

**DNC**  
**TP6**

Cátedra: **ESTRUCTURAS – NIVEL 1**

Taller: VERTICAL III – DELALOYE - NICO - CLIVIO

**Trabajo Práctico N°6: Esfuerzos Simples en Estructuras Reticulares**

Curso 2024

Elaboró: Ing.Pinasco-Ing.Granada

Revisión:4

Fecha: abril 2024

### Objetivo

Comprensión de la forma de transferir esfuerzos de las estructuras reticulares.

Profundización del manejo de análisis de cargas, para la obtención de las fuerzas actuantes sobre los elementos estructurales.

Aplicación del método de los nudos y de procedimientos geométricos (Ritter, Cullman, etc.), para hallar esfuerzos directos en reticulados.

Utilización de conceptos de trigonometría.



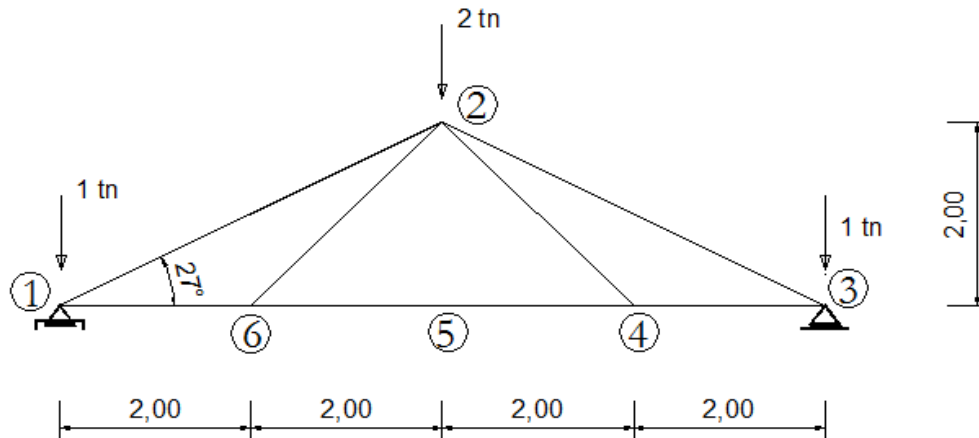
Copertura Palazzo del Ghiaccio – Comune Di Folgaria – Trento - Italia



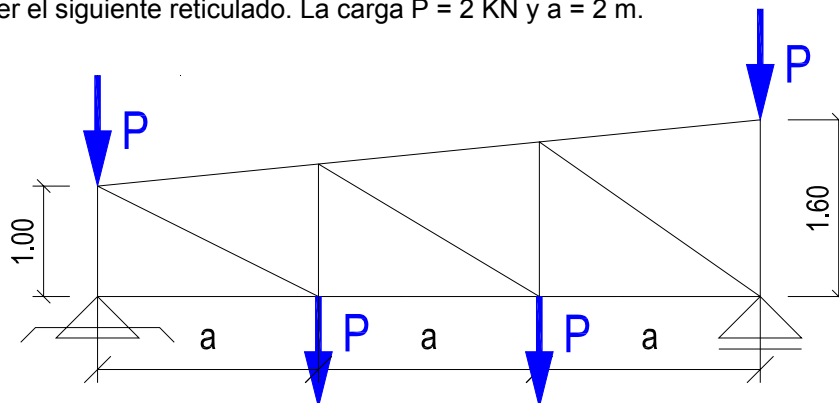
Viaducto  
La Polvorilla  
Tren a las Nubes  
Salta-4200 msnm

**Ejercicio N°1:**

Dado el siguiente reticulado metálico, calcular tres nudos. .

**Ejercicio N°2 (opcional):**

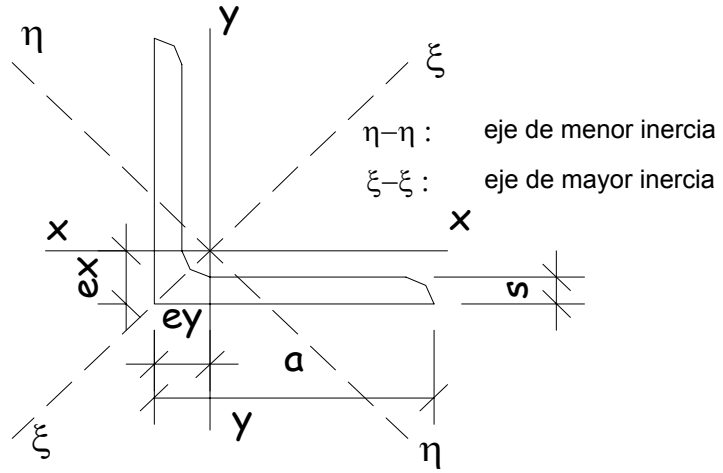
Resolver el siguiente reticulado. La carga  $P = 2 \text{ KN}$  y  $a = 2 \text{ m}$ .

**Ejercicio N°3:****Questionario.**

- En el reticulado del ejercicio N°1, aparece la carga sobre los nudos exteriores como " $P/2$ ", a qué se debe esta consideración?
- Por qué en el método de los nudos, sólo se pueden tener como máximo dos incógnitas?. Por qué no se considera la tercer ecuación de la estática ( $\sum M = 0$ )?.
- Hacer una distribución racional de estructuras reticuladas para cubrir una planta de una nave industrial de 15 m x 30 m. Esquematizar.
- Qué otros métodos conoce para hallar los esfuerzos en barras del ejemplo del ejercicio N°1. Calcular por Ritter las barras en el corte A-A indicado y verificar los resultados obtenidos por el método de los nudos. (OPCIONAL)

# Perfil ángulo alas iguales

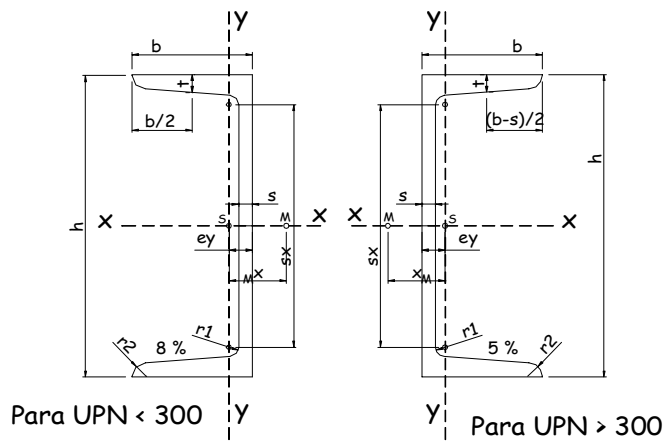
- F= Sección
- G= Peso
- U= Superficie exterior por metro de perfil
- J= Momento de inercia
- W= Momento resistente
- i= Radio de giro



Denominación	Dimensiones			F	G	Eje flexión x-x=y-y			
	a	s	ex=ey			J <sub>x</sub> =J <sub>y</sub>	W <sub>x</sub> =W <sub>y</sub>	i <sub>x</sub> =i <sub>y</sub>	i <sub>min</sub>
	mm	mm	cm			cm <sup>4</sup>	cm <sup>3</sup>	cm	cm
5/8" x 1/8"	15.9	3.2	0.51	0.91	0.70	0.2	0.18	0.46	0.3
3/4" x 1/8"	19.1	3.2	0.58	1.11	0.90	0.37	0.28	0.58	0.36
7/8" x 1/8"	22.2	3.2	0.66	1.31	1.00	0.58	0.37	0.66	0.42
1" x 1/8"	25.4	3.2	0.75	1.51	1.20	0.91	0.51	0.77	0.48
1" x 3/16"	25.4	4.8	0.81	2.19	1.80	1.25	0.72	0.75	0.48
1" x 1/4"	25.4	6.4	0.86	2.83	2.20	1.66	0.98	0.73	0.48
1 1/8" x 1/8"	27	3.2	0.77	1.65	1.30	1.06	0.55	0.8	0.51
1 1/4" x 1/8"	31.7	3.2	0.91	1.92	1.50	1.83	0.8	0.98	0.61
1 1/4" x 3/16"	31.7	4.8	0.97	2.8	2.20	2.54	1.16	0.96	0.61
1 1/4" x 1/4"	31.7	6.4	1.01	3.61	2.80	3.32	1.47	0.93	0.61
1 1/2" x 1/8"	38.1	3.2	1.07	2.32	1.80	3.25	1.18	1.18	0.71
1 1/2" x 3/16"	38.1	4.8	1.13	3.4	2.70	4.58	1.7	1.16	0.72
1 1/2" x 1/4"	38.1	6.4	1.18	4.44	3.40	5.78	2.19	1.14	0.72
1 3/4" x 1/8"	44.4	3.2	1.23	2.73	2.10	5.24	1.62	1.39	0.84
1 3/4" x 3/16"	44.4	4.8	1.29	4	3.10	7.45	2.36	1.36	0.85
1 3/4" x 1/4"	44.4	6.4	1.34	5.4	4.20	9.67	3.06	1.34	0.85
2" x 1/8"	50.8	3.2	1.39	3.13	2.40	7.91	2.14	1.59	0.96
2" x 3/16"	50.8	4.8	1.45	4.61	3.60	11.33	3.12	1.57	0.97
2" x 1/4"	50.8	6.4	1.5	6.05	4.70	14.48	4.04	1.55	0.97
2" x 5/16"	50.8	6.4	1.5	6.05	4.70	17.19	4.83	1.52	0.97
2" x 3/8"	50.8	6.4	1.5	6.05	4.70	19.87	5.68	1.5	0.97
2 1/4" x 1/8"	57.1	3.2	1.48	3.61	2.84	10.88	2.58	1.73	1.06
2 1/4" x 3/16"	57.1	4.8	1.6	5.21	4.10	16.23	3.93	1.78	1.07
2 1/4" x 1/4"	57.1	6.4	1.68	6.85	5.40	21.23	5.24	1.75	1.08
2 1/2" x 3/16"	63.5	4.8	1.76	5.82	4.60	22.77	4.96	1.98	1.2
2 1/2" x 1/4"	63.5	6.4	1.82	7.66	6.10	29.26	6.45	1.95	1.21
2 1/2" x 5/16"	63.5	7.9	1.86	9.57	7.52	35.3	7.77	1.92	1.21
2 1/2" x 3/8"	63.5	9.5	1.92	11.34	8.91	41.14	9.19	1.9	1.21
3" x 1/4"	76.2	6.4	2.14	9.27	7.30	51.6	9.46	2.36	1.44
3" x 5/16"	76.2	7.9	2.2	11.47	9.10	62.8	11.58	2.34	1.44
3" x 3/8"	76.2	9.5	2.26	13.6	10.70	73.2	13.65	2.32	1.44
3" x 1/2"	76.2	12.7	2.34	17.8	13.97	90.15	17.14	2.25	1.45
3 1/2" x 1/4"	88.9	6.4	2.46	10.89	8.60	83.6	13.01	2.77	1.69
3 1/2" x 5/16"	88.9	7.9	2.51	13.49	10.70	101.9	15.99	2.74	1.69
3 1/2" x 3/8"	88.9	9.5	2.57	16.02	12.60	119.4	18.85	2.71	1.7
3 1/2" x 1/2"	88.9	12.7	2.66	21.12	16.58	149.65	23.98	2.66	1.7
4" x 1/4"	101.6	6.4	2.76	12.51	9.80	124.8	18.02	3.17	1.93
4" x 5/16"	101.6	7.9	2.84	15.5	12.20	154.6	21.1	3.15	1.94
4" x 3/8"	101.6	9.5	2.9	18.44	14.60	181.3	24.9	3.12	1.95
4" x 7/16"	101.6	11.1	2.92	21.57	16.93	205.97	28.28	3.11	1.95
4" x 1/2"	101.6	12.7	3	24.19	19.00	231.4	32.3	3.1	1.95
5" x 3/8"	127	9.5	3.46	23.44	18.40	355.91	38.51	3.9	2.43
5" x 7/16"	127	11.1	3.53	27.17	21.33	409.46	44.63	3.88	2.43
5" x 1/2"	127	12.7	3.59	30.86	24.22	461.04	50.62	3.87	2.43
6" x 3/8"	152.4	9.5	4.06	28.25	22.18	620.29	55.68	4.69	2.91
6" x 7/16"	152.4	11.1	4.13	32.79	25.74	715.82	64.68	4.67	2.91
6" x 1/2"	152.4	12.7	4.2	37.27	29.26	808.39	73.5	4.66	2.92

### Perfil Normal "U" - UPN

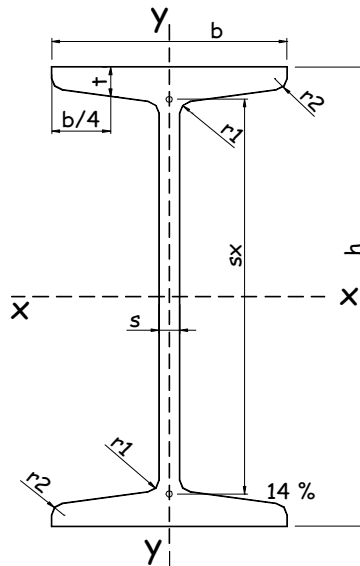
- F= Sección
- G= Peso
- J= Momento de inercia
- U= Superficie exterior por metro de perfil
- W= Momento resistente
- i= Radio de giro
- S<sub>x</sub>= Momento estático de media sección del perfil
- J<sub>x</sub>/S<sub>x</sub> - Separación entre los centros de tracción y compresión
- s<sub>x</sub>= centros de tracción y compresión
- X<sub>m</sub>= Distancia del centro del esfuerzo cortante al eje y-y



Designación	Dimensiones [mm]					F cm <sup>2</sup>	G Kg./m	U m <sup>2</sup> /m	Eje flexión x-x			Eje flexión y-y			S <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	s <sub>x</sub> cm	e <sub>y</sub> Distancia del eje y-y cm	X <sub>m</sub> cm
	h	b	s	t	r				J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	J <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> cm				
30x15	30	15	4	4.5	2	2.2	1.74	0.103	2.53	1.69	1.1	0.4	0.39	0.4	-	-	0.52	0.7
30	30	33	5	7	3.5	5.4	4.27	0.174	6.39	4.26	1.1	5.3	2.68	1	-	-	1.31	2.2
40x20	40	20	5	5.5	2.5	3.7	2.78	0.142	7.58	3.79	1.4	1.1	0.86	0.6	-	-	0.67	1
40	40	35	5	7	3.5	6.2	4.87	0.199	14.1	7.1	1.5	6.7	3.08	1	-	-	1.33	2.3
50x25	50	25	5	6	3	4.9	3.86	0.181	16.8	6.7	1.9	2.5	1.48	0.7	-	-	0.81	1.3
50	50	38	5	7	3.5	7.1	5.59	0.232	26.4	10.6	1.9	9.1	3.75	1.1	-	-	1.37	2.5
60	60	30	6	6	3	4.5	5.07	0.215	31.6	10.5	2.2	4.5	2.16	0.8	-	-	0.91	1.5
65	65	42	5.5	7.5	4	9	7.09	0.273	57.5	17.7	2.5	14	5.07	1.3	-	-	1.42	2.6
80	80	45	6	8	4	11	8.64	0.312	106	26.5	3.1	19	6.36	1.3	16	6.7	1.45	2.7
100	100	50	6	8.5	4.5	14	10.6	0.372	206	41.2	3.9	29	8.49	1.5	0	8.4	1.55	2.9
120	120	55	7	9	4.5	17	13.4	0.434	364	60.7	4.6	43	11.1	1.6	36	10	1.6	3
140	140	60	7	10	5	20	16	0.489	605	86.4	5.5	63	14.8	1.8	51	12	1.75	3.4
160	160	65	7.5	10.5	5.5	24	18.8	0.546	925	116	6.2	85	18.3	1.9	69	13	1.84	3.6
180	180	70	8	11	5.5	28	22	0.611	1,350	150	7	114	22.4	2	90	15	1.92	3.8
200	200	75	8.5	11.5	6	32	25.3	0.661	1,910	191	7.7	148	27	2.1	114	17	2.01	3.9
220	220	80	9	12.5	6.5	37	29.4	0.718	2,690	245	8.5	197	33.6	2.3	146	19	2.14	4.2
240	240	85	9.5	13	6.5	42	33.2	0.775	3,600	300	9.2	248	39.6	2.4	179	20	2.23	4.4
260	260	90	10	14	7	48	37.9	0.834	4,820	371	10	317	47.7	2.6	221	22	2.36	4.7
280	280	95	10	15	7.5	53	41.8	0.89	6,280	448	11	399	57.2	2.7	266	24	2.53	5
300	300	100	10	16	8	59	46.2	0.95	8,030	535	12	495	67.8	2.9	316	25	2.7	5.4
320	320	100	14	17.5	8.8	76	59.5	0.982	10,870	679	12	597	80.6	2.8	413	26	2.6	4.8
350	350	100	14	16	8	77	60.6	1.047	12,840	734	13	570	75	2.7	459	29	2.4	4.5
380	380	102	14	16	8	80	63.1	1.11	15,760	829	14	615	78.7	2.8	507	31	2.38	4.6
400	400	110	14	18	9	92	71.8	1.182	20,350	1,020	15	846	102	3	618	33	2.65	5.1

**Perfil Normal doble "T" - IPN**

- F= Sección
- G= Peso
- J= Momento de inercia
- U= Superficie exterior por metro de perfil
- W= Momento resistente
- i= Radio de giro
- S<sub>x</sub>= Momento estático de media sección del perfil
- J<sub>x</sub>/S<sub>x</sub> - Separación entre los centros de tracción y compresión
- s<sub>x</sub>=



Designación	Dimensiones [mm]					F cm <sup>2</sup>	G Kg./m	U m <sup>2</sup> /m	Eje flexión x-x			Eje flexión y-y			S <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	s <sub>x</sub> cm
	h	b	s=r <sub>1</sub>	t	r2				J <sub>x</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>x</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>x</sub> cm	J <sub>y</sub> cm <sup>4</sup>	W <sub>y</sub> cm <sup>3</sup>	i <sub>y</sub> =i <sub>1 min</sub> cm		
80	80	42	3.9	5.9	2.3	7.57	5.94	0.304	77.8	19.5	3.2	6.29	3	0.91	11.4	6.84
100	100	50	4.5	6.8	2.7	10.6	8.34	0.37	171	34.2	4.01	12.2	4.88	1.07	19.9	8.57
120	120	58	5.1	7.7	3.1	14.2	11.1	0.439	328	54.7	4.81	22	7.41	1.23	31.8	10.3
140	140	66	5.7	8.6	3.4	18.2	14.3	0.502	573	81.9	5.61	35	10.7	1.4	47.4	12
160	160	74	6.3	9.5	3.8	22.8	17.9	0.575	935	117	6.4	55	14.8	1.55	68	13.7
180	180	82	6.9	10.4	4.1	27.9	21.9	0.64	1450	161	7.2	81	19.8	1.71	93.4	15.5
200	200	90	7.5	11.3	4.5	33.4	26.2	0.709	2140	214	8	117	26	1.87	125	17.2
220	220	98	8.1	12.2	4.9	39.5	31.1	0.775	3060	278	8.8	162	33.1	2.02	162	18.9
240	240	106	8.7	13.1	5.2	46.1	36.2	0.844	4250	354	9.59	221	41.7	2.2	206	20.6
260	260	113	9.4	14.1	5.6	53.3	41.9	0.906	5740	442	10.4	288	51	2.32	257	22.3
280	280	119	10.1	15.2	6.1	61	47.9	0.966	7590	542	11.1	364	61.2	2.45	316	24
300	300	125	10.8	16.2	6.5	69	54.2	1.03	9800	653	11.9	451	72.2	2.56	381	25.7
320	320	131	11.5	17.3	6.9	77.7	61	1.09	12510	782	12.7	555	84.7	2.67	457	27.4
340	340	137	12.2	18.3	7.3	86.7	68	1.15	15700	923	13.5	674	98.4	2.8	540	29.1
360	360	143	13	19.5	7.8	97	76.1	1.21	19610	1090	14.2	818	114	2.9	638	30.7
380	380	149	13.7	20.5	8.2	107	84	1.27	24010	1260	15	975	131	3.02	741	32.4
400	400	155	14.4	21.6	8.6	118	92.4	1.33	29210	1460	15.7	1160	149	3.13	857	34.1
425	425	163	15.3	23	9.2	132	104	1.41	36970	1740	16.7	1440	176	3.3	1020	36.2
450	450	170	16.2	24.3	9.7	147	115	1.48	45850	2040	17.7	1730	203	3.43	1200	38.3
475	475	178	17.1	25.6	10.3	163	128	1.55	56480	2380	18.6	2090	235	3.6	1400	40.4
500	500	185	18	27	10.8	179	141	1.63	68740	2750	19.6	2480	268	3.72	1620	42.4
550	550	200	19	30	11.9	212	166	1.8	99180	3610	21.6	3490	349	4.02	2120	46.8
600	600	215	21.6	32.4	13	254	199	1.92	139000	4630	23.4	4670	434	4.3	2730	50.9

COEFICIENTES DE PANDEO PARA ACERO

$\lambda=L/i$	Coeficiente de Pandeo $\phi$ para Acero St37										$\lambda=L/i$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1.04	1.04	1.04	1.05	1.05	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	20
30	1.08	1.09	1.09	1.10	1.10	1.11	1.11	1.12	1.13	1.13	30
40	1.14	1.14	1.15	1.16	1.16	1.17	1.18	1.19	1.19	1.20	40
50	1.21	1.22	1.23	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	50
60	1.30	1.31	1.32	1.33	1.34	1.35	1.36	1.37	1.39	1.40	60
70	1.41	1.42	1.44	1.45	1.46	1.48	1.49	1.50	1.52	1.53	70
80	1.55	1.56	1.58	1.59	1.61	1.62	1.64	1.66	1.68	1.69	80
90	1.71	1.73	1.74	1.76	1.78	1.80	1.82	1.84	1.86	1.88	90
100	1.90	1.92	1.94	1.96	1.98	2.00	2.02	2.05	2.07	2.09	100
110	2.11	2.14	2.16	2.18	2.21	2.23	2.27	2.31	2.35	2.39	110
120	2.43	2.47	2.51	2.55	2.60	2.64	2.68	2.72	2.77	2.81	120
130	2.85	2.90	2.94	2.99	3.03	3.08	3.12	3.17	3.22	3.26	130
140	3.31	3.36	3.41	3.45	3.50	3.55	3.60	3.65	3.70	3.75	140
150	3.80	3.85	3.90	3.95	4.00	4.06	4.11	4.16	4.22	4.27	150
160	4.32	4.38	4.43	4.49	4.54	4.60	4.65	4.71	4.77	4.82	160
170	4.88	4.94	5.00	5.05	5.11	5.17	5.23	5.29	5.35	5.41	170
180	5.47	5.53	5.59	5.66	5.72	5.78	5.84	5.91	5.97	6.03	180
190	6.10	6.16	6.23	6.29	6.36	6.42	6.49	6.55	6.62	6.69	190
200	6.75	6.82	6.89	6.96	7.03	7.10	7.17	7.24	7.31	7.38	200
210	7.45	7.52	7.59	7.66	7.73	7.81	7.88	7.95	8.03	8.10	210
220	8.17	8.25	8.32	8.40	8.47	8.55	8.63	8.70	8.78	8.80	220
230	8.93	9.01	9.09	9.17	9.25	9.33	9.41	9.49	9.57	9.65	230
240	9.73	9.81	9.89	9.97	10.05	10.14	10.22	10.30	10.39	10.47	240
250	10.55										250

$\lambda=L/i$	Coeficiente de Pandeo $\phi$ para Acero St52										$\lambda=L/i$
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	
20	1.06	1.06	1.07	1.07	1.08	1.08	1.09	1.09	1.10	1.11	20
30	1.11	1.12	1.12	1.13	1.14	1.15	1.15	1.16	1.17	1.18	30
40	1.19	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24	1.25	1.26	1.27	40
50	1.28	1.30	1.31	1.32	1.33	1.35	1.36	1.37	1.39	1.40	50
60	1.41	1.43	1.44	1.46	1.48	1.49	1.51	1.53	1.54	1.56	60
70	1.58	1.60	1.62	1.64	1.66	1.68	1.70	1.72	1.74	1.77	70
80	1.79	1.81	1.83	1.86	1.88	1.91	1.93	1.95	1.98	2.01	80
90	2.05	2.10	2.14	2.19	2.24	2.29	2.33	2.38	2.43	2.48	90
100	2.53	2.58	2.64	2.69	2.74	2.79	2.85	2.90	2.95	3.01	100
110	3.06	3.12	3.18	3.23	3.29	3.35	3.41	3.47	3.53	3.59	110
120	3.65	3.71	3.77	3.83	3.89	3.96	4.02	4.09	4.15	4.22	120
130	4.29	4.35	4.41	4.48	4.55	4.62	4.69	4.75	4.82	4.89	130
140	4.96	5.04	5.11	5.18	5.25	5.33	5.40	5.47	5.55	5.62	140
150	5.70	5.78	5.85	5.93	6.01	6.09	6.16	6.24	6.32	6.40	150
160	6.48	6.57	6.65	6.73	6.81	6.90	6.98	7.06	7.15	7.23	160
170	7.32	7.41	7.49	7.58	7.67	7.76	7.85	7.94	8.03	8.12	170
180	8.21	8.30	8.39	8.48	8.58	8.67	8.76	8.86	8.95	9.05	180
190	9.14	9.24	9.34	9.44	9.53	9.63	9.73	9.83	9.93	10.03	190
200	10.13	10.23	10.34	10.44	10.54	10.65	10.75	10.85	10.96	11.06	200
210	11.17	11.28	11.38	11.49	11.60	11.71	11.82	11.93	12.04	12.15	210
220	12.26	12.37	12.48	12.60	12.71	12.82	12.94	13.05	13.17	13.28	220
230	13.40	13.52	13.63	13.75	13.87	13.99	14.11	14.23	14.35	14.47	230
240	14.59	14.71	14.83	14.96	15.08	15.20	15.33	15.45	15.58	15.71	240
250	15.83										250

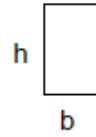
**PIEZAS RECTANGULARES DE MADERA**

$$J_x = \frac{b \cdot h^3}{12}$$

$$J_y = \frac{h \cdot b^3}{12}$$

$$W_x = \frac{b \cdot h^2}{6}$$

$$W_y = \frac{h \cdot b^2}{6}$$

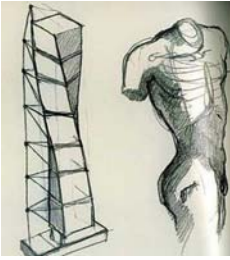


Designación	Dimensiones				Sección cm <sup>2</sup>	Momentos de inercia		Módulos resistentes	
	Pulgadas		cm.			Jx cm <sup>4</sup>	Jy cm <sup>4</sup>	Wx cm <sup>3</sup>	Wy cm <sup>3</sup>
	b	D	B	d					
Alfajías	1	3	2,5	7,6	19,3	93	10	24	8
Listones	1	6	2,5	15,2	38,6	732	20	96	15
Tablas	1	12	2,5	30,5	77,2	5911	39	387	31
"	1 1/2	12	3,8	30,5	115,9	8985	139	589	73
Tablones	2	12	5,1	30,5	156	12058	337	790	132
Tirantes	2	3	5,1	7,6	38,7	186	84	49	32
"	2	4	5,1	10,2	52	451	112	84	44
"	2	6	5,1	15,2	77,5	1493	168	196	65
"	3	3	7,6	7,6	57,7	278	278	73	73
"	3	4	7,6	10,2	77,5	672	373	131	98
"	3	5	7,6	12,7	96,5	1297	464	204	122
"	3	6	7,6	15,2	115,5	2224	556	292	146
"	3	9	7,6	22,9	174	7606	837	664	220
"	3	12	7,6	30,5	231,8	17969	1115	1178	293
"	4	4	10,2	10,2	104	902	902	176	176
"	4	6	10,2	15,2	155	2985	1344	392	263
"	4	9	10,2	22,9	233,6	10208	2025	891	397
"	4	12	10,2	30,5	311,1	24117	2697	1581	528
Vigas	6	6	15,2	15,2	231	4448	4448	585	585
"	6	8	15,2	20,3	308,6	10600	5940	1045	782
"	6	9	15,2	22,9	348,1	15211	6701	1328	881
"	6	12	15,2	30,5	463,6	35939	8925	2356	1174
"	8	8	20,3	20,3	412,1	14152	14152	1394	1394
"	10	10	25,4	25,4	645,2	34686	34686	2731	2731
"	12	12	30,5	30,5	930,2	72113	72113	4728	4728

COEFICIENTES DE PANDEO PARA MADERA

$\lambda=L/i$	Coeficiente de Pandeo $\omega$ para madera									
	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9
0	1.00	1.01	1.01	1.02	1.03	1.03	1.04	1.05	1.06	1.06
10	1.07	1.08	1.09	1.09	1.10	1.11	1.12	1.13	1.14	1.15
20	1.15	1.16	1.17	1.18	1.19	1.20	1.21	1.22	1.23	1.24
30	1.25	1.26	1.27	1.28	1.29	1.30	1.32	1.33	1.34	1.35
40	1.36	1.38	1.39	1.40	1.42	1.43	1.44	1.46	1.47	1.49
50	1.50	1.52	1.53	1.55	1.56	1.58	1.60	1.61	1.63	1.65
60	1.67	1.69	1.70	1.72	1.74	1.76	1.79	1.81	1.83	1.85
70	1.87	1.90	1.92	1.95	1.97	2.00	2.03	2.05	2.08	2.11
80	2.14	2.17	2.21	2.24	2.27	2.31	2.34	2.38	2.42	2.46
90	2.50	2.54	2.58	2.63	2.68	2.73	2.78	2.83	2.88	2.94
100	3.00	3.07	3.14	3.21	3.28	3.35	3.43	3.50	3.57	3.65
110	3.73	3.81	3.89	3.97	4.05	4.13	4.21	4.29	4.38	4.46
120	4.55	4.64	4.73	4.82	4.91	5.00	5.09	5.19	5.28	5.38
130	5.48	5.57	5.67	5.77	5.88	5.98	6.08	6.19	6.29	6.40
140	6.51	6.62	6.73	6.84	6.95	7.07	7.18	7.30	7.41	7.53
150	7.65									





UNIVERSIDAD NACIONAL DE LA PLATA - FACULTAD DE ARQUITECTURA Y URBANISMO			
<b>DNC GE6</b>	Cátedra: <b>ESTRUCTURAS – NIVEL 1</b>		
	Taller: VERTICAL III – DELALOYE - NICO - CLIVIO		
	<b>Guía de Estudio 6: Resolución de un Reticulado</b>		
Curso 2013	Elaboró: Ing. Walter Morales	Revisión: 0	Fecha: Marzo 2013

El presente texto se enfoca en la resolución de un reticulado por el método de los nudos.

Como sabemos, este método de cálculo es analítico, y plantea en los “**nudos donde se desconoce como máximo 2 (dos) incógnitas**”, la sumatoria de fuerzas horizontales y verticales.

Comenzaremos con el análisis de una estructura real, luego la modelizaremos, o sea, la dibujaremos de una forma que pueda ser interpretada para su estudio por cualquier entendido en el tema. Esta modelización es lo que conocemos como “esquema estructural”.

Por último se dimensionarán los elementos más solicitados.

### ESTRUCTURA REAL

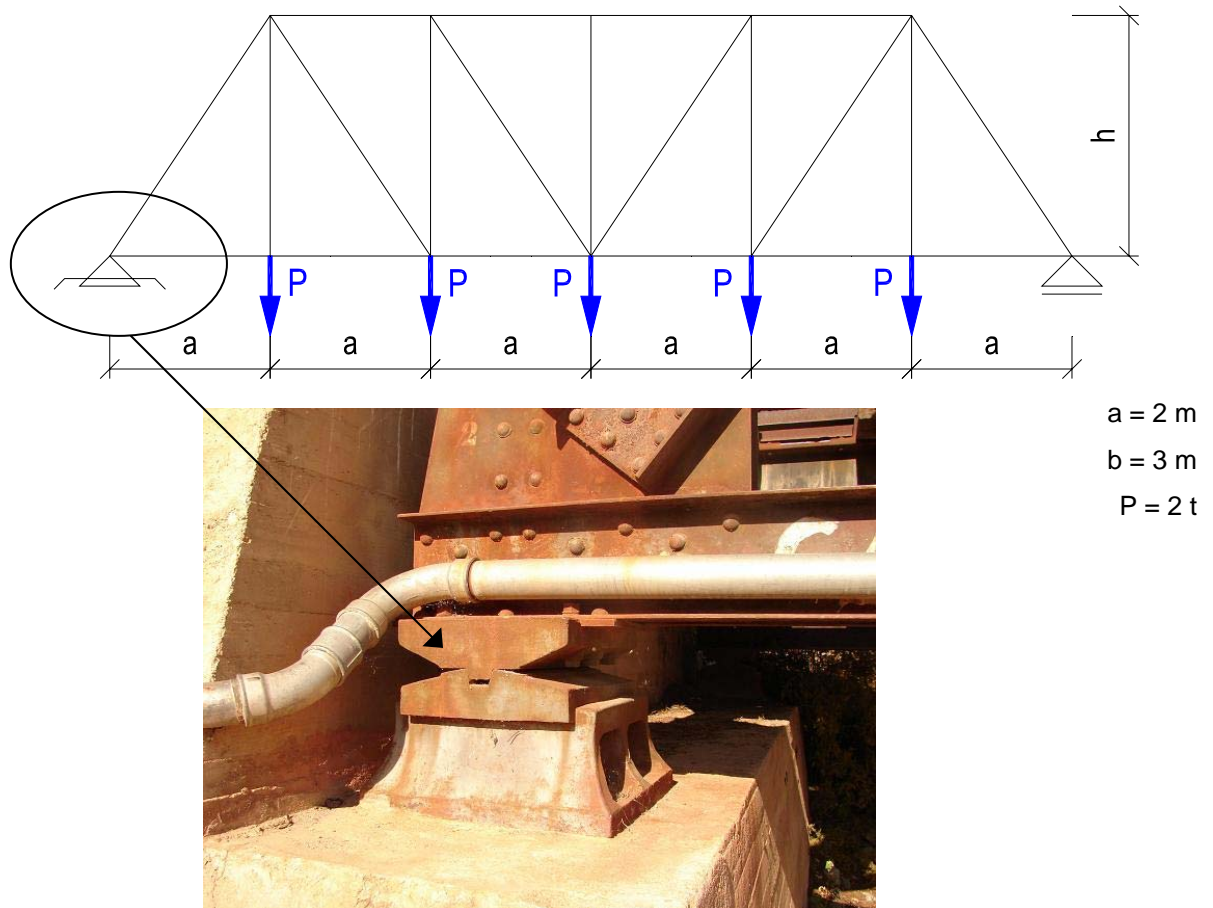


Esta imagen (Febrero 2009), corresponde al último puente de acceso a la ciudad de Chilecito (La Rioja), del ex FFCC Gral. Belgrano, que fue construido en el año 1905. El mismo, unía la ciudad de Dean Funes (Santa Fé), con Chilecito, y era utilizado principalmente para el transporte de oro y demás minerales que se extraían de la mina “La Mejicana”, en el cerro Famatina (del vocablo indígena “wamatinag”, madre productora de metales).

El puente que observamos es metálico de 30 m de luz, de perfiles importados de Alemania (la empresa constructora era de Leipzig), donde el cordón inferior de cada reticulado es el que sostiene a los durmientes y éstos a los rieles. El cordón superior y el inferior son vinculados con montantes (elementos verticales) y diagonales. También podemos observar entre un reticulado y otro, la vinculación es con montantes horizontales y cruces tipo “San Andrés”. El tipo de vinculación con el suelo o terreno, como en la mayoría de los puentes, es isostática.

### ESQUEMA ESTÁTICO

En este párrafo queremos resaltar como pasamos de una estructura real, de secciones y geometría definidas, a ese conjunto de líneas, cargas y apoyos, que conocemos usualmente como “**esquema estático**”.



El apoyo doble se corresponde con el materializado en la estructura real.

Nota: la elección de las dimensiones “a” y “h”, como el de la carga “P”, fueron modificadas para poner de manifiesto el procedimiento, y no entrar en detalles de cómo se obtienen las cargas ferroviarias, para lo cual debemos recurrir al Reglamento de Ferrocarriles Argentinos.

## RESOLUCIÓN

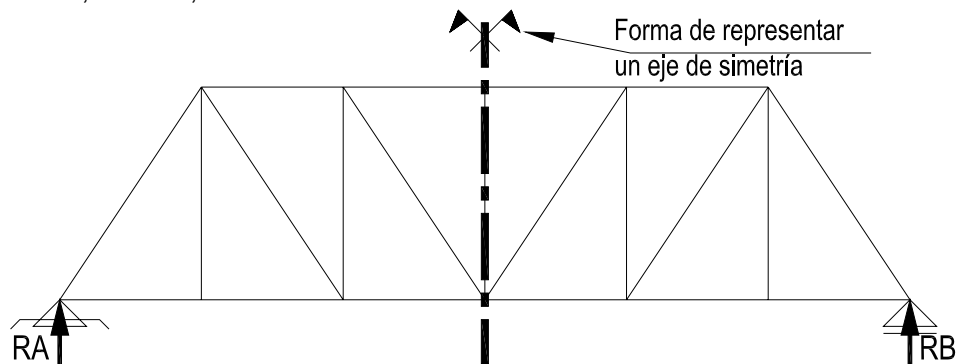
### 1er Paso “Reacciones”

Es lo primero que debemos realizar para abordar la solución del reticulado.

Tenemos dos caminos:

- Ecuaciones de la estática  $\Sigma F_x - \Sigma F_y$  y  $\Sigma M$  (válidas para cualquier estructura).
- Aplicando simetría, sólo cuando la estructura es simétrica, las cargas son simétricas y los apoyos son simétricos (válido para pocas estructuras).

Pero si observamos nuestro reticulado, nos encontramos con una estructura que cumple los requisitos de b, es decir, es “simétrica”.



Entonces si hay simetría, ubicado el eje de simetría, todo lo que se encuentra a la derecha es igual a lo que está a la izquierda. Si el eje fuera horizontal, sería igual lo de arriba del eje con lo de abajo. Ahora bien; si hay simetría  $R_A = R_B$ .

$$R_A = R_B = \frac{Q_{TOTAL}}{2} = \frac{n \cdot P}{2} = \frac{5 \cdot 2 t}{2} = 5 t$$

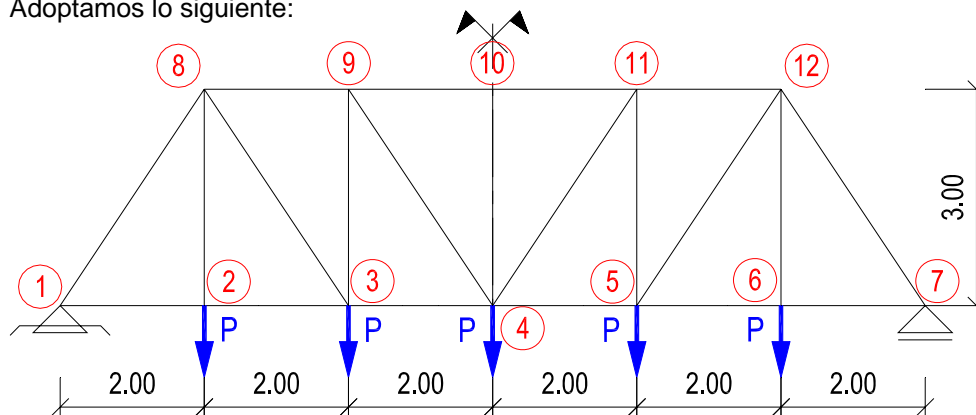
Las reacciones serán toda la carga sobre la estructura ( $Q_{total}$ ), dividida por 2 (dos), ya que la mitad de toda la carga debe ir a cada lado por "simetría".

### 2do Paso "Esfuerzos en barras"

Determinación de los esfuerzos en las barras por el método de los nudos.

Debemos entonces numerar los nudos, que son los encuentros de barras. La numeración que se da a continuación no es la única y cada proyectista elige su forma de hacerlo.

Adoptamos lo siguiente:



Elegida la numeración, queda inmediatamente definidas las barras, por ejemplo la barra que va del nudo 4 al nudo 9, será la barra 4-9.

Aprovechando esta forma de nombrar las barras, tenemos que el esfuerzo que pasa por esa barra lo designaremos como "S", y en el caso de la barra 4-9 como esfuerzo S4-9.

Nota: la nomenclatura no es única y depende de la bibliografía empleada o el gusto del proyectista.

Este esfuerzo será de tracción o de compresión, porque los reticulados son estructuras que trabajan a esfuerzos simples (tracción o compresión). Este hecho sólo se puede dar si las cargas actuantes (en nuestro caso P), están aplicadas en algún nudo. Si las cargas estuvieran aplicadas en los tramos de las barras, ya no se generarían esfuerzos simples en el reticulado.

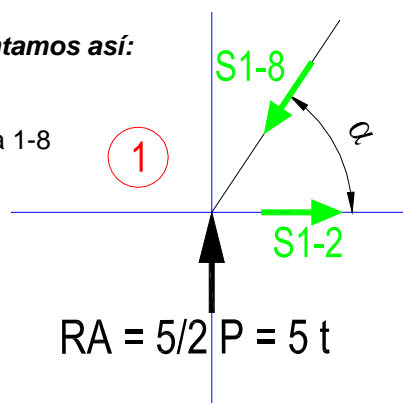
Como adelantamos en la introducción, éste método de cálculo lo debemos plantear en aquellos nudos donde a lo sumo halla 2 (dos) incógnitas o esfuerzos "S" desconocidos.

Observando nuestra numeración y geometría del reticulado, comenzaremos por el nudo 1 o por el nudo 7.

**Tenemos el nudo 1 y lo representamos así:**

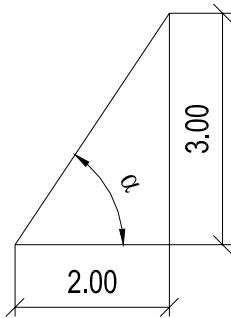
Siendo S1-8 el esfuerzo en la barra 1-8

Y S1-2 el esfuerzo en la barra 1-2



La dirección de los esfuerzos es arbitraria, y cuando resolvamos las ecuaciones de fuerzas, nos daremos cuenta si la elección del sentido es la correcta.

Necesitamos un dato a saber, el valor de  $\alpha$ , pero conocemos su tangente, o sea:



$$\text{Tg } \alpha = 3 / 2 = 1.5, \text{ por lo tanto } \alpha = \arctg 1.5 = 56.31^\circ$$

Ahora simplemente planteamos:

$$\begin{aligned} \Sigma F_H &= 0 \\ \Sigma F_V &= 0 \end{aligned}$$

igual a "0", ya que el nudo debe estar en equilibrio.

Entonces:  $\Sigma F_H = S_{1-2} - S_{1-8} \cdot \cos \alpha = 0$

$$\Sigma F_V = R_A - S_{1-8} \cdot \text{sen } \alpha = 0 \Rightarrow S_{1-8} = \frac{R_A}{\text{sen } \alpha} = \frac{5 \text{ t}}{0.832} = 6.01 \text{ t}$$

Y reemplazando el valor de S1-8 en la  $\Sigma F_H$  obtenemos:

$$S_{1-2} = S_{1-8} \cdot \cos \alpha = 6.01 \text{ t} \times 0.555 = 3.33 \text{ t}$$

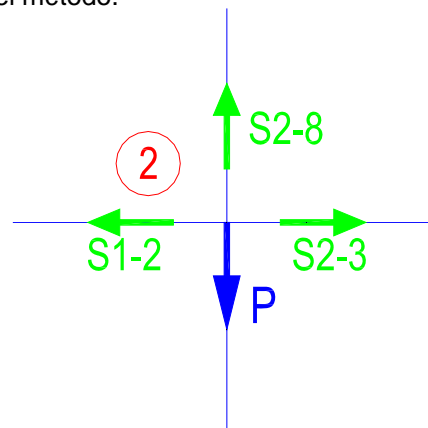
Como los valores de los esfuerzos son positivos, quiere decir que los sentidos adoptados eran correctos.

Ahora seguiremos con el nudo 2, con el nudo 8 no podemos, porque no conocemos ni S2-8, S3-8 y S8-9, es decir 3 (tres) incógnitas, y no es aplicable el método.

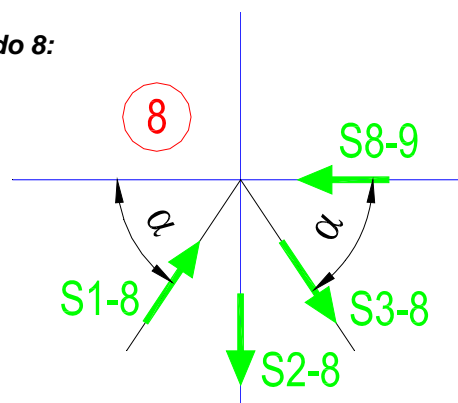
**Tenemos el nudo 2 y lo representamos así:**

$$\Sigma F_H = -S_{1-2} + S_{2-3} = 0 \Rightarrow S_{2-3} = S_{1-2} = 3.33 \text{ t}$$

$$\Sigma F_V = S_{2-8} - P = 0 \Rightarrow S_{2-8} = P = 2 \text{ t}$$



**Siguiendo con el nudo 8:**



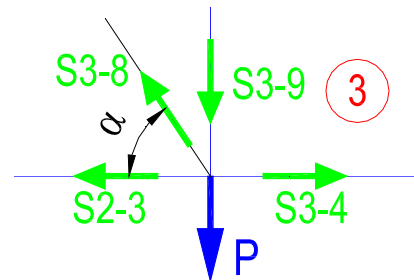
$$\Sigma F_H = S_{1-8} \cdot \cos \alpha - S_{8-9} + S_{3-8} \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow S_{8-9} = S_{1-8} \cdot \cos \alpha + S_{3-8} \cdot \cos \alpha$$

$$\Sigma F_V = S_{1-8} \cdot \text{sen } \alpha - S_{2-8} - S_{3-8} \cdot \text{sen } \alpha = 0 \Rightarrow S_{3-8} = S_{1-8} - \frac{S_{2-8}}{\text{sen } \alpha} = 6.01 \text{ t} - \frac{2 \text{ t}}{0.832} = 3.61 \text{ t}$$

con lo cual

$$S_{8-9} = S_{1-8} \cdot \cos \alpha + S_{3-8} \cdot \cos \alpha = 6.01 \text{ t} \times 0.555 + 3.61 \text{ t} \times 0.555 = 5.33 \text{ t}$$

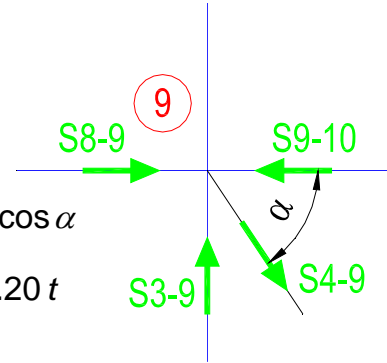
**Ahora el nudo 3:**



$$\Sigma F_H = -S_{2-3} - S_{3-8} \cdot \cos \alpha + S_{3-4} = 0 \Rightarrow S_{3-4} = S_{3-8} \cdot \cos \alpha + S_{2-3} = 3.61 t \times 0.555 + 3.33 t = 5.33 t$$

$$\Sigma F_V = S_{3-8} \cdot \sin \alpha - S_{3-9} - P = 0 \Rightarrow S_{3-9} = S_{3-8} \cdot \sin \alpha - P = 3.61 t \times 0.832 - 2 t = 1.00 t$$

**Ahora el nudo 9:**



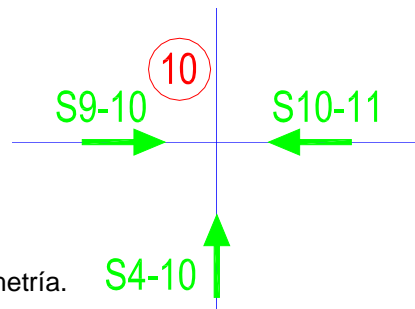
$$\Sigma F_H = S_{8-9} - S_{9-10} + S_{4-9} \cdot \cos \alpha = 0 \Rightarrow S_{9-10} = S_{8-9} + S_{4-9} \cdot \cos \alpha$$

$$\Sigma F_V = S_{3-9} - S_{4-9} \cdot \sin \alpha = 0 \Rightarrow S_{4-9} = \frac{S_{3-9}}{\sin \alpha} = \frac{1 t}{0.832} = 1.20 t$$

con lo cual

$$S_{9-10} = S_{8-9} + S_{4-9} \cdot \cos \alpha = 5.33 t + 1.20 t \times 0.555 = 6.00 t$$

**Ahora el nudo 10:**



$$\Sigma F_H = S_{9-10} - S_{10-11} = 0 \Rightarrow S_{9-10} = 6.00 t$$

$$\Sigma F_V = S_{4-10} = 0 \Rightarrow S_{4-10} = 0$$

Notemos que este nudo está sobre el eje de simetría.

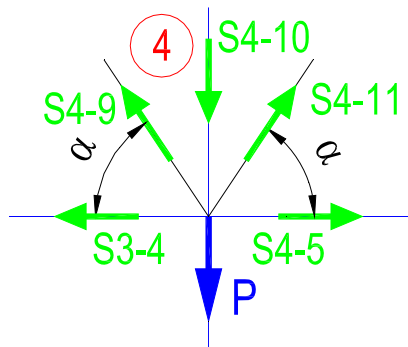
Por lo tanto, como lo habíamos adelantado, todo lo que está a la izquierda es igual a lo que está a la derecha.

El esfuerzo  $S_{4-10}$  necesariamente tiene que ser nulo porque no hay otro esfuerzo, ni tampoco fuerza exterior aplicada en el sentido vertical.

**Por último el nudo 4:**

Plantaremos el sistema de ecuaciones y dejaremos al alumno verificar que  $S_{4-9} = S_{4-11}$  y  $S_{3-4} = S_{4-5}$ .

Recordemos que  $S_{4-10} = 0$ , con lo cual podría no haber estado en el esquema.



$$\Sigma F_H = -S_{3-4} - S_{4-9} \cdot \cos \alpha + S_{4-5} - S_{4-11} \cdot \cos \alpha = 0$$

$$\Sigma F_V = S_{4-9} \cdot \sin \alpha - \underbrace{S_{4-10}}_{=0} + S_{4-11} \cdot \sin \alpha - P = 0$$

**3er Paso “Tabla de resultados”**

Construiremos un cuadro de resultados.

Este cuadro nos es útil para identificar qué barras están más solicitadas para poder dimensionarlas.

A través de esta tabla identificaremos el tipo de elemento, el valor del esfuerzo y su “signo”. Éste último dato es importante a la hora de dimensionar una pieza, ya que si estamos frente a un esfuerzo de tracción (+) o de compresión (-), el dimensionado es abordado de forma diferente.

Una posible tabla sería:

Designación	Tipo	Valor esfuerzo [t]	signo	Longitud del elemento [m]
S1-2	Cordón inferior	3.33	+	2.00
S2-3	Cordón inferior	3.33	+	2.00
S3-4	Cordón inferior	5.33	+	2.00
S1-8	Cordón superior	6.01	-	3.61
S8-9	Cordón superior	5.33	-	2.00
S9-10	Cordón superior	6.00	-	2.00
S2-8	Montante	2.00	+	3.00
S3-9	Montante	1.00	-	3.00
S4-10	Montante	0.00		3.00
S3-8	Diagonal	3.61	+	3.61
S4-9	Diagonal	1.20	+	3.61

Nota: la longitud de la diagonal surge de  $\sqrt{2^2 + 3^2} = 3.61 m$

Los elementos sombreados serán los que dimensionaremos.

**4to Paso “Dimensionado”**

Cuando se dimensiona cualquier estructura, se trata de homogeneizar las secciones, es decir, utilizar pocas secciones, aunque en algunos puntos esté sobredimensionado.

Es así, que nos quedaremos con los mayores esfuerzos para dimensionar cada elemento, y en función del resultado, se adoptarán las mismas secciones para esa familia de elementos o tipos estructurales.

También es cierto que no siempre se dispone de toda la gama de perfiles, ya que uno cuando va a adquirir algún perfil en una distribuidora de acero u otro comercio afín, nos encontramos que se dispone de pocas designaciones (tipos de perfiles), y en el caso de querer obtener uno en especial, hay que mandarlo a pedir, con el consecuente aumento del costo y pérdida de tiempo.

Entonces el profesional que va a dimensionar una estructura, en este caso metálica, debe conocer el mercado y la disponibilidad de la sección de acero elegida.

Para simplificar nuestro cálculo, dentro de todos los perfiles comerciales, nos quedaremos con los denominados UPN y dimensionaremos cada elemento en consecuencia.

**Para el cordón superior tenemos:**

Datos:

Perfil: UPN, Esfuerzo: 6.01 t de compresión, Longitud de la barra: 3.61 m = 361 cm, condiciones de apoyo articulado-articulado,  $\sigma_{adm} = 1.40 \text{ t/cm}^2$ .

Como estamos dimensionando, debemos arrancar con algún perfil, razón por la cual recomendaremos comenzar por el perfil UPN de la mitad de la tabla.

El perfil UPN de mitad de tabla es el UPN160 aprox.

De tabla nos interesa:  $F = 24 \text{ cm}^2$  (Sección) y el  $i_{\min} = i_y = 1.9 \text{ cm}$  "radio de giro mínimo".

Ahora los pasos a seguir para comprobar el pandeo por compresión son:

- Calcular la tensión con la siguiente expresión:

$$\sigma = \omega \cdot \frac{N}{A}$$

Cuyos términos tienen el siguiente significado:

N: Esfuerzo de compresión.

A: Área de la sección.

$\omega$ : Coeficiente de pandeo

"término que depende de la longitud de pandeo de la pieza y del radio de giro".

- Verificar que:

$$\sigma \leq \sigma_{adm}$$

Entonces se tiene:  $N = 6.01 \text{ t}$ ,  $A = 24 \text{ cm}^2$

Para el coeficiente de pandeo  $\omega$ , debemos conocer primero la esbeltez  $\lambda$ .

$$\lambda = \frac{\ell_k}{i} = \frac{\text{longitud de pandeo}}{\text{radio de giro}} = \frac{361 \text{ cm}}{1.90 \text{ cm}} = 190$$

Con este valor de esbeltez, de la tabla de  $\omega-\lambda$  se obtiene  $\omega = 6.97$ .

$$\text{Ahora } \sigma = \omega \cdot \frac{N}{A} = 6.97 \times \frac{6.01 \text{ t}}{24 \text{ cm}^2} = 1.74 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} > \sigma_{adm} = 1.40 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} \quad \therefore \text{ no verifica}$$

Como el perfil adoptado no verifica, tomaremos uno por encima, por ejemplo el **UPN200** y procedemos de la misma manera, o sea:

$$\lambda = \frac{\ell_k}{i} = \frac{\text{longitud de pandeo}}{\text{radio de giro}} = \frac{361 \text{ cm}}{2.10 \text{ cm}} = 172 \quad \text{"el } i_y \text{ del UPN200 es } 2.10 \text{ cm"}$$

El  $A = 32 \text{ cm}^2$  y el coeficiente  $\omega = 5.71$ .

$$\text{Ahora } \sigma = \omega \cdot \frac{N}{A} = 5.71 \times \frac{6.01 \text{ t}}{32 \text{ cm}^2} = 1.07 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} < \sigma_{adm} = 1.40 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} \quad \therefore \text{ verifica}$$

**Para el cordón inferior tenemos:**

Datos:

Perfil: UPN, Esfuerzo: 5.33 t de tracción, Longitud de la barra: 200 cm,  $\sigma_{adm} = 1.40 \text{ t/cm}^2$ . Módulo de elasticidad  $E = 2100 \text{ t/cm}^2 = 21000000 \text{ t/m}^2$

Ahora los pasos a seguir para comprobar la tracción son:

Debemos verificar que:  $\sigma = \frac{N}{A} \leq \sigma_{adm}$  expresión también válida para compresión siempre que  $\lambda \leq 20$  (piezas de poca esbeltez).

Además debemos tener en cuenta el alargamiento máximo de la pieza sometida a tracción:

$$\Delta L = \frac{N * L_0}{E * A} \leq \Delta L_{\max} \text{ con:}$$

$L_0$ : Longitud inicial de la pieza.

$N$ : Esfuerzo de tracción.

$E$ : Módulo elástico.

$A$ : Sección transversal.

$\Delta L = L_{\text{final}} - L_0$

Si comenzamos con el UPN160 será:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{5.33 \text{ t}}{24 \text{ cm}^2} = 0.22 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} \leq \sigma_{\text{adm}} \text{ pero estamos muy por debajo de la admisible, con}$$

lo cual tomaremos un perfil más chico, por ejemplo UPN50 y ahora:

$$\sigma = \frac{N}{A} = \frac{5.33 \text{ t}}{7.10 \text{ cm}^2} = 0.75 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} \leq \sigma_{\text{adm}} \text{ este valor es más aceptable.}$$

Para el alargamiento se tiene:

$$\Delta L = \frac{N * L_0}{E * A} = \frac{5.33 \text{ t} \times 200 \text{ cm}}{2100 \frac{\text{t}}{\text{cm}^2} \times 7.10 \text{ cm}^2} = 0.07 \text{ cm} \leq \Delta L_{\max} = L / 350 = 200 \text{ cm} / 350 = 0.57 \text{ cm}$$

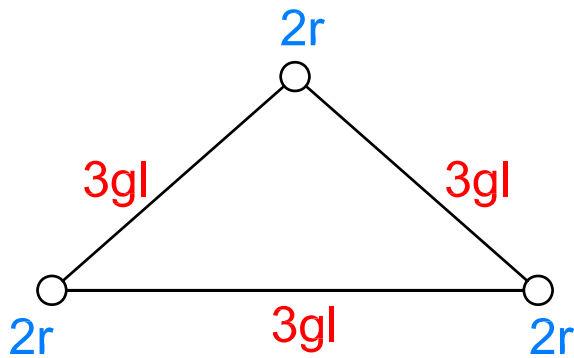
El factor 350 que aparece depende de las características de la pieza a verificar y se obtiene de manuales.

***Para los montantes y diagonales se procede de la misma manera.***

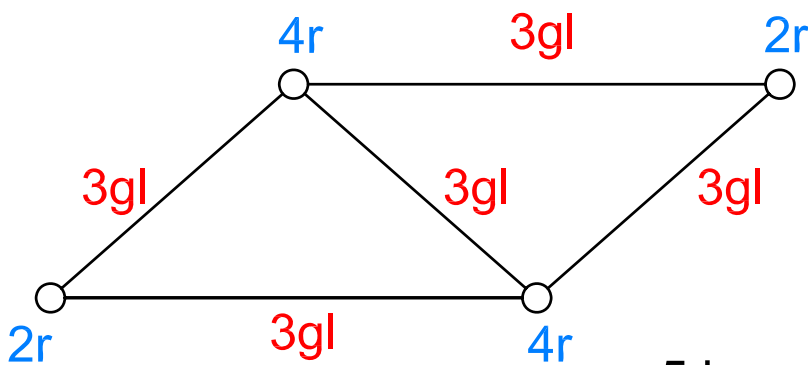


# RETICULADOS

---



$$9gl - 6rest = 3gl \Rightarrow 1 \text{ CHAPA}$$



$$5 \text{ barras} \times 3gl = 15gl$$

$$\text{restricciones} = 12gl$$

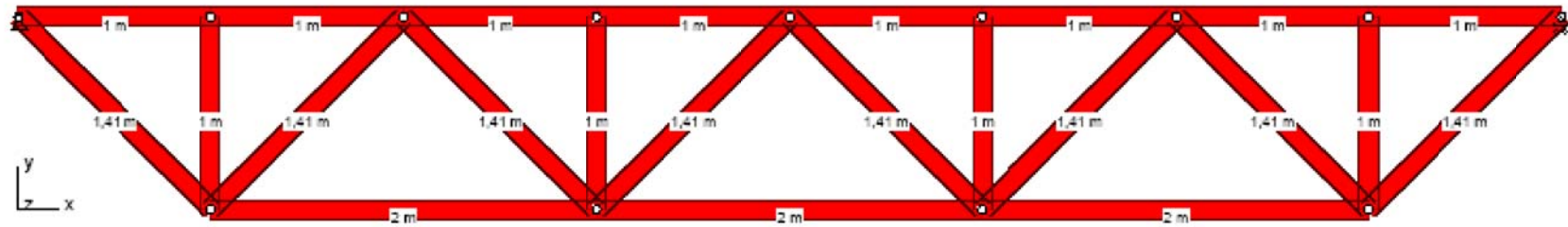
---

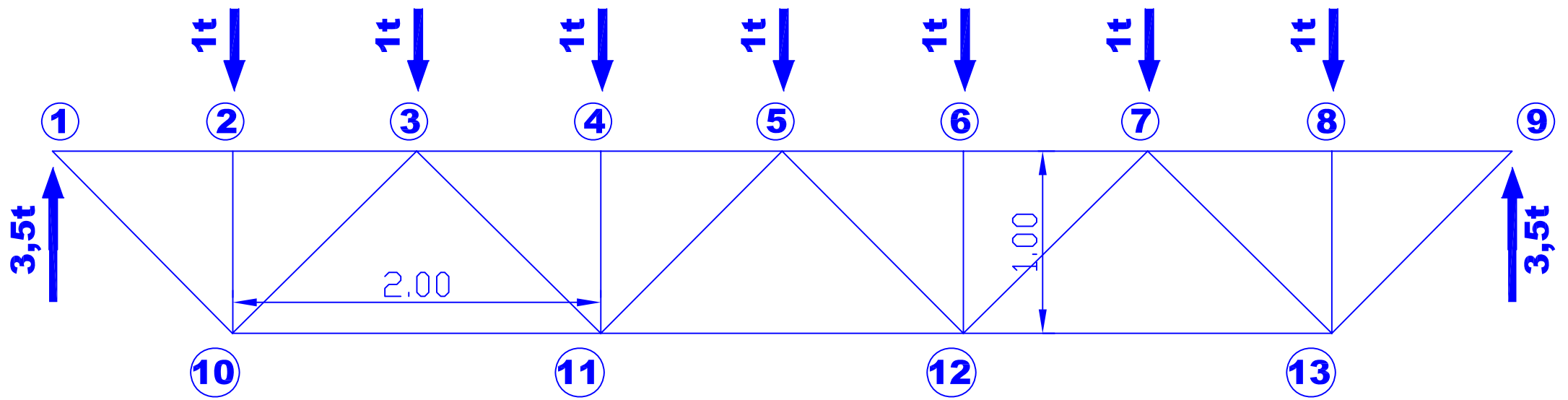
$$3gl \Rightarrow 1 \text{ CHAPA}$$

CONCLUSION: Formando triangulos  
siempre queda 1 chapa con 3gl

# CERCHA WARREN SUP.

Cercha Warren Superior





## **HIPOTESIS SIMPLIFICATIVAS:**

**a) Las barras serán de eje recto**

**b) Los nudos se suponen articulados**

**c) Las cargas son concentradas y actúan sobre los nudos**

**d) Los ejes de las barras concurren a un único punto nodal**

# **PROCEDIMIENTO A SEGUIR**

- 1- Analisis de cargas.**
- 2- Cálculo de reacciones.**
- 3- Numeración de nudos y barras.**
- 4- Elección del método analítico:**
  - a) Método de los nudos.**
  - b) Método de Ritter o momentos.**

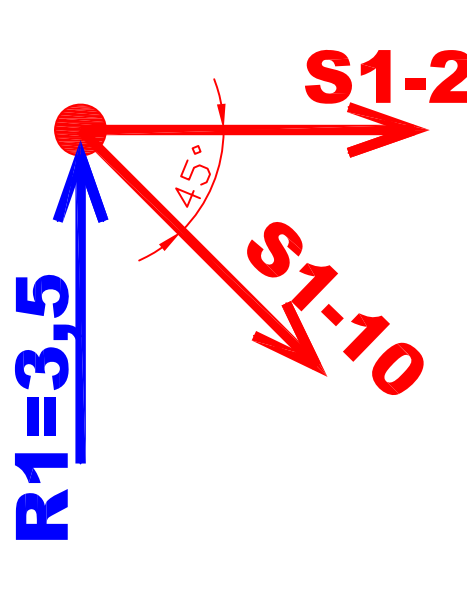
# METODO DE LOS NUDOS

\* máximo 2 incognitas por nudo

\* ecuaciones suma de  $F_x=0$  y  $F_y=0$

Suponemos las fuerzas incognitas **saliendo del nudo**, si dan **positivas** la barra esta **traccionada** y si dan **negativas** la barra esta **comprimida**.

## NUDO 1

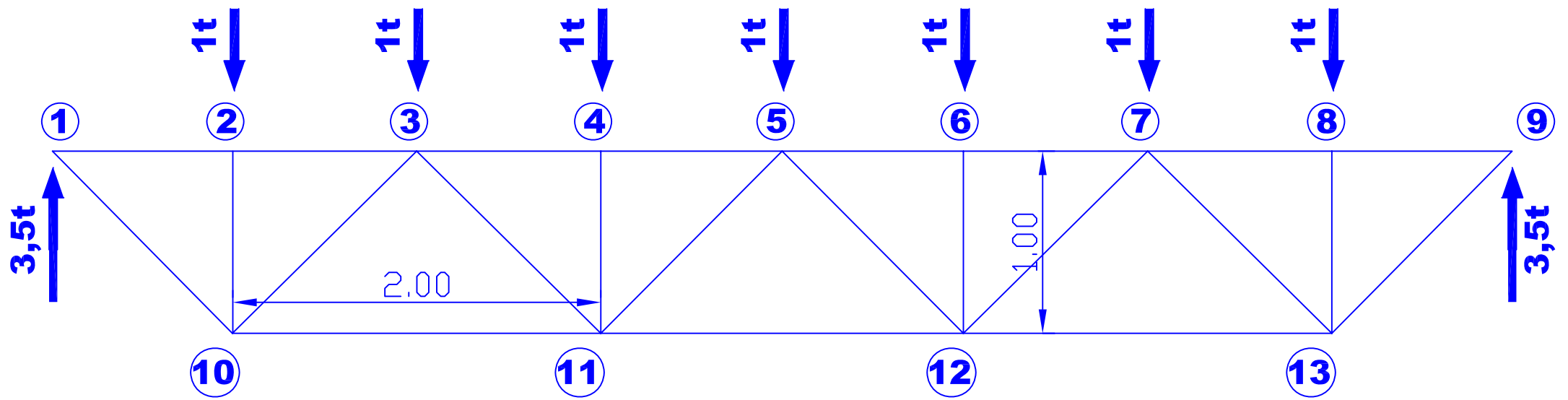


The diagram shows Node 1 with a vertical reaction force  $R_1 = 3,5$  pointing upwards. Two force vectors,  $S_{1-2}$  and  $S_{1-10}$ , are shown originating from the node.  $S_{1-2}$  is horizontal and points to the right.  $S_{1-10}$  is at a  $45^\circ$  angle below the horizontal and points downwards and to the right.

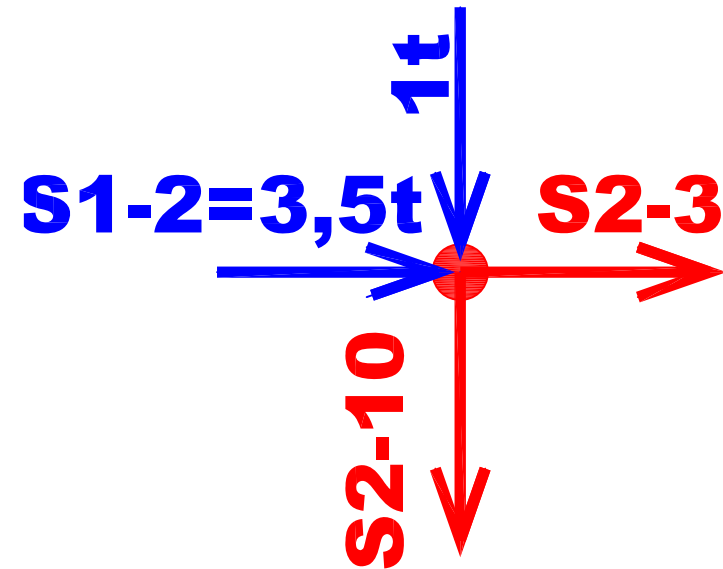
$F_x=0=S(1-2)+S(1-10) \times \cos 45^\circ$   
 $F_y=0=3,5-S(1-10) \times \sin 45^\circ$

$S(1-10)=4,95$  tracción  
 $S(1-2)=-3,50$  compresión


el sentido de las fuerzas se vuelca en el esquema ppal



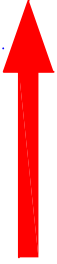
## NUDO 2



$$F_x=0=3,5+(S2-3)=0 \Rightarrow S(23)=-3,5$$

signo (-)  $\Rightarrow$  compresión 

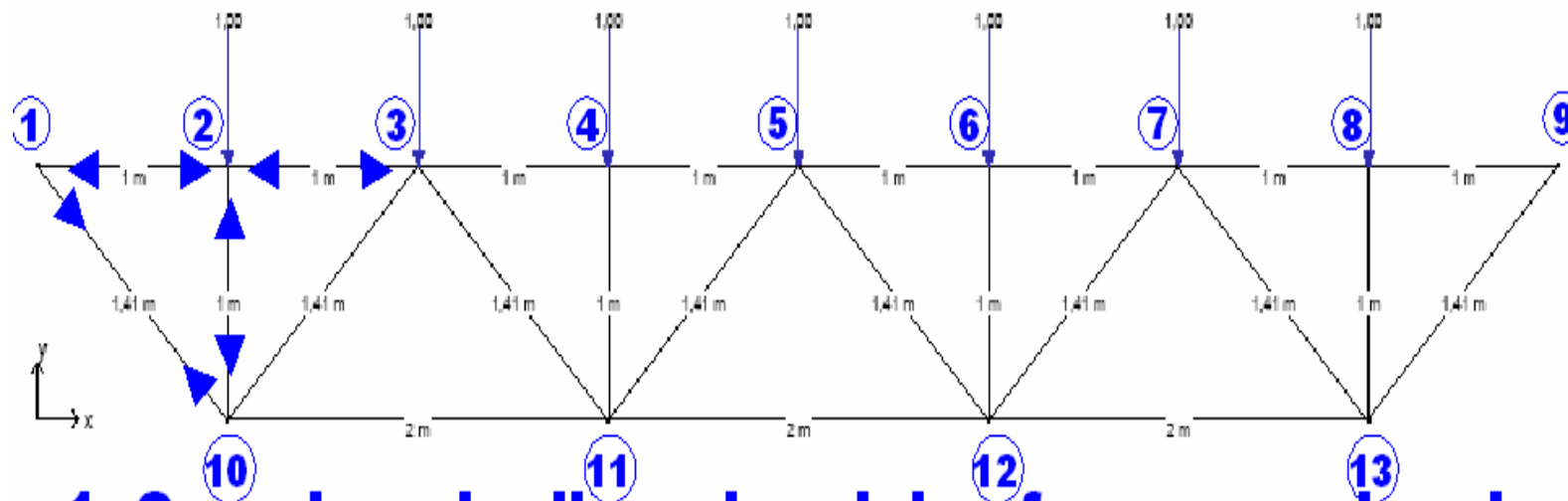
$$F_y=0=-1-S(2-10)=0 \Rightarrow S2-10=-1$$

signo (-)  $\Rightarrow$  compresión 

el sentido de las fuerzas se  
vuelca en el esquema ppal

Deberíamos continuar con el NUDO 10 en el que hay solo 2 incognitas:  $S(3-10)$  y  $S(10-11)$  y así sucesivamente hasta resolver los esfuerzos en todas las barras.





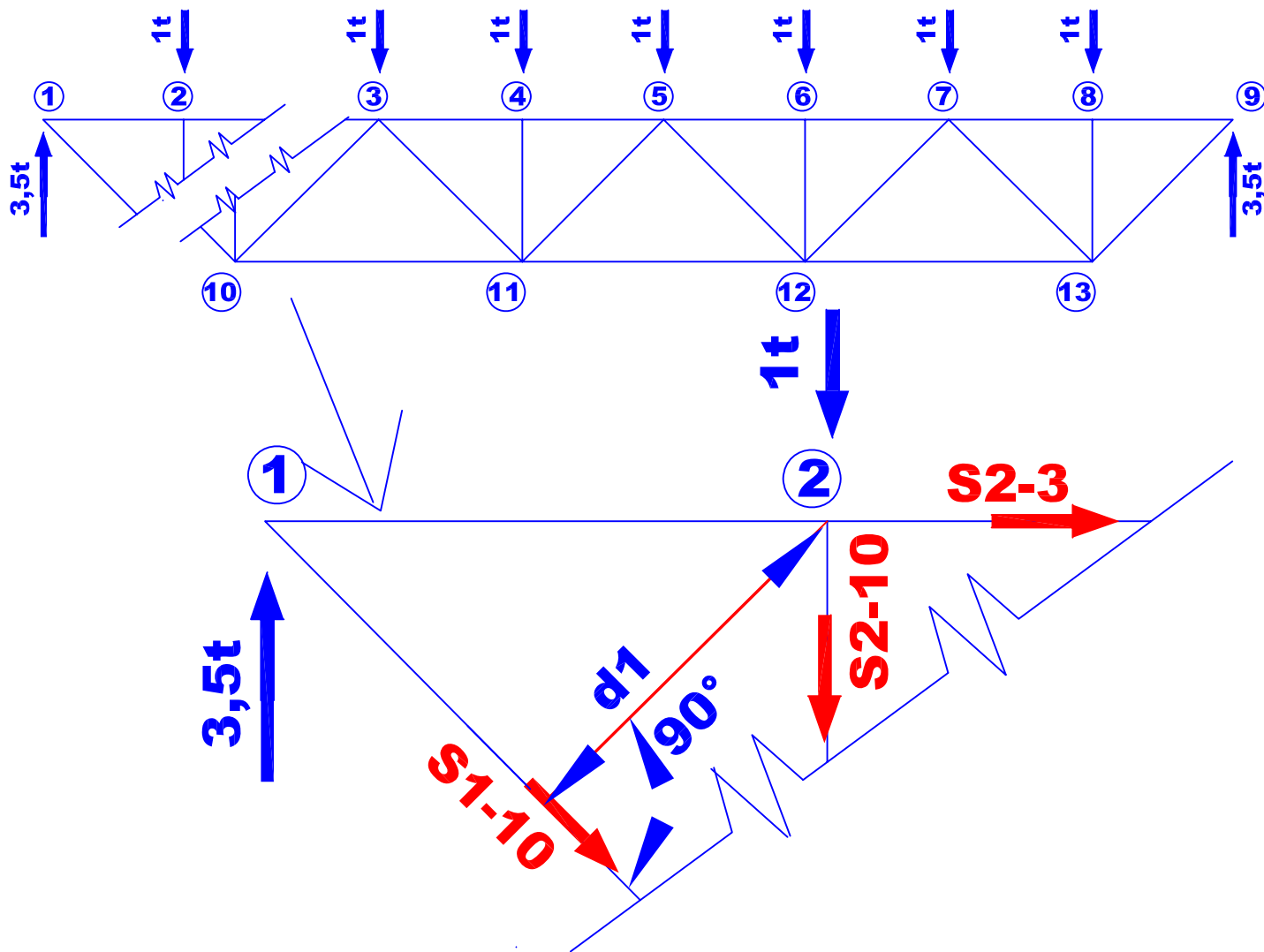
- 1- Se coloca la direccion del esfuerzo en el nudo**
- 2- Para ir al nudo siguiente en la misma barra se invierte el sentido para que haya equilibrio.**
- 3- Los esfuerzos colocados indican la reaccion de la barra contra la accion del nudo.**

**PEj.: En el cordon Sup. los nudos tienden acercarse comprimiendo las barras, que reaccionan.**

---

# **METODO DE RITTER (momentos)**

- \* cortar la estructura por las barras cuyos esfuerzos queremos conocer**
- \* cortar 3 barras como máximo (S1-2/S2-3/S2-10)**
- \* suponer el sentido de las fuerzas en las barras cortadas**
- \* las 3 barras no pueden ser concurrentes**
- \* elegimos un nudo donde concurren 2 de las barras cortadas y planteamos equilibrio de momentos, solamente de las fuerzas ext. activas y reactivas que estan a la izq. del corte y de los esfuerzos de las barras cortadas**
- \* nos queda en cada ecuación 1 sola incognita**
- \* planteamos mas ecuaciones de momento donde concurren 2 de las barras cortadas**



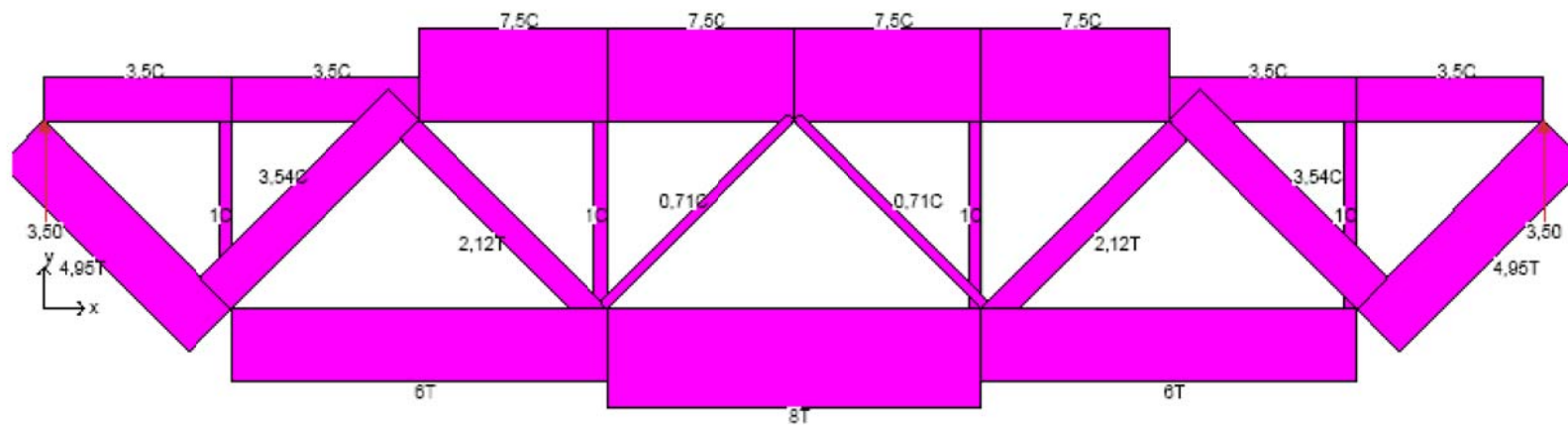
sumatoria de M en ① = 0 = 1x1 + S(2-10)x1 = 0  
**S(2-10) = -1** => compresión ↑

sumatoria de M en ② = 0 = 3,5x1 - S(1-10)xd1 = 0  
**S(1-10) = 4,95** => tracción ↘

sumatoria de M en ⑩ = 0 = 3,5x1 + S(2-3)x1 = 0  
**S(2-3) = -3,5** => compresión ←

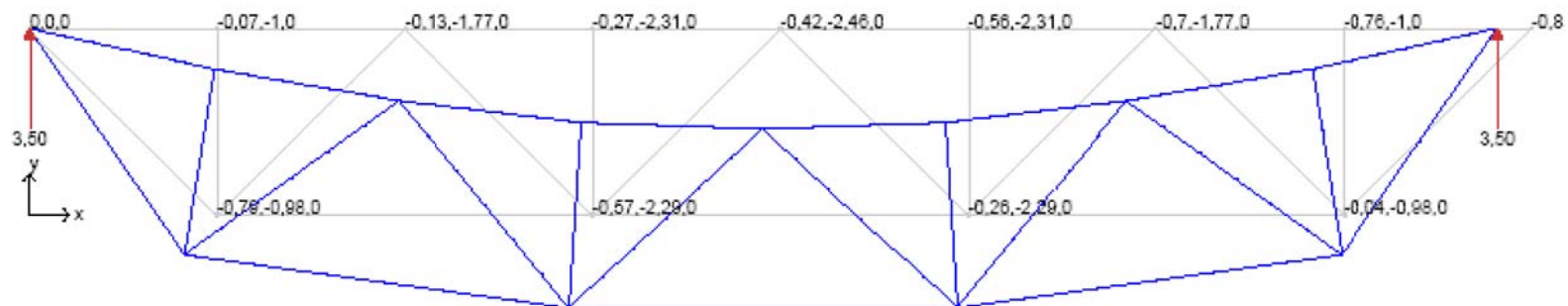
**\*VENTAJAS: podemos conocer esfuerzos de las barras seleccionadas independientemente del resto de la estructura**

**\*al igual que el "metodo de los nudos" si suponemos los esfuerzos de las barras cortadas saliendo del nudo, si el resultado es (+) => tracción y (-) => compresión**



## CONCLUSION:

Podemos apreciar que los esfuerzos de las 3 barras calculadas son coincidentes por ambos metodos y con los diagramas obtenidos por cálculo con software

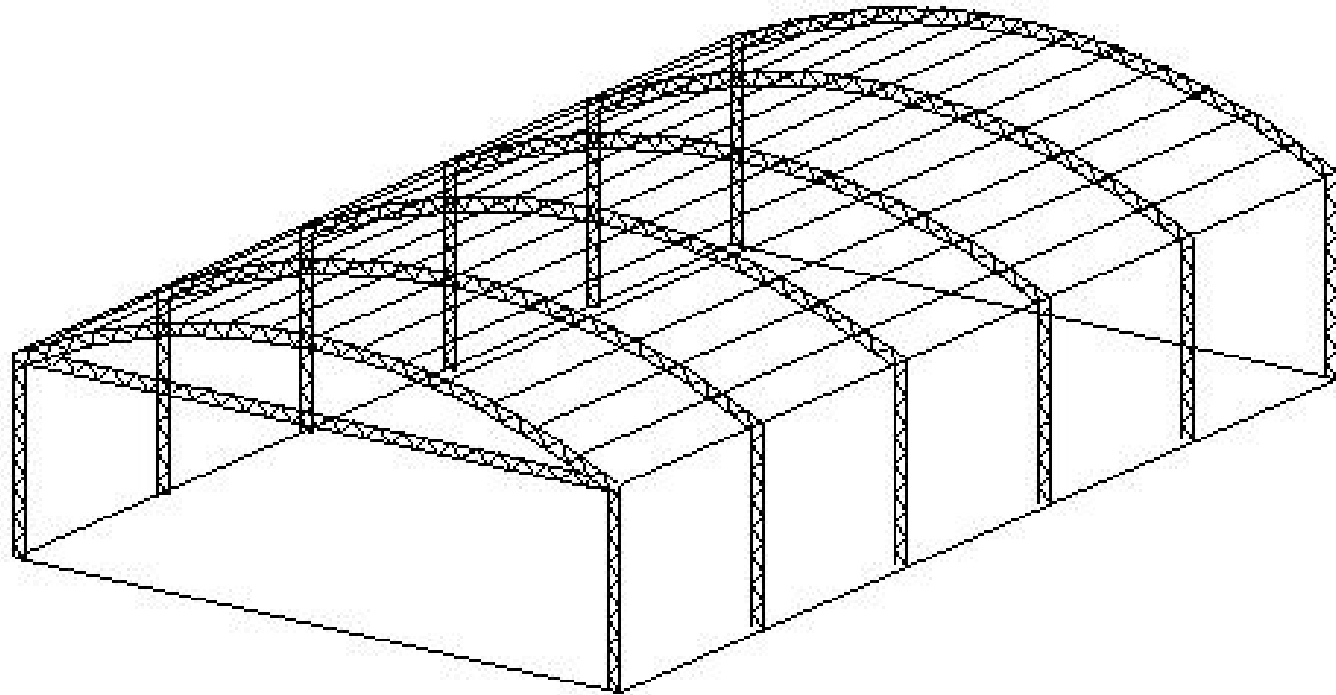


**ESTRUCTURAS  
PLANAS**



**PROBLEMAS  
ESPACIALES**

# ESQUEMA ESTRUCTURAL



# EJEMPLO





# EJEMPLO(Incorrecto)



# DIFERENTES NOMBRES

CABRIADAS

CERCHAS

ARMADURAS

RETICULADOS

CELOSIAS

# COMPARACION

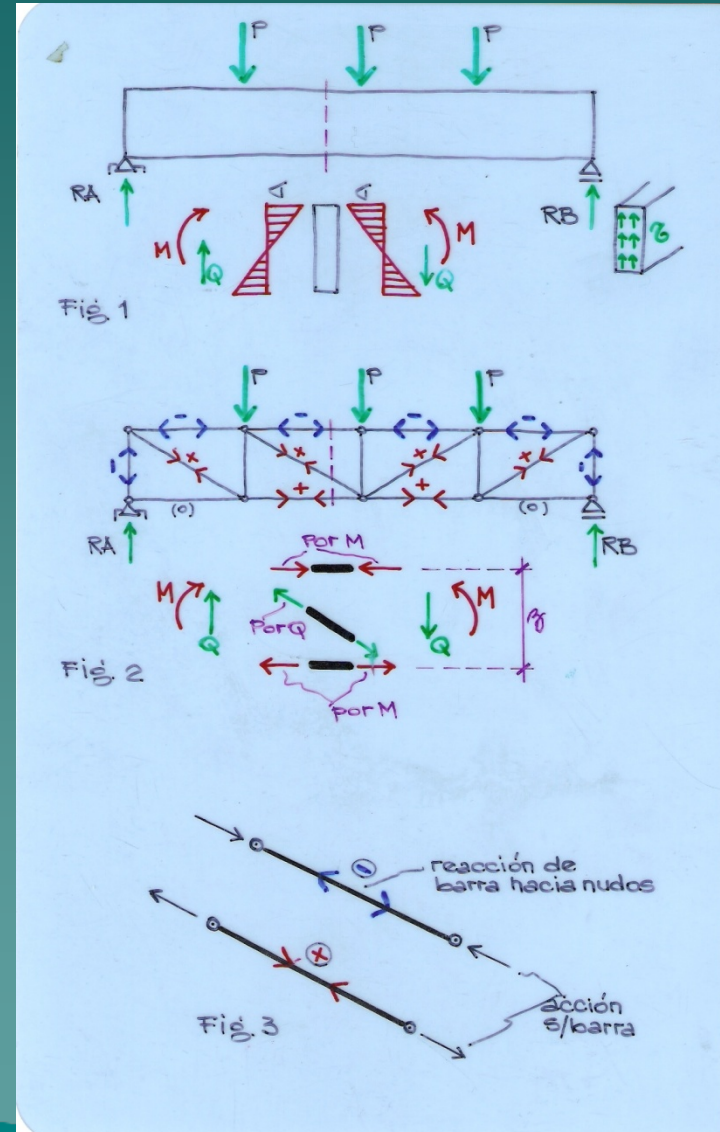
MACIZAS... Mecanismos  
resistentes  
de Macizas y  
Caladas



VERSUS

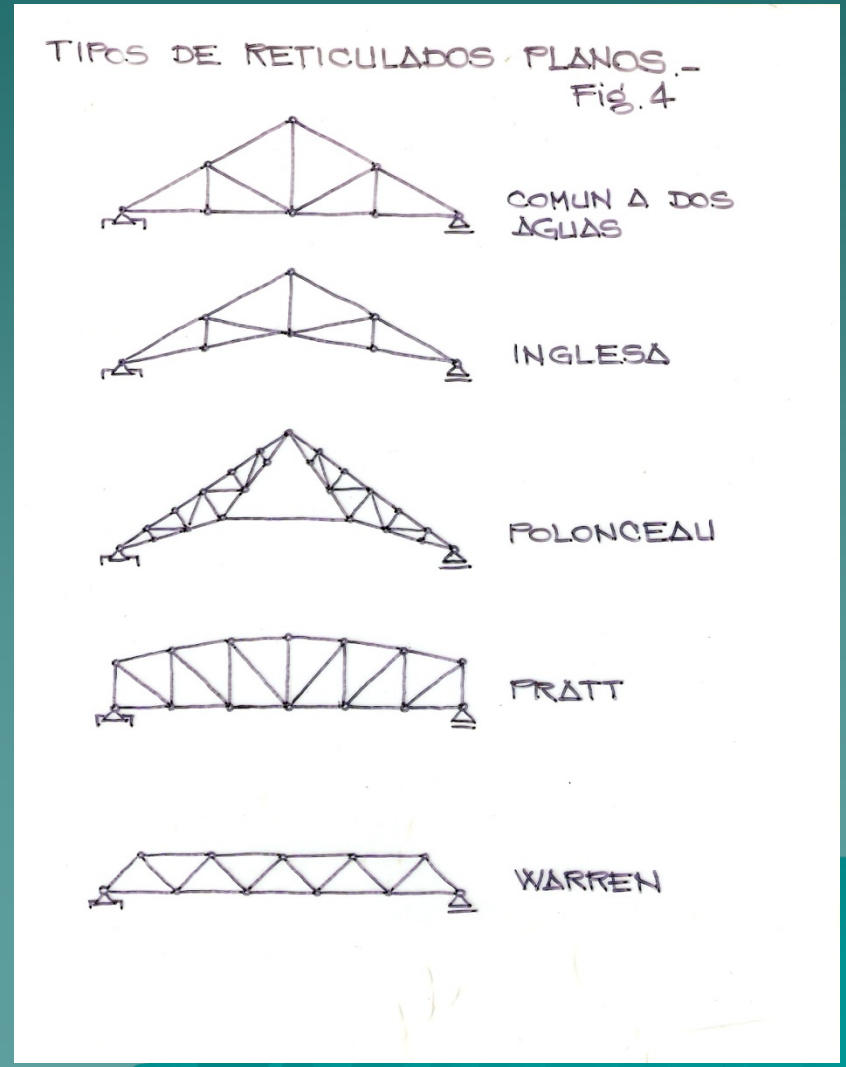


CALADAS



# DISTINTOS TIPOS

OPCIONES PARA  
UNA MISMA  
SOLUCION



# ESTRUCTURAS PLANAS

- ◆ PROBLEMAS ESPACIALES.
- ◆ SOLUCIONES EN EL PLANO.

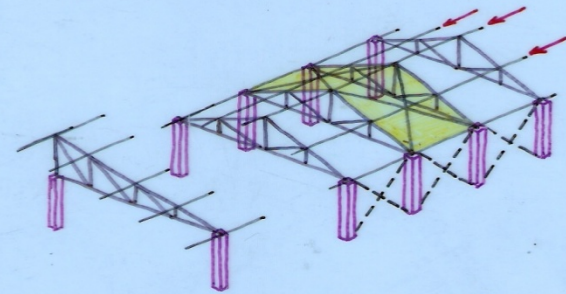


Fig. 8

(10)

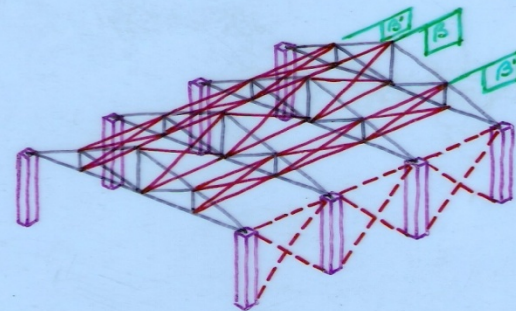


Fig. 9

(11)

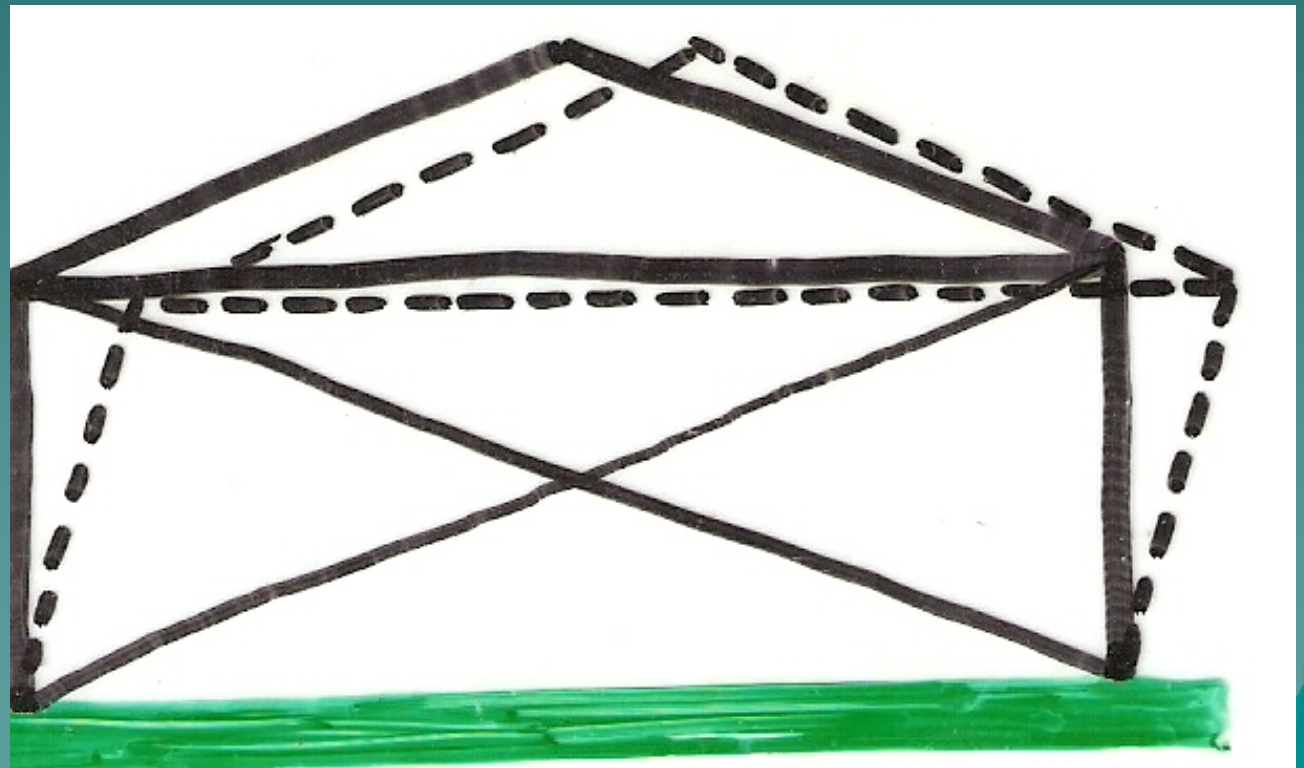
# FONDO Y FRENTE

## CERRAMIENTOS



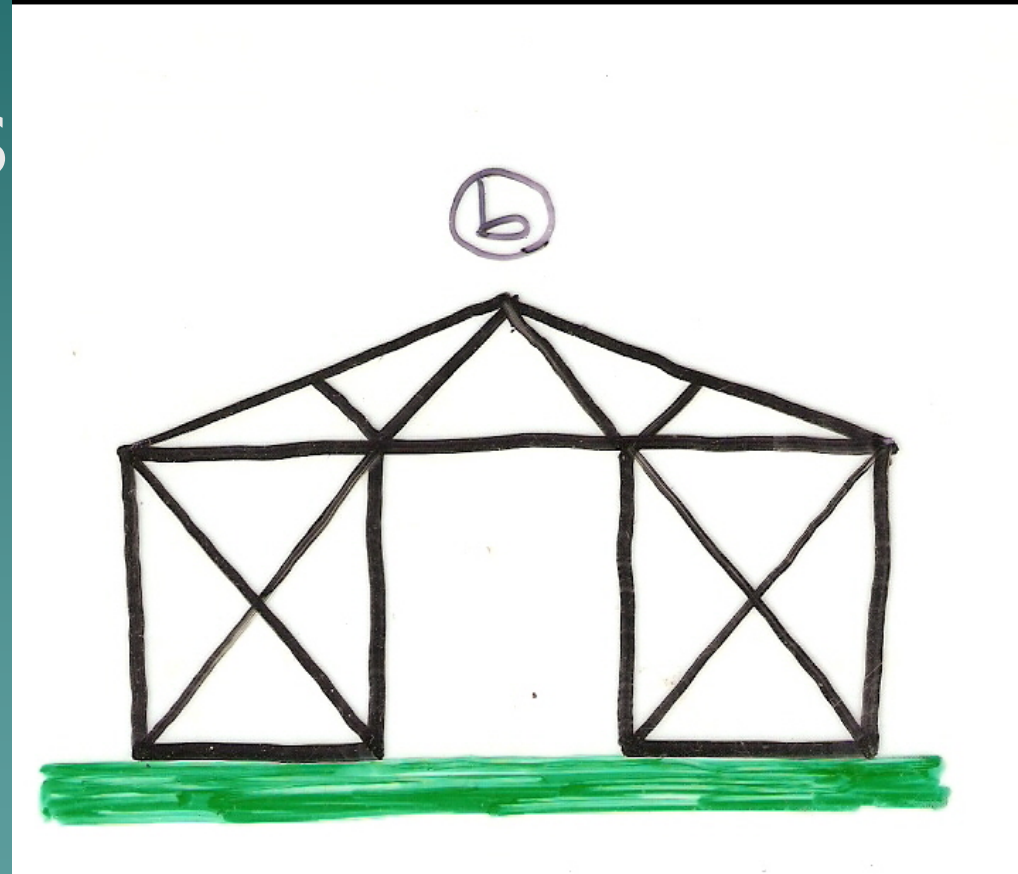
# TENSORES

- ◆ EVITAN DEFORMACIONES



# FRENTE CON PORTON

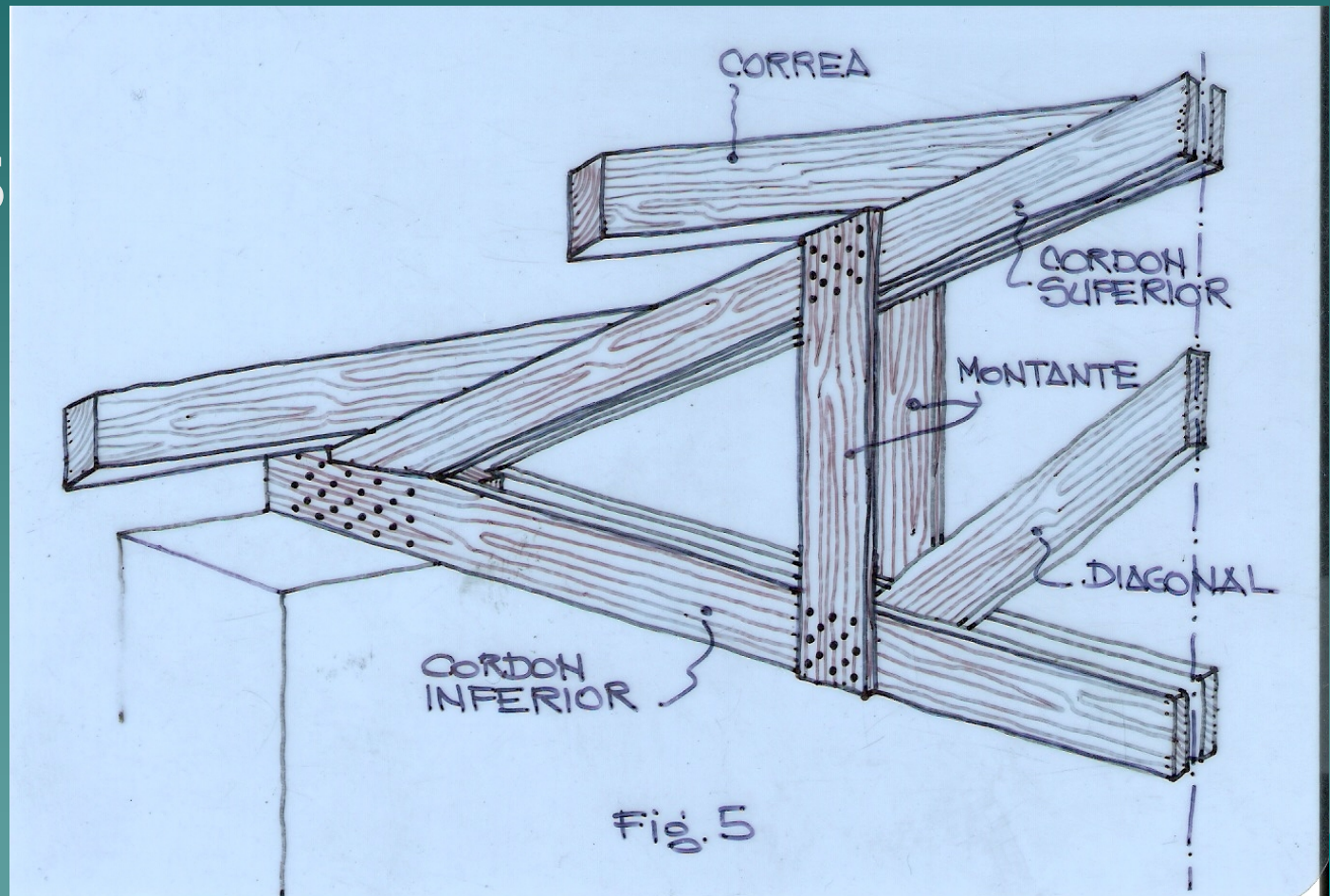
- ◆ RIGIDIZACION  
CON DIAGONALES





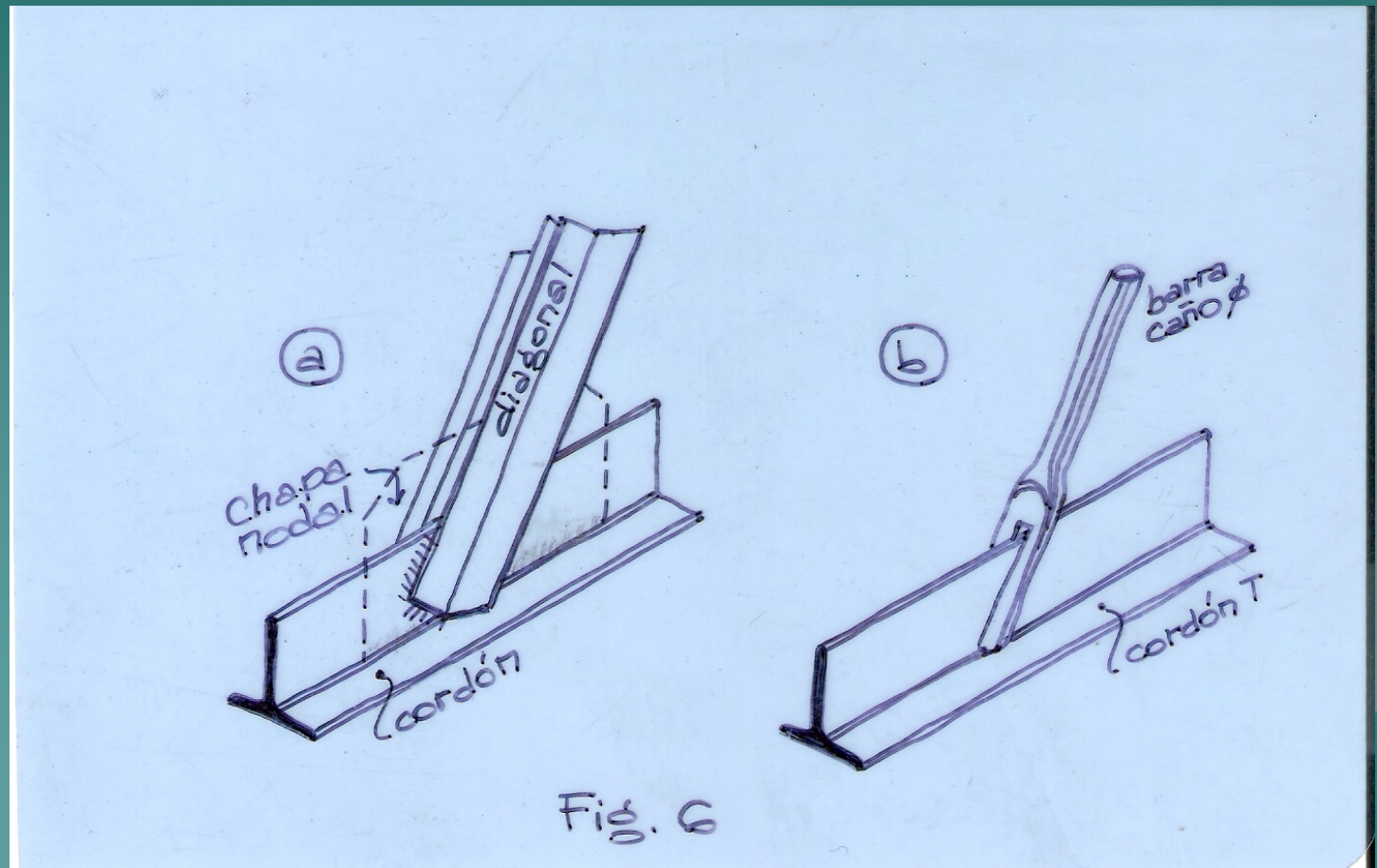
# NUDOS DE MADERA

## ◆ SIN CHAPAS



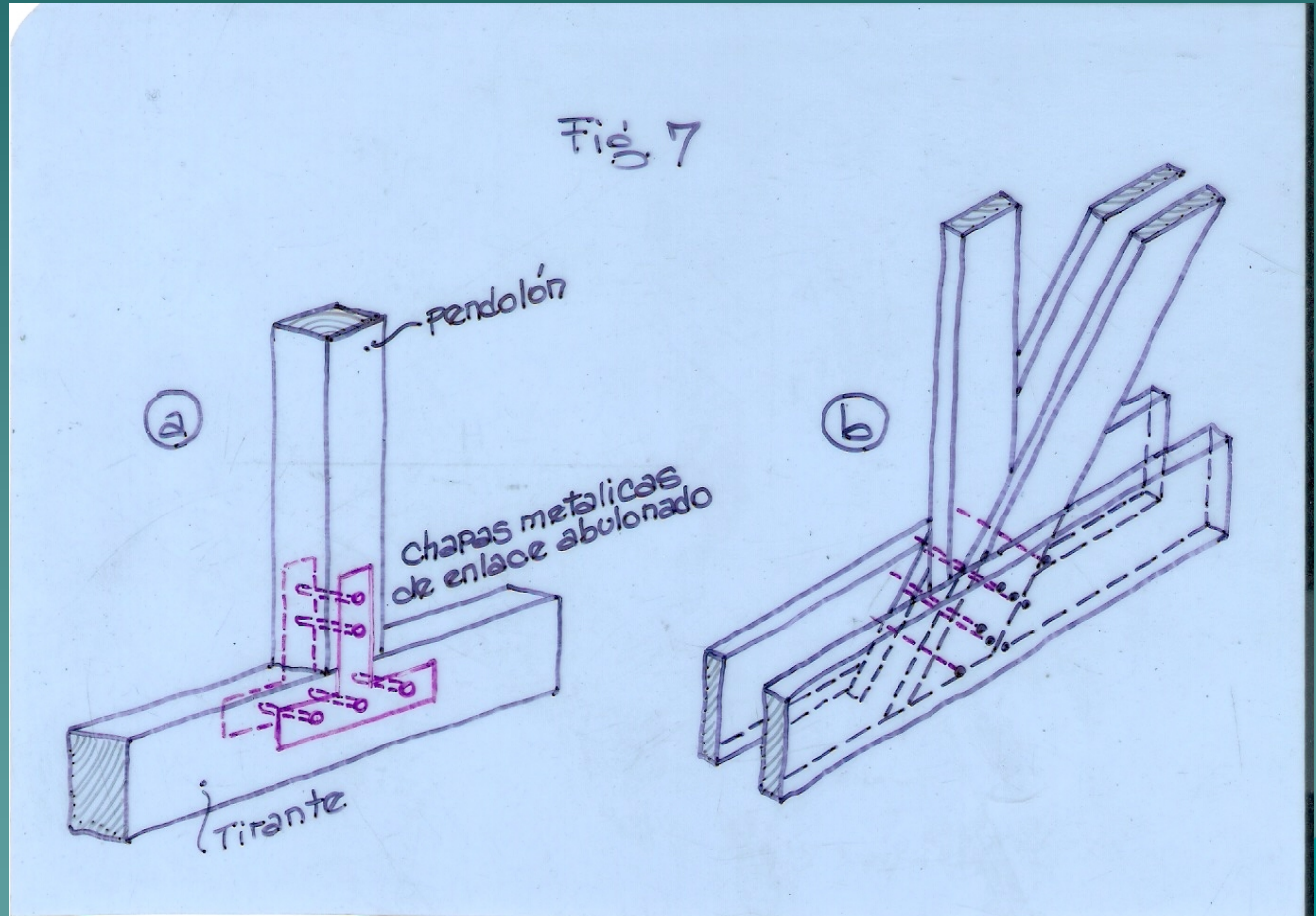
# NUDOS METALICOS

## ◆ SOLDADOS



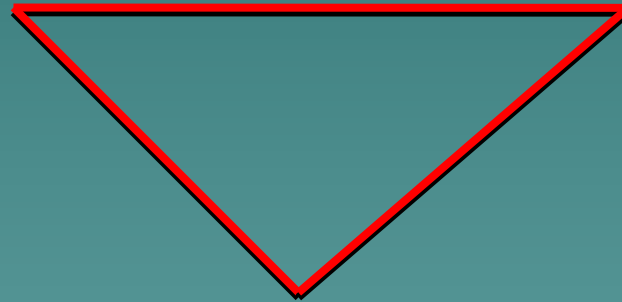
# CON REFUERZOS METALICOS

OTRA  
FORMA



# UNIDAD DE DISEÑO

- ◆ En el plano será el triangulo



# EN EL ESPACIO

◆ UNIDAD:  
TETRAEDRO.

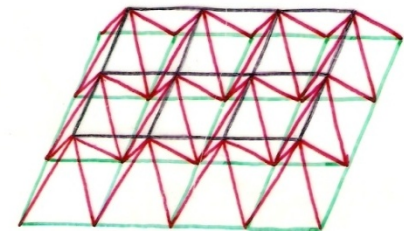
DENOMINACION:  
ESTEREOESTRUCTURAS

TETRAEDRO  
(Unidad Espacial)



(a)

GRILLA A DOS NAPAS



(b)

Fig. 11

## ESTEREOESTRUCTURAS

No solo se usan para cubrir grandes luces con eficiencia, sino que para construcciones de poca envergadura en cuanto a necesidad estructural, tienen un valor estético importante.



# Montaje

El mismo puede ser realizado en el piso para luego izarla y posicionarla en su lugar definitivo. Es importante contar con las grúas adecuadas.



## ESTEREO ARQUITECTURA

Así lo denominamos cuando no hay una necesidad estructural concreta o la misma se combina con detalles arquitectónicos



▪



## ESTEREO MIXTA

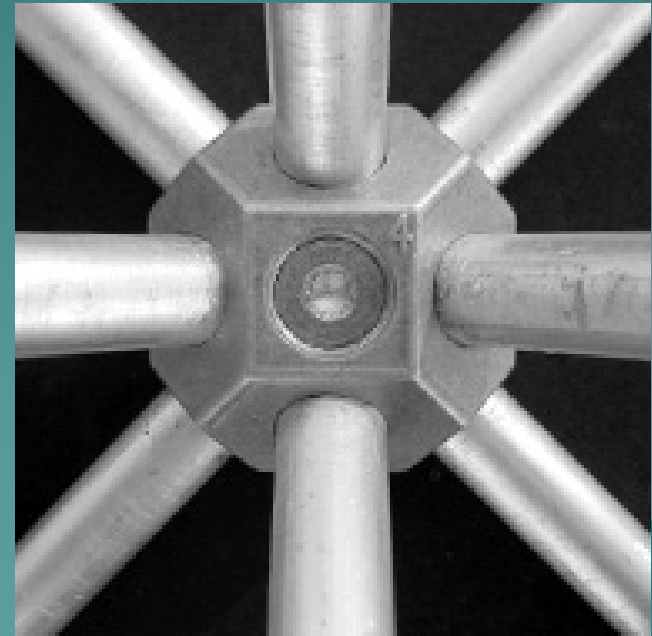
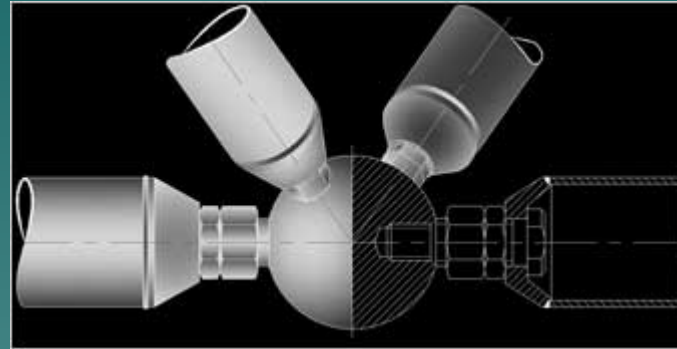
Así lo denominamos cuando parte de la estructura es maciza y parte estéreo.



## ◆ Uniones

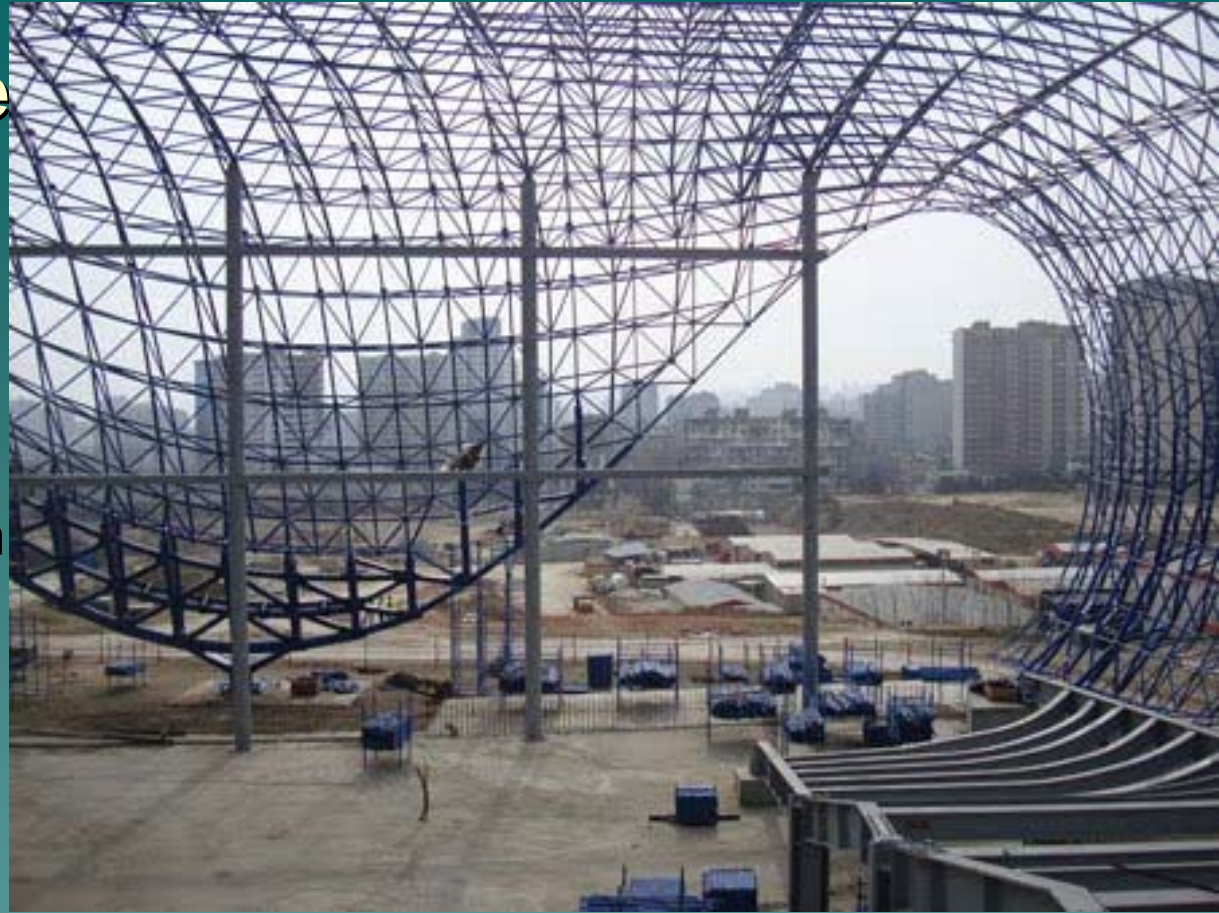
### TECNOLOGIA

La materialización de las uniones hace a la eficiencia del sistema, no nos olvidemos que necesitamos sistemas de fuerzas concurrentes.



# Arquitectura de pieles

Recordemos que la obra de Zaha Hadid (por ejemplo) vista en la clase de diseño estructural empleaba estéreos estructuras que revestía a los efectos de lograr las formas deseadas.





# Zaha Hadid



# Estructura Geodésica

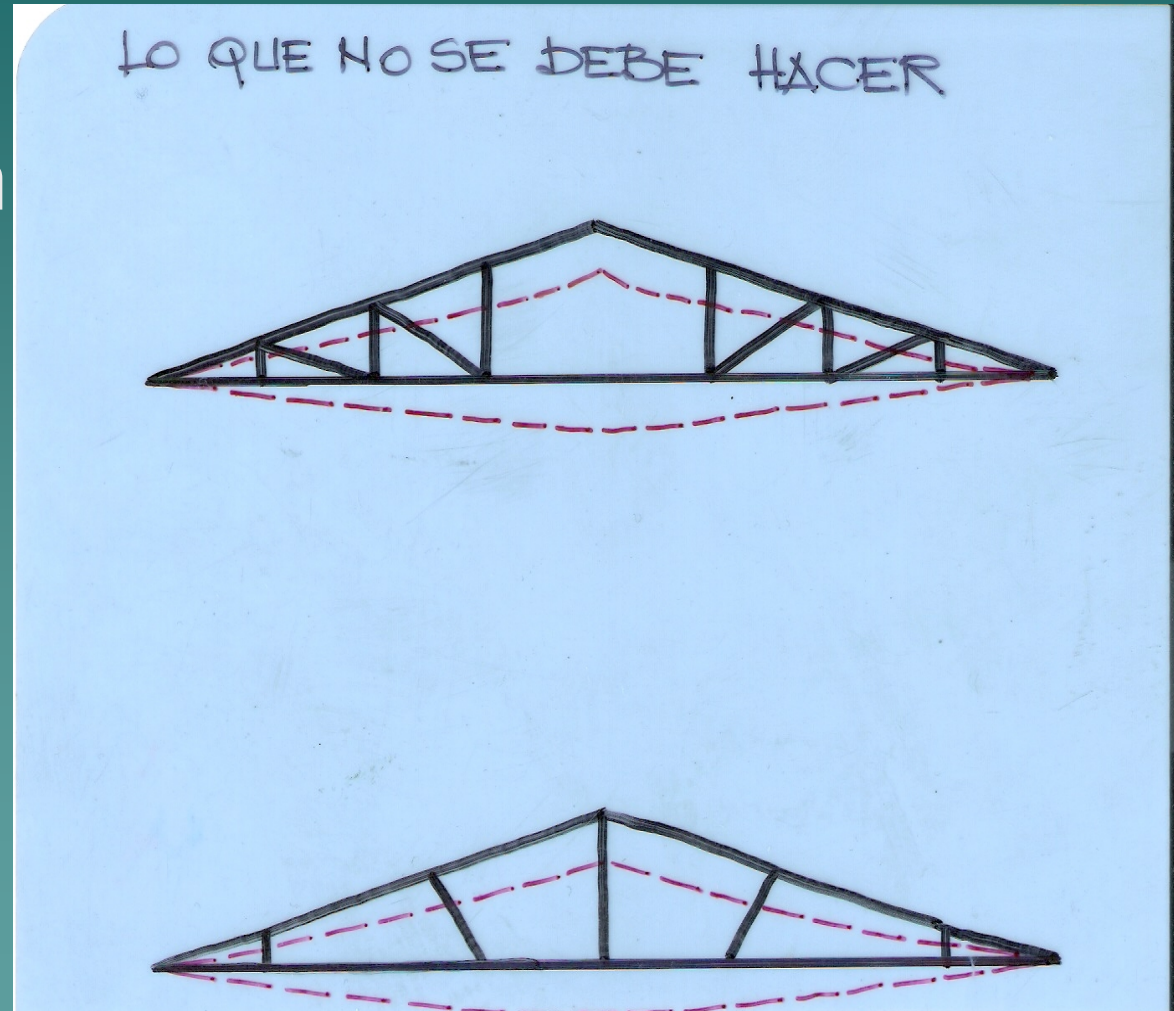
Mecanismo de unión





# OLVIDAR LA ESENCIA

- ◆ PECAR: Es Olvidar que la Unidad de Diseño en el Plano es el Triangulo.



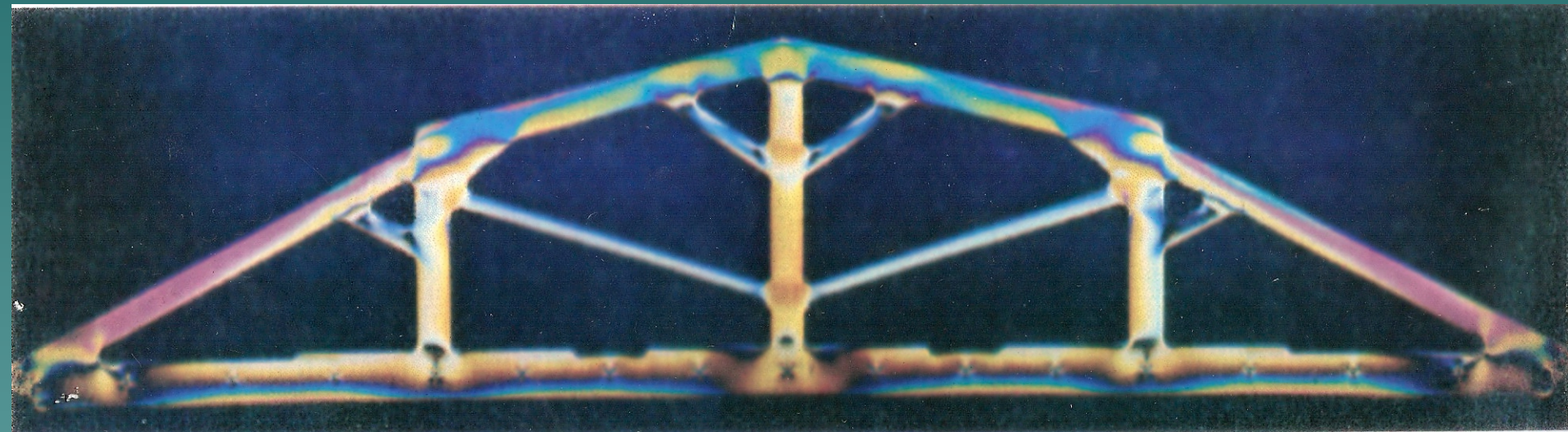


# CUBIERTA ESTEREO



# CABRIADA

- ◆ NO TRIANGULADO? (**Inaceptable**)

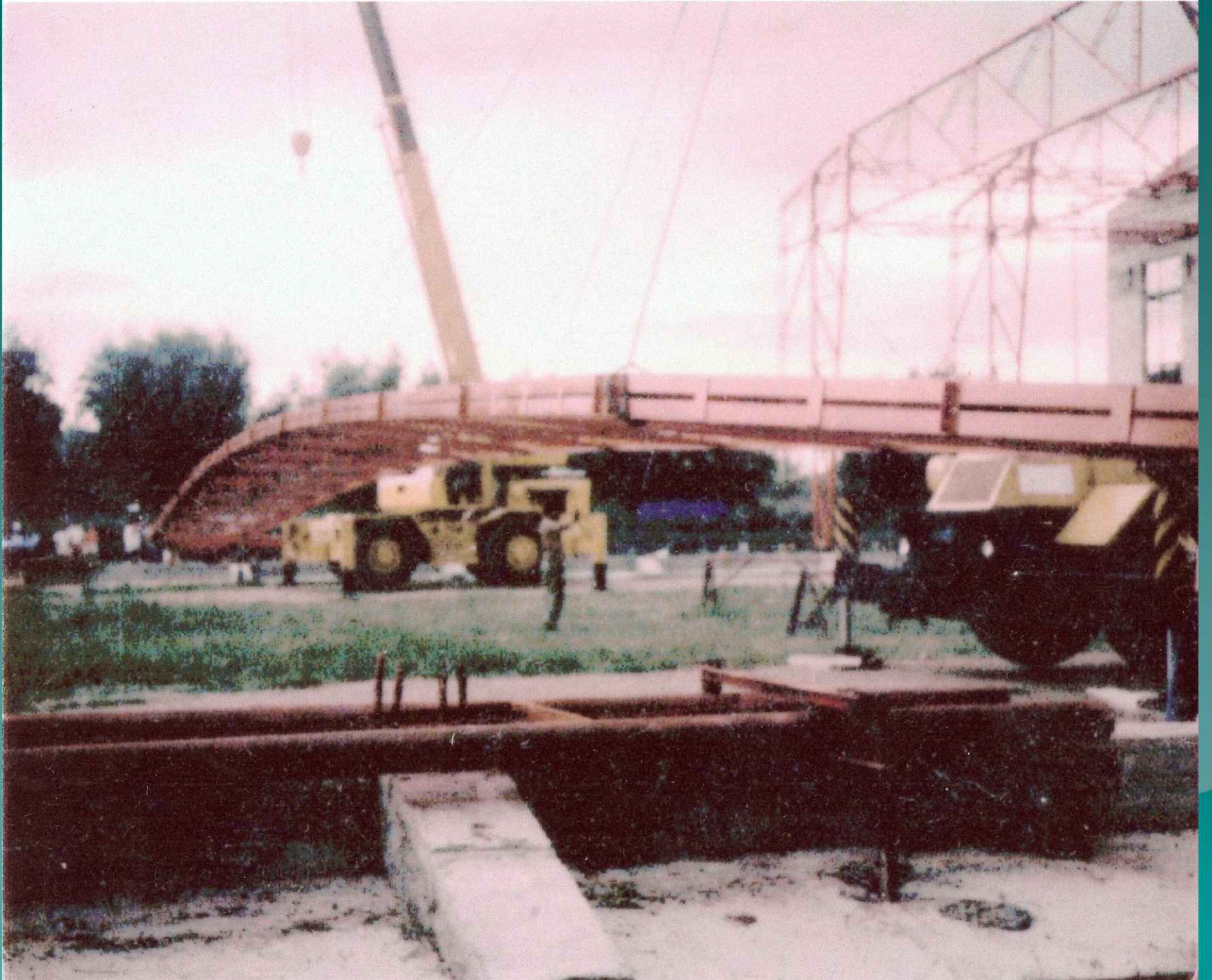




# CARGAS PROPIAS DEL MONTAGE

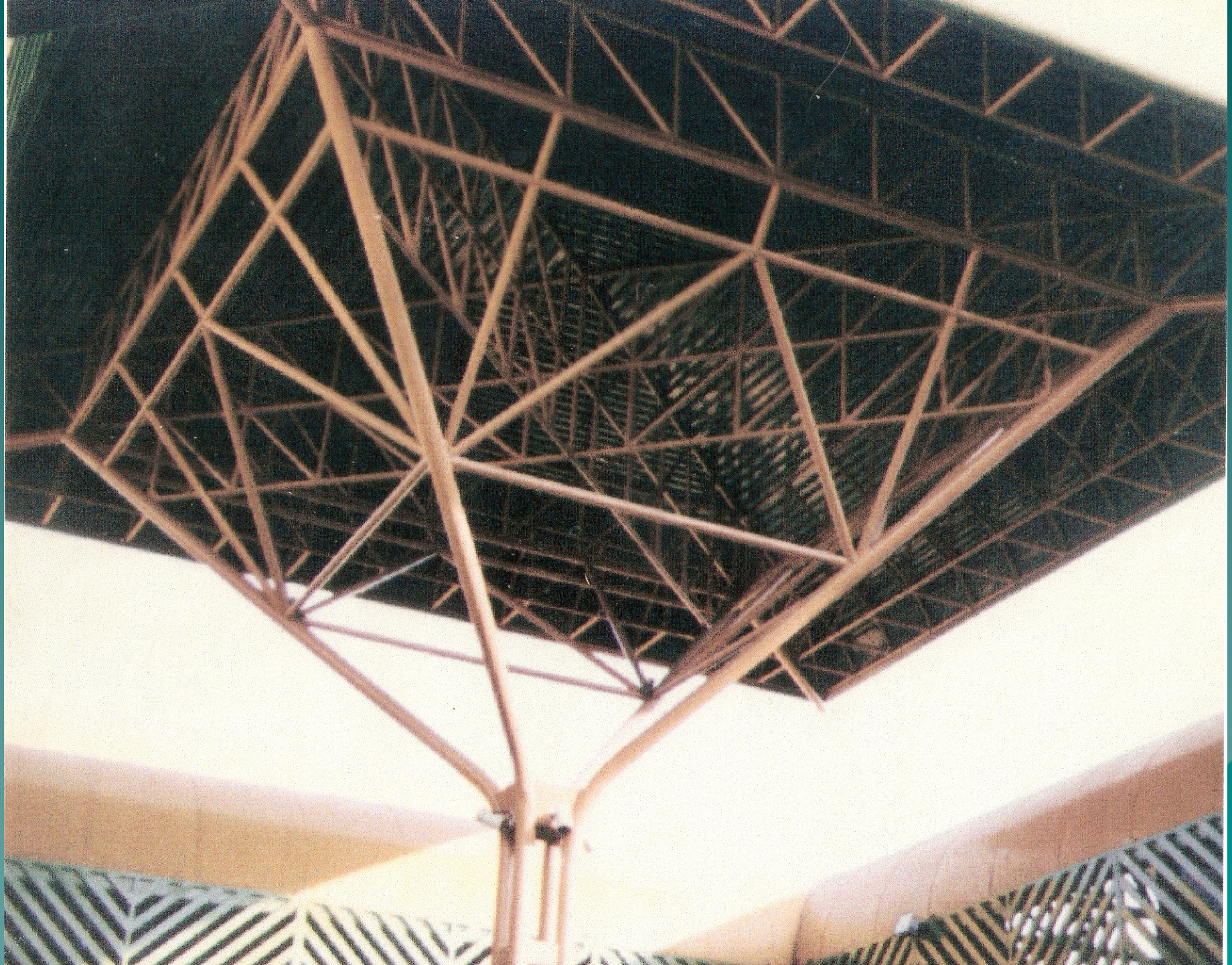






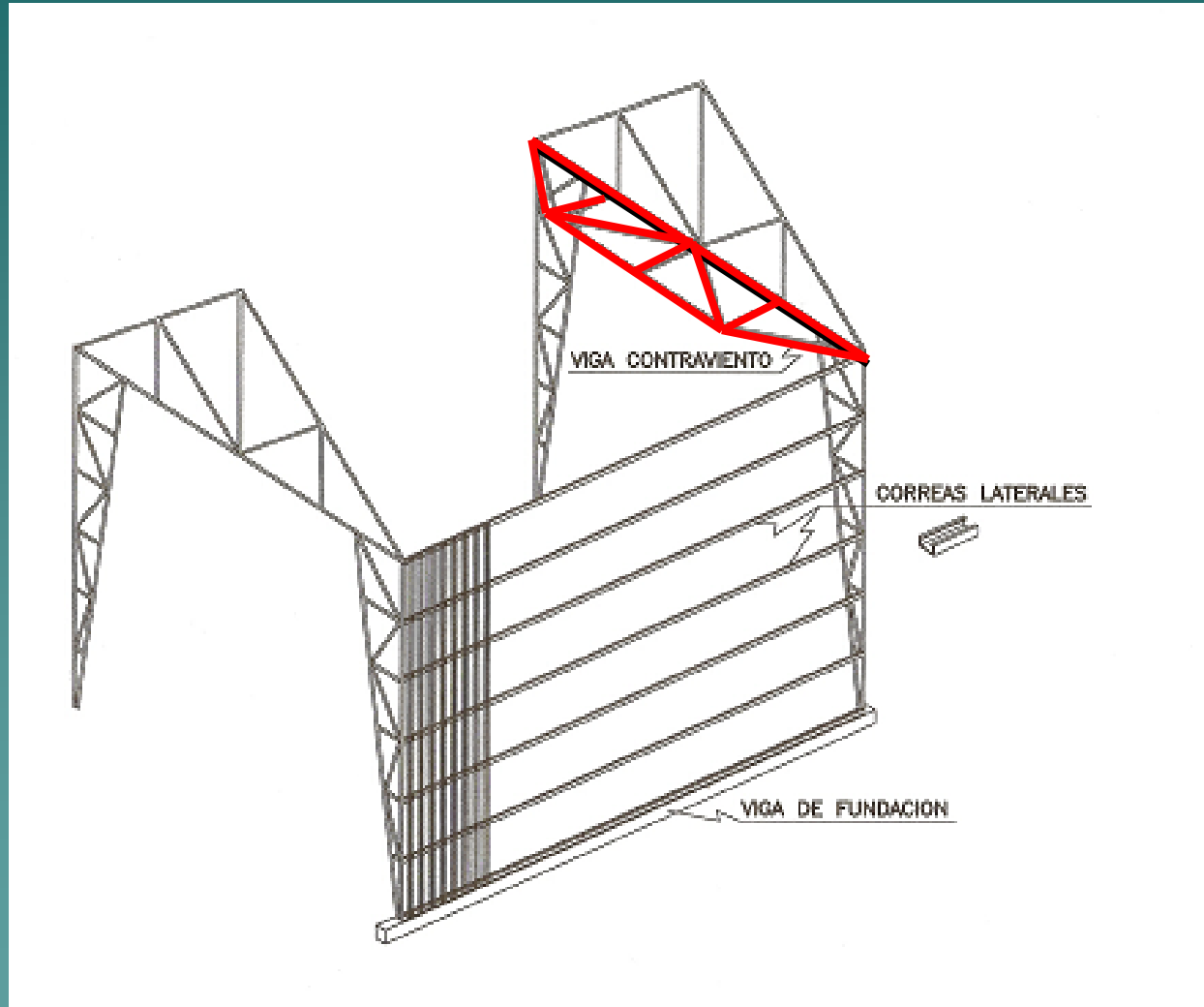
# ENCONTREMOS EL ERROR







# VIGA CONTRAVIENTO



# VIGA CONTRAVIENTO

- ◆ TENSORES  
EN  
DIAGONAL:  
Aportan rigidez



# CENTRO DEPORTIVO

GRANDES LUCES  
POCAS CARGAS



## ENTREPISO SIN VIGAS



- ◆ Reticulado utilizado como estructura de transición a los efectos de reducir la cantidad de columnas que llegan a la planta baja (Estructura mixta)

# Vierendeeel (No confundir)



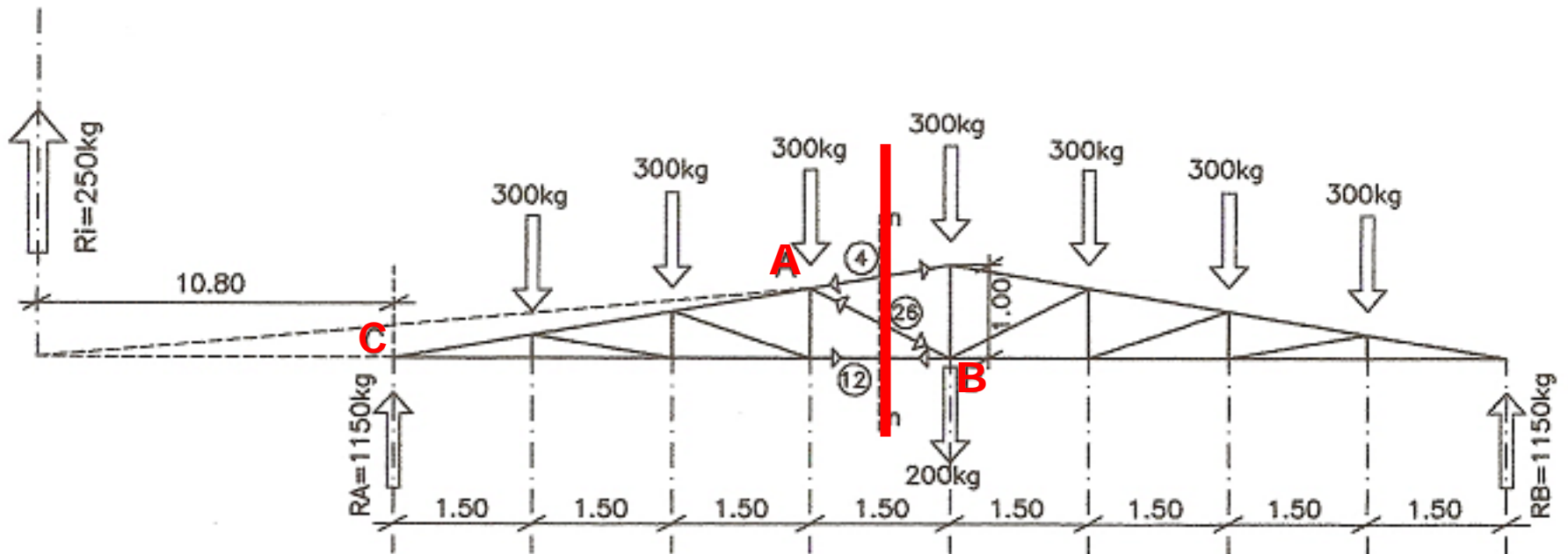
# METODOS DE CALCULO

- ◆ Recta auxiliar de Cullman. (Grafico)
- ◆ Grafico-analítico de Ritter.
- ◆ De los nudos. (Analítico o grafico)

# CULLMAN Y RITTER

- ◆ Tienen la ventaja de permitir calcular una parte de la estructura sin necesidad de resolver la totalidad de la misma

# RITTER





# Desarrollo de Ritter

- ◆ Tomamos centro de momento en A:
- ◆  $1150*4.5-300*(1.5+3.00)=S_{12}*z=S_{12}*0.75$
- ◆  $S_{12}=5100.Kg$
- ◆ Tomamos centro de momento en B:
- ◆  $1150*6.0-300*(1.5+3.0+4.5)=4200kgm=S_4*0.98$

Valor este ultimo tomado de la escala desde B a la barra 4

resultando  $S_4=4200/0.98\approx 4280kg$

# CONTINUACION RITTER

◆ Tomamos centro de momento en C:

$300*(1.5+3.0+4.5)=2700\text{Kgm}=\text{S}26*2.70$   
medido en la escala.

Despejando  $\text{S}26=1000\text{Kg}$

# CULLMAN

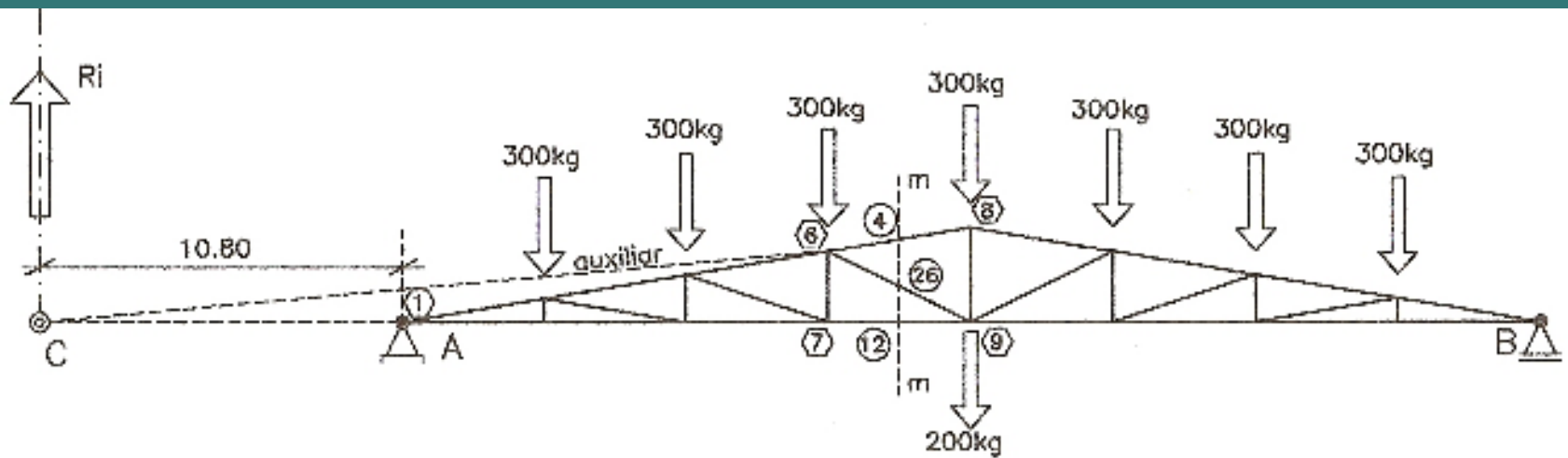
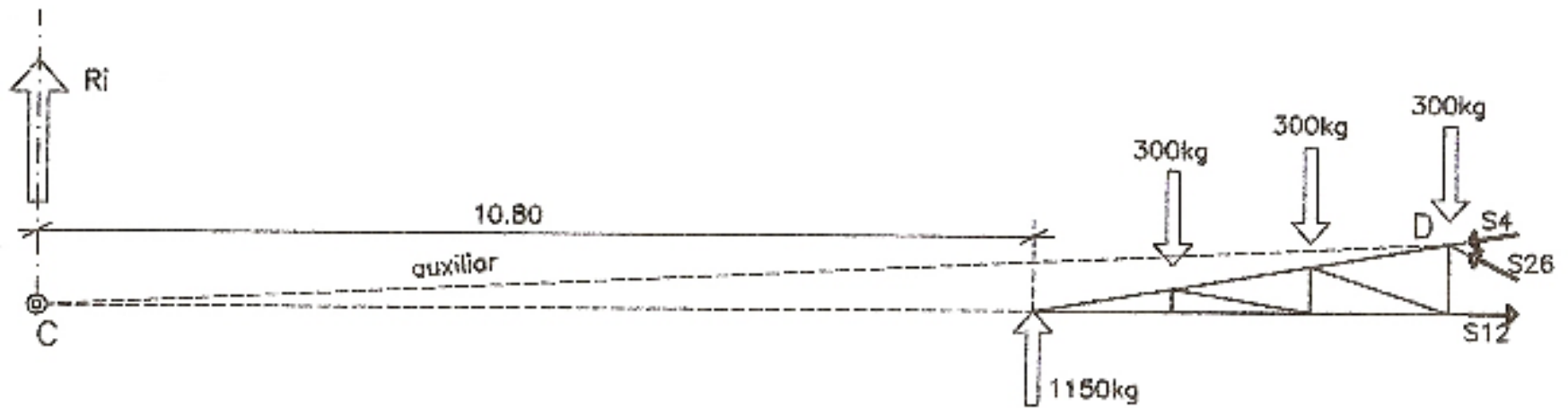
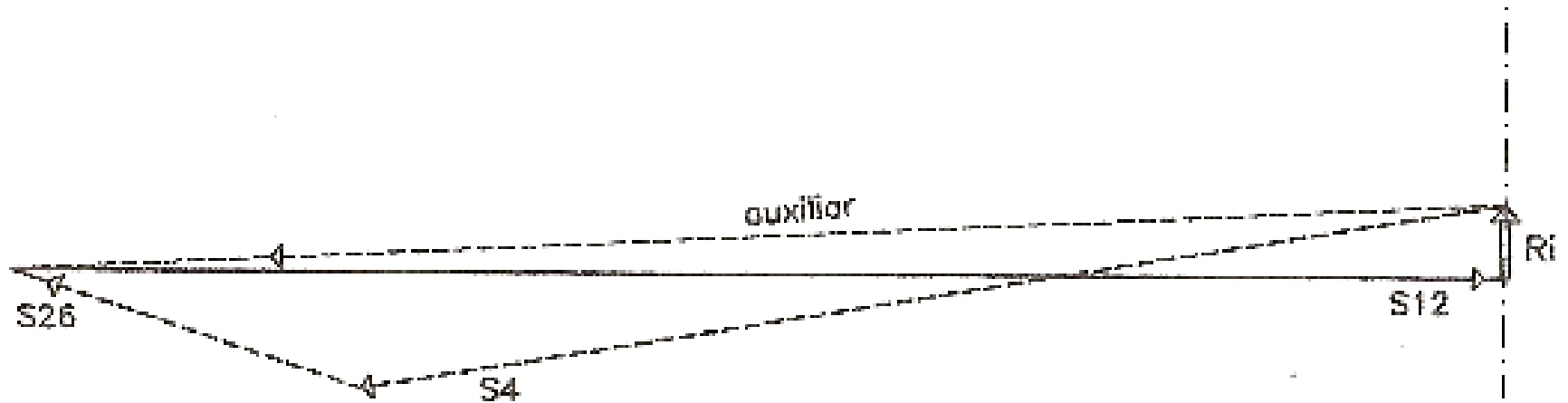


fig 14

# CULLMAN



# CULLMAN



# METODO DE LOS NUDOS

Su concepto central de aplicación es:

- ◆ Si una estructura esta en **equilibrio**, **cada una de sus partes lo están**, en este caso nos referimos a los nudos.

(todos y cada uno de ellos)

- ◆ Para ello deberá verificarse  $\Sigma Y=0$ ;  
 $\Sigma X=0$ , en cada nudo analíticamente.

# NUDOS: CONTINUACION

- ◆ Pero este método podría resolverse también gráficamente y en ese caso por polígono vectorial deberemos verificar que el mismo sea cerrado con lo cual garantizamos el equilibrio para fuerzas concurrentes. No obstante con el uso de la computadora lo mas común es calcularlo analíticamente.

# ¿Como Empezar?

- ◆ Siempre por un nudo que no tenga mas de dos incógnitas que es lo que puedo resolver con las dos ecuaciones de la estática.
  - ◆ **SISTEMAS DE FUERZAS CONCURRENTES**



# NUDO 1

$$\sum X=0=-S_1 \cdot \cos \alpha + S_9=0$$

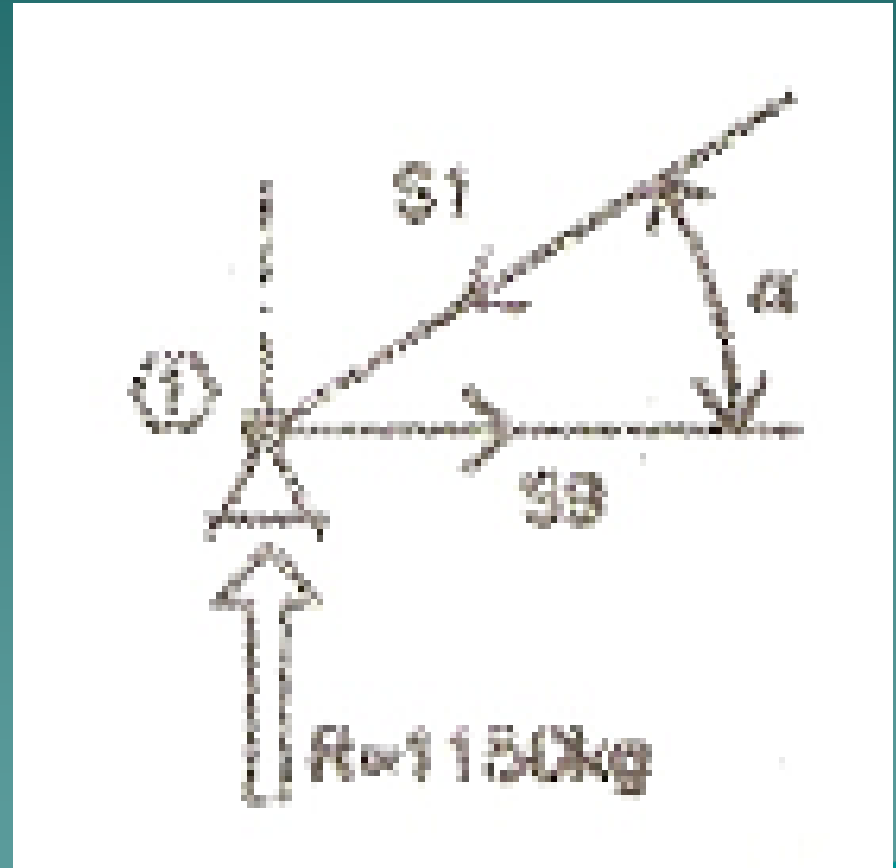
$$\sum Y=0=-S_1 \cdot \operatorname{sen} \alpha + 1150=0$$

$$S_1=6995$$

$$S_9=6900$$

Luego como siempre si el signo es positivo el sentido supuesto es correcto, caso contrario

Se cambia(invierte)

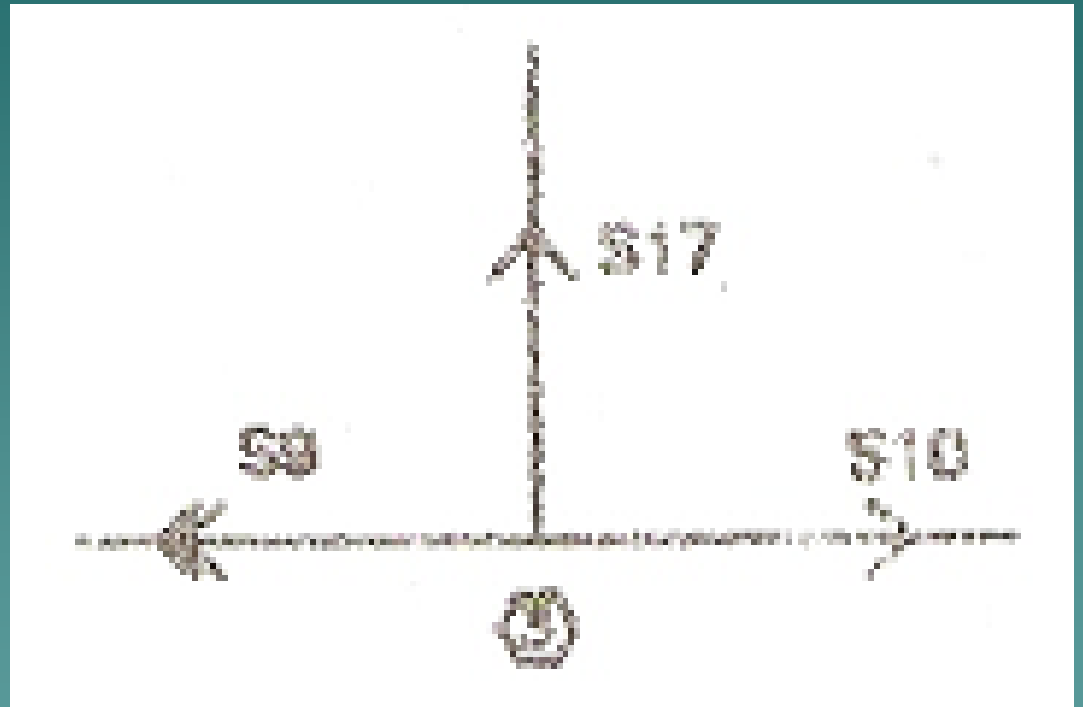


# NUDO 3

$$\sum X=0=-6900+S_{10}=0$$

$$\sum Y=0=S_{17}=0$$

- ◆ La barra  $S_{17}$  no trabaja.
- ◆  $S_{10}=6900$ .



# NUDO 2

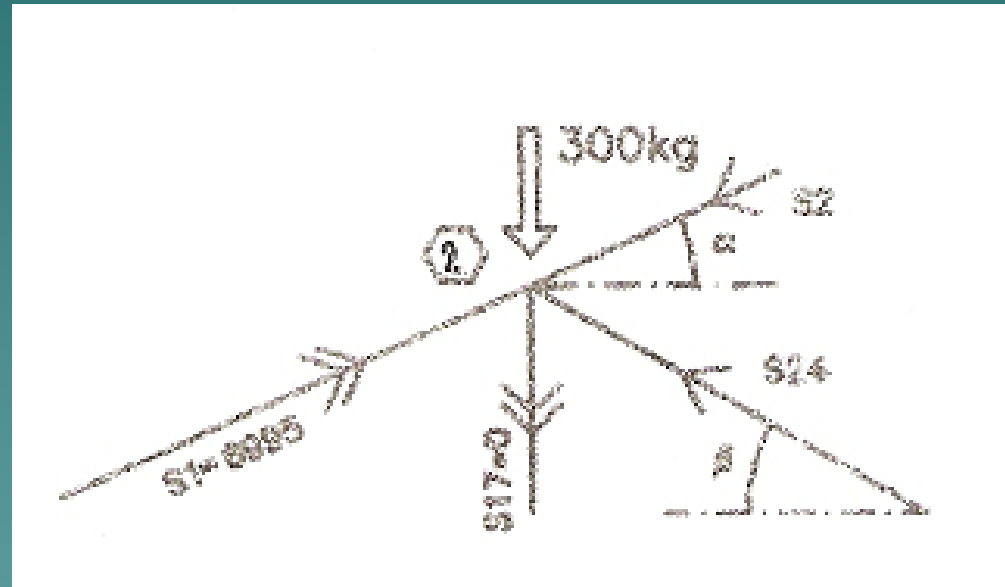
$$\sum X=0=S_1 \cdot \cos \alpha - S_2 \cdot \cos \alpha - S_{24} \cdot \cos \beta = 0$$

$$\sum Y=0=300 - S_1 \cdot \operatorname{sen} \alpha - S_2 \cdot \operatorname{sen} \alpha + S_{17} - S_{24} \cdot \operatorname{sen} \beta = 0$$

$S_1$  y  $S_{17}$  ya calculados  
permiten obtener:

$$S_2 =$$

$$S_{24} =$$



# NUDO X

◆ Luego continuamos calculando repetitivamente hasta calcular todos los nudos, siempre cuidando de elegir el nudo con el criterio de no tener mas de dos incógnitas.

# RESUMEN

◆ Como vemos surgen aplicaciones de la resolución de sistemas de fuerzas.

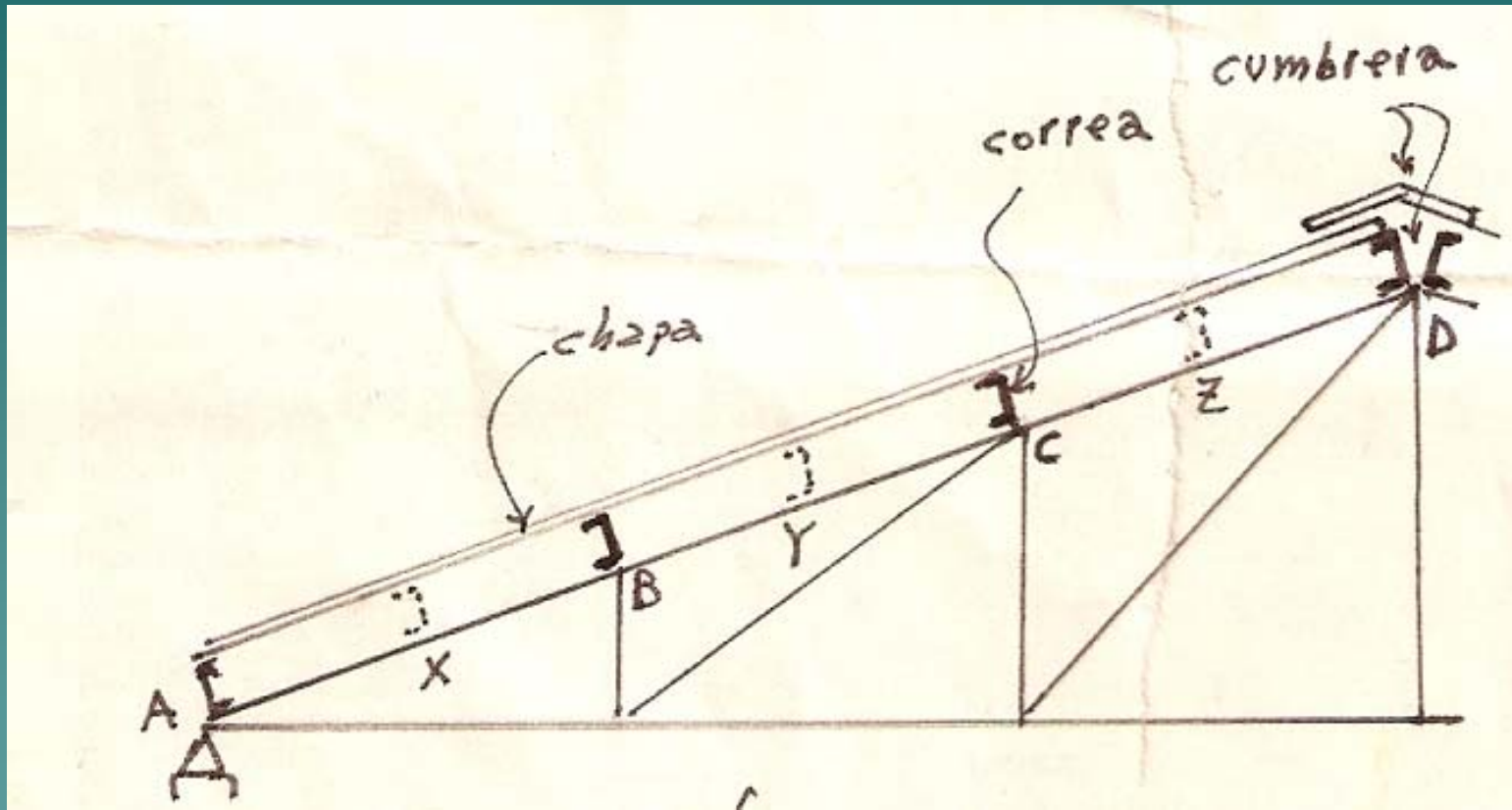
En este caso concretamente podemos aplicar la descomposición de una fuerza en tres direcciones como son Ritter y Cullman.

O en el caso del método de los nudos, la resolución de sistemas de fuerzas concurrentes.

# CORREAS

- ◆ QUE SON: Los elementos receptores del cerramiento propiamente dicho, (en general chapas) que podrán ser de diferentes materiales. Estos materiales a utilizar en correas suelen ser perfiles o tirantes de madera.

# ESQUEMA DE CORREA



# EJEMPLO DE APLICACION





# OTRO EJEMPLO



# SEGUIMOS CON EJEMPLOS



# SEGUIMOS CON EJEMPLOS



# OTRA APLICACION



# GRUAS EN GENERAL



# TAMBIEN EN PUENTES LEVADIZOS

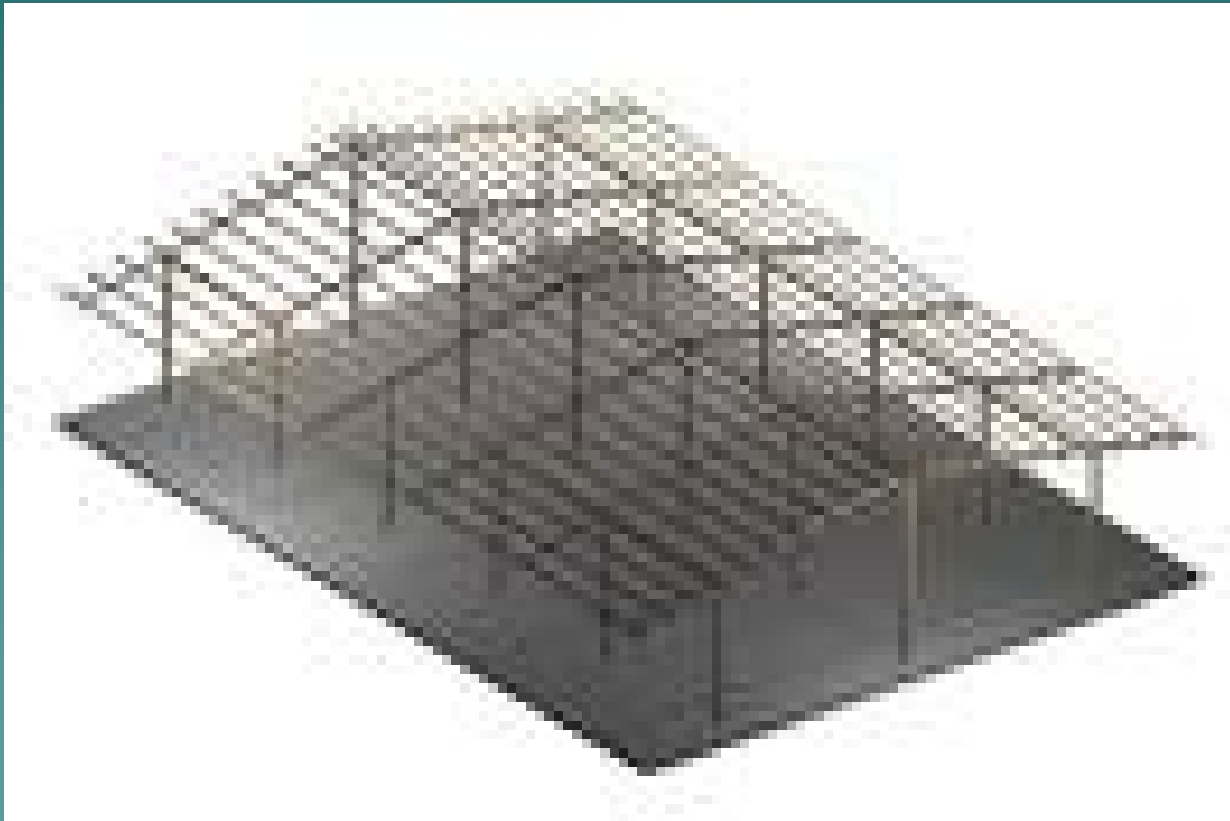


ente levadizo con apoyos de  
estómoro

# VUELTA AL MUNDO



# ESQUEMA PLANO-ESPACIAL

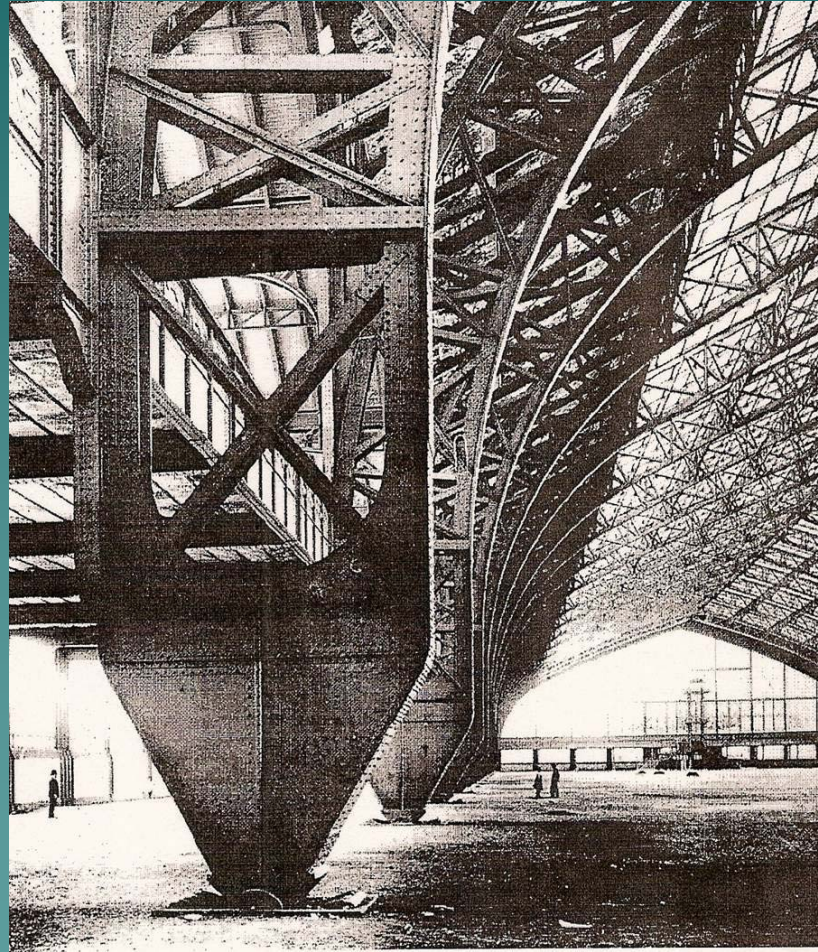




# COLUMNAS-VIGAS



# ARTICULACION-RETICULADO



# ARQUITECTURA-RETICULAR



# EJEMPLO DE MADERA

Observar  
los nudos  
con  
refuerzos  
nodales  
metálicos



## VIGAS RETICULADAS

Aplicaciones varias:

- 1.- Columnas.
- 2.- Vigas de arriostreamiento.
- 3.- Vigas principales.



# MONTAJE

Vigas y  
columnas  
reticuladas.



# Grandes luces

En el caso de espacios deportivos para proteger el sector de público por el sistema de viseras.



## NAVES INDUSTRIALES

No todas son reticuladas, en este caso funcionan perfectamente y sin embargo están resueltas con perfilaría maciza.





## ANDEN DE ESTACION

Acá vemos un reticulado con perfiles (sección variable) para aprovechar mejor los materiales donde son mas necesarios, y también podemos apreciar los apoyos articulados, como ejemplo de esta tipología de vinculación



# PLUMAS

- ◆ Clásicas torres para obras urbanas o de gran envergadura que justifique los costos de instalación para los movimientos a realizar.



# ◆ Y CONTINUAN LOS EJEMPLOS



**NOS VEMOS EN LA  
PRACTICA**

