"  $\rightarrow$  "Frame section Assignments"

ile	View Edit Fo	rmat-Filter-Sort Selec	t Options					
nits:	As Noted				Frame Section Assignme	nts		
iller.	Frame Text	SectionType Text	AutoSelect Text	AnalSect Text	DesignSect Text	MatProp Text		
•	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		
	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-D244.5X5.4	TUBO-D244.5X5.4	Default		
	14	Pipe	N.A.	TUBO-D108X3.6	TUBO-D108X3.6	Default		
	15	Pipe	N.A.	TUBO-D108X3.6	TUBO-D108X3.6	Default		
	16	Pipe	N.A.	TUBO-D108X3.6	TUBO-D108X3.6	Default		
	17	Pipe	N.A.	TUBO-D108X3.6	TUBO-D108X3.6	Default		

Eliminiamo i campi di AnalSect e DesignSect sostituendoli con i nomi delle sezioni che abbiamo definito nella tabella Excel precedente.

TABLE: Fra	me Section As	signments			
Frame	SectionType	AutoSelect	AnalSect	DesignSect	MatProp
1	Pipe	N.A.	Sezione_5	Sezione_5	Default
10	Pipe	N.A.	Sezione_1	Sezione_1	Default
100	Pipe	N.A.	Sezione_5	Sezione_5	Default
101	Pipe	N.A.	Sezione_6	Sezione_6	Default
102	Pipe	N.A.	Sezione_5	Sezione_5	Default
103	Pipe	N.A.	Sezione_5	Sezione_5	Default
104	Pipe	N.A.	Sezione_6	Sezione_6	Default
105	Pipe	N.A.	Sezione_6	Sezione_6	Default
106	Pipe	N.A.	Sezione_5	Sezione_5	Default
107	Pipe	N.A.	Sezione_3	Sezione_3	Default
108	Pipe	N.A.	Sezione_6	Sezione_6	Default
109	Pipe	N.A.	Sezione_6	Sezione_6	Default
11	Pipe	N.A.	Sezione_6	Sezione_6	Default
110	Pipe	N.A.	Sezione_7	Sezione_7	Default
111	Dino	NI A	Coriono 2	Coziono 2	Default

Ok...Adesso andiamo a importare questa tabella su Sap2000 che ci permette di cambiare le sezioni dei diversi segmenti.



Ora andiamo a calcolarci il peso della struttura per poi aggiungerlo al peso dei solai applicato prima, per farlo andiamo a runnare di nuovo la struttura ma questa volta disattiviamo F.

					Click to:
Case Name	Туре		Status	Action	Run/Do Not Run Case
DEAD MODAL	Linear Static Modal		Not Run Not Run	Run Do not Run	Show Case
F1	Linear Static		Not Run	Do Not Run	Delete Results for Case
					Run/Do Not Run All
					Delete All Results
					Show Load Case Tree
alysis Monitor Options		Show Message	es after Run		Model-Alive
Always Show		O Only if Erro	irs.		Pup Now

Estraiamo la tabella delle reazioni vincolari per vedere quanto pesa la struttura

S Choose Tables for Display	×	1												
Edit	^	S Joir	nt Reactions									-		×
Edit   Guide Construction of a fS tables selected)  Guide System Data  Display Definitions  Display Certifications  Display Ce	Load Patterns (Model Def.) Select Load Patterns 1 of 2 Selected Load Cases. 3 eff Cload Cases. 1 of 1 Selected MotifytBrow Options Self Cload Selectors Options Selection Only Show Unformated	File Units: Filter:	View Edit As Noted Joint Text 5 19 95 109	Format-Filter	-Sort Select CaseType Text LinStatic LinStatic LinStatic	Ff KN 0,31 0,534 0,922 -0,608	F2 KN -3,996 -2,59 3,847 2,739	F3 KM 18,48 15,53 16,47 15,67	Joint Reactions M1 KH-m 20 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0 0	M2 KN-m	M3 KN-m 0 (1 0 (1 0 (1 0 (1 0 (1))			~
Table Formats File	OK Cancel	Record	t: << <	4 :	>>> of 4						Add Tab	les	Done	

Sommiamo i valori di F3 e troviamo il peso della struttura = 66,181 KN sommiamo questo valore ai carichi dei 3 solai che pesano 9600 KN  $\rightarrow$  9666,181 KN

Rifacciamo i passaggi precedenti per le forze agenti sui nodi quindi:

9666,181/80 = 120,8272625

- → angolo= 120,8272625
- → lato = 241,654525
- → centro = 483,30905

Adesso andiamo a riapplicare le forze modificate



Riandiamo a far partire l'analisi ma questa volta non facendo runnare DEAD, MODAL

	_		-		Click to:
Case Name	Type		Status	Action	Run/Do Not Run Case
DEAD	Linear Static		Not Run	Do Not Run	
MODAL F	Modal Linear Static		Not Run	Do not Run	Show Case
=1	Linear Static		Not Run	Run	Delete Results for Case
					Run/Do Not Run All
					Delete All Results
					Show Load Case Tree
alysis Monitor Options		Show Message	s after Run		Model-Alive
Always Show		Only if Error	s		Run Now
Never Show		If Errors or	Warnings		
Never Show		If Errors or	Warnings		01 600

### **Risultato:**





Punto 30 scende di 0,0407 m e la sua distanza dall'appoggio è di 5,66 m quindi: 5,66/200 = 0,0283 → 0,0407 è quasi il doppio di l/200 della luce quindi la struttura dovrebbe essere ricalcolata per ridurre la deformazione a circa l/200

ALCUNI DEI PUNTI SCENDONO PIU DI I/200 QUINDI NON SONO VERIFICATI È NECESSARIO RIDIMENSIONARE LA STRUTTURA CON SEZIONI PIÙ GRANDI PER POTER VERIFICARE CORRETTAMENTE IL TELAIO.