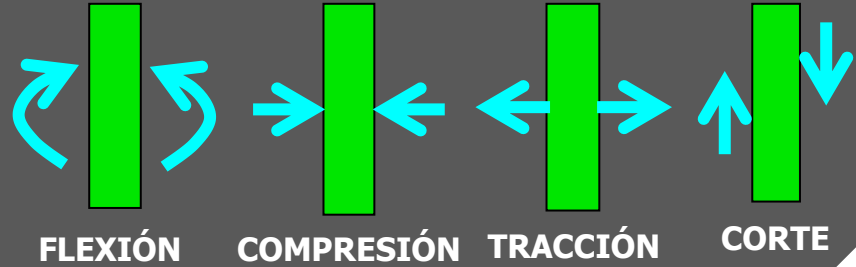


ESTRUCTURAS I B

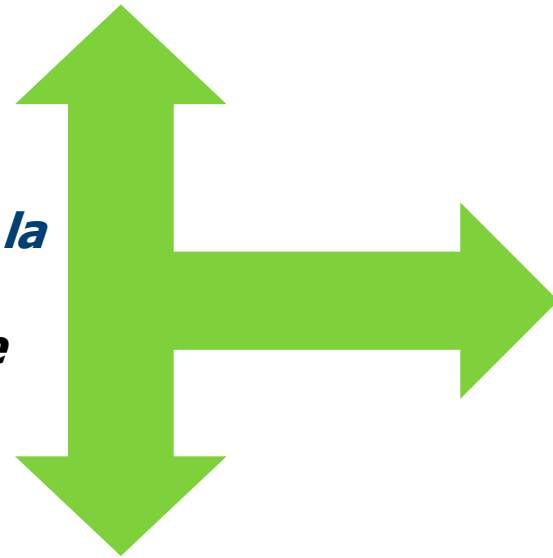
**CALCULO DE DEFORMACION MAXIMA
MADERA Y ACERO**

Las solicitaciones

(conjuntos de esfuerzos que actúan sobre la sección)



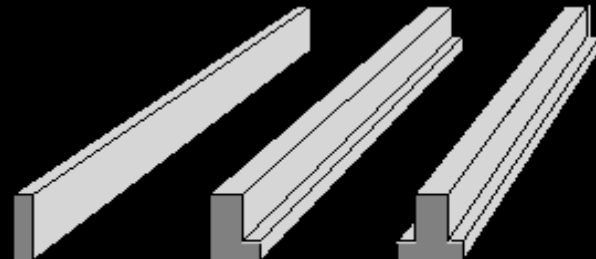
Las deformaciones y la resistencia pueden predecirse cuando se conocen:



EL MATERIAL del cual está hecha la sección
Característica mecánica

La FORMA de la sección

característica geométrica



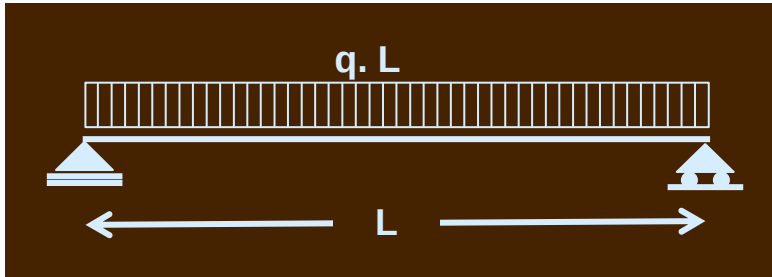
CALCULO DE LA DEFORMACION MAXIMA f_{max} y VERIFICACION DE LA DEFORMACION

- **CARACTERISTICA MECANICA** MATERIAL – MODULO DE ELASTICIDAD **E**
- **CARACTERISTICA GEOMETRICA** FORMA- DISTRIBUCION DE LA MASA – MOMENTO DE INERCIA **I**
- **CARGA** TIPO Y FORMA DE LA CARGA
- **VINCULOS O APOYOS** - EMPOTRAMIENTOS o ARTICULACIONES, VOLADIZOS
- **LONGITUD**

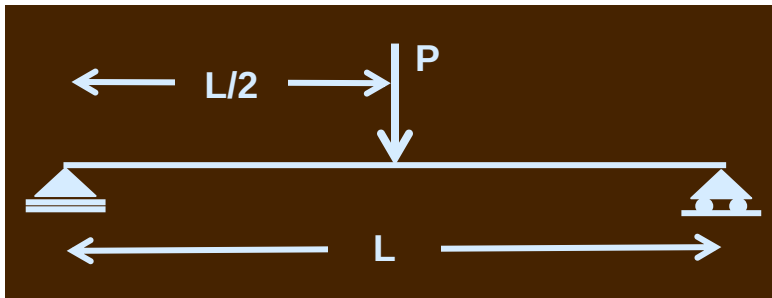
Debemos verificar que la deformación o flecha máxima sea menor que la deformación o flecha admisible

$$f_{max} \leq f_{admissible}$$

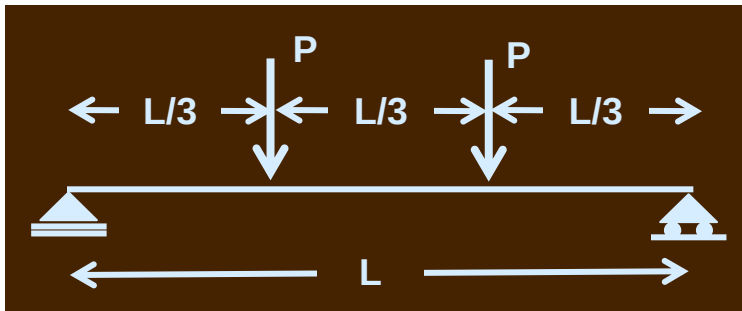
FORMULAS DE CALCULO DE LAS DEFORMACIONES MAXIMAS PARA VIGAS SEGÚN EL ESTADO DE CARGAS Y VINCULOS MAS TIPICOS.



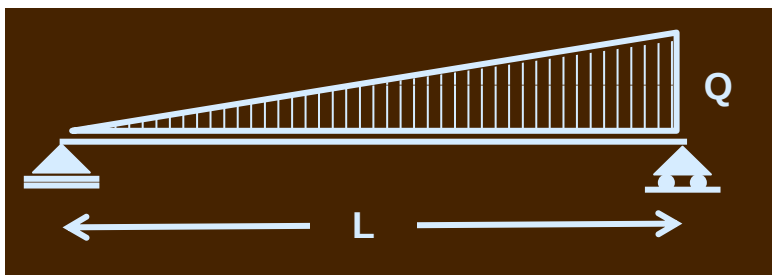
$$f_{max} = \frac{5}{384} \cdot \frac{q \cdot L^4}{I \cdot E}$$



$$f_{max} = \frac{P \cdot L^3}{48 \cdot I \cdot E}$$



$$f_{max} = \frac{23 \cdot P \cdot L^3}{648 \cdot I \cdot E}$$



$$f_{max} = 0,01304 \cdot \frac{Q \cdot L^3}{I \cdot E}$$

DEFORMACIONES MAXIMAS EN MADERA-REGLAMENTO CIRSOC 601

Destino	Deformación Instantánea	Deformación Final
Viviendas y oficinas	Luz/360	Luz/ 300
Comercio, Recreación e Institucional	Luz/360	Luz/240
Industria y rurales	-----	Luz/200

En estructuras de madera, se debe considerar la deformación diferida (a través del tiempo) que puede sufrir el material, por acción de las cargas de larga duración.

Esta deformación final (Δ_f) se obtiene, aplicando a la deformación instantánea Δ_i un factor de deformación K_{cr}

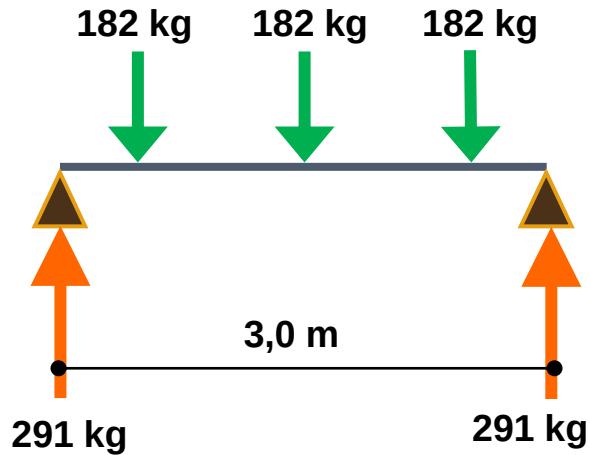
Valores de K_{cr}		
Elementos secos	Vigas de madera aserrada y laminada. Condición de servicio seca.	1,5
	Vigas de madera aserrada y laminada. Condición de servicio húmeda.	2,0
Element. verdes	Vigas de madera aserrada o sección circular que secan bajo carga.	3,0

Para las estructuras de acero, el CIRSOC 301 – 2005 establece los siguientes valores límites de deformaciones:

DEFORMACIONES MAXIMAS EN ACERO-REGLAMENTO CIRSOC 301-EL

Destino	Deformación admisible
Techos en general	Luz/200
Techos con carga frecuente de personas (no mantenimiento) Pisos en general	Luz/250
Pisos o techos que soporten elementos y revestimientos susceptibles de fisuración	Luz/300

VERIFICACIÓN DE LA DEFORMACIÓN DE UNA CORREA

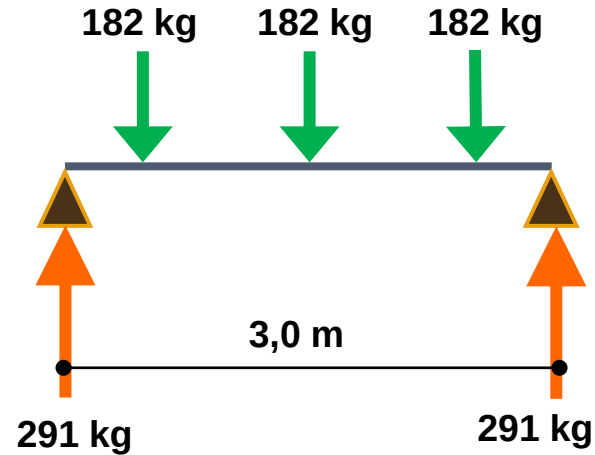


- DATOS : Pino Elliotis
- Sección: 7 cm x 17 cm
- Módulo de Elasticidad Medio: $E = 65000 \text{ kg/cm}^2$
- Módulo de Elasticidad Ajustado: $E' = E \times C_M \times C_t = 65000 \text{ kg/cm}^2$

VERIFICACIÓN DE LA DEFORMACIÓN INSTANTÁNEA (Δ_1)



Flecha real (medida en obra):
3,2 cm



$$I_x = \frac{b \cdot d^3}{12} = \frac{7\text{cm} \cdot (17\text{ cm})^3}{12} = 2866\text{ cm}^4$$

FLECHA INSTANTÁNEA TEÓRICA

$$f_{\text{Imax}} = \frac{19}{384} \cdot \frac{P \cdot l^3}{E \cdot I} = \frac{19}{384} \cdot \frac{182\text{ kg} \cdot (300\text{cm})^3}{65000\text{ kg/cm}^2 \cdot 2866\text{cm}^4} = 1,30\text{ cm}$$

Deformación máxima admisible

Las distintas reglamentaciones permiten estimar un control de las deformaciones por flexión, fijando valores admisibles de deformaciones máximas o flechas.

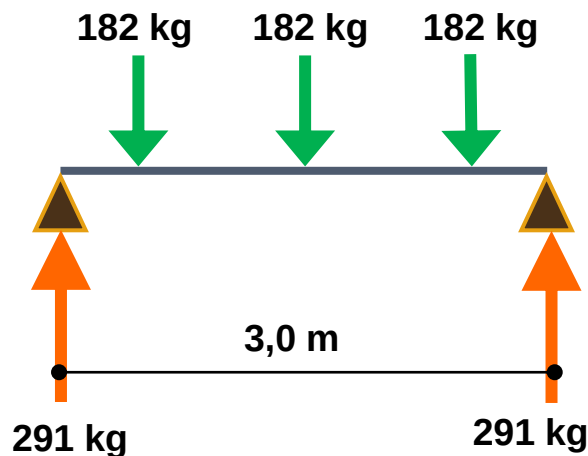
Para madera, el CIRSOC 601 establece:

Destino	Deformación Instantánea	Deformación Final
Viviendas y oficinas	Luz/360	Luz/ 300
Comercio, Recreación e Institucional	Luz/360	Luz/240
Industria y rurales	-----	Luz/200

Deformación Instantánea de Cálculo: **1,30 cm**

Deformación Admisible: $\text{Luz}/360 = 300 \text{ cm} / 360 = \mathbf{0,83 \text{ cm}}$

Se debió aumentar sección de correas por DEFORMACIÓN



En estructuras de madera, se debe considerar la **deformación diferida** (a través del tiempo) que puede sufrir el material, por acción de las cargas de larga duración.

Esta deformación final (Δ_f) se obtiene, aplicando a la deformación instantánea Δ_i un factor de deformación K_{cr}



Flecha real (medida en obra):
3,2 cm

Valores de K_{cr}		
Elementos secos	Vigas de madera aserrada y laminada. Condición de servicio seca.	1,5
	Vigas de madera aserrada y laminada. Condición de servicio húmeda.	2,0
Element. verdes	Vigas de madera aserrada o sección circular que secan bajo carga.	3,0

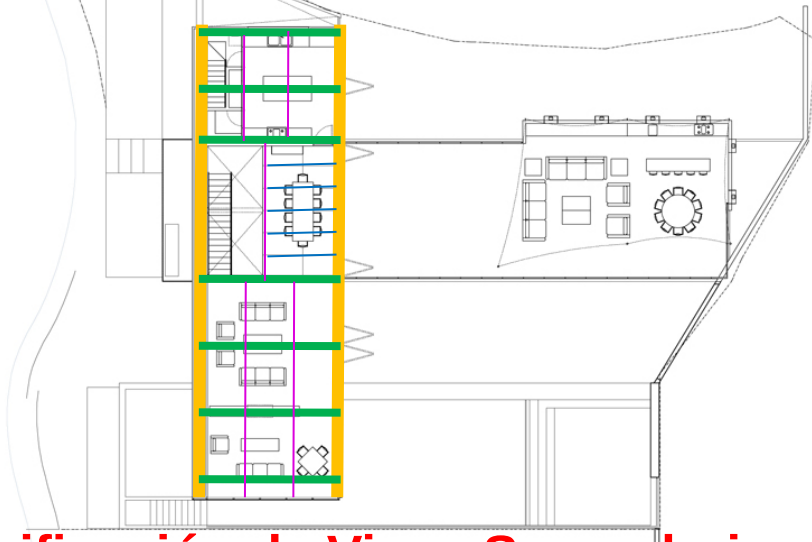
DEFORMACIÓN FINAL Δ_f (fmax)

$$\Delta_f = 1,30 \text{ cm} \cdot 1,5 = 1,95 \text{ cm}$$

$$\Delta_f = 1,30 \text{ cm} \cdot 2,0 = 2,60 \text{ cm}$$

$$\Delta_f = 1,30 \text{ cm} \cdot 3,0 = 3,90 \text{ cm}$$

PLANTA 2º NIVEL



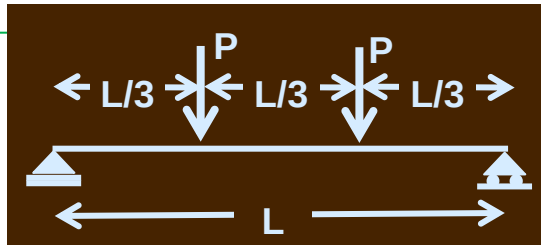
Verificación de Vigas Secundarias del entrepiso:

luz entre apoyos: 7,2 m

Cargas Puntuales sobre vigas secundarias: $2,8 \cdot 2 = 5,6 \text{ t (5600 kg)}$

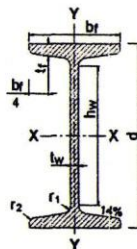
Dimensionado a Flexión: IPN 300 $\longrightarrow I_x \text{ IPN 300} = 9800 \text{ cm}^4$

$$\Delta = \frac{23}{648} \cdot \frac{P \cdot L^3}{I \cdot E}$$

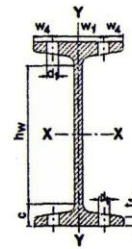


$$\Delta = f_{max} = \frac{23}{648} \cdot \frac{5600 \text{ kg} \cdot 720 \text{ cm}^3}{9800 \text{ cm}^4 \cdot 2100000 \text{ kg/cm}^2} = 3,78 \text{ cm}$$

**IPN según
IRAM-IAS
U 500-511**



A_g = Área bruta de la sección transversal.
 I = Momento de Inercia de la sección.
 respecto de los ejes principales.
 $r = \sqrt{I/A}$ Radio de giro.
 S = Módulo resistente elástico de la sección.
 Q = Momento estático de media sección.
 Z = Módulo plástico de la sección.



J = Módulo de torsión.
 C_w = Módulo de alabeo.
 X_1, X_2 = Factores de pandeo.
 L_p = Longitud lateralmente no arriostrada
 límite para desarrollar la capacidad de
 plastificación total por flexión.
 L_r = Longitud lateralmente no arriostrada
 límite para pandeo lateral torsional
 inelástico.

Designación	Dimensiones						Relaciones		Ag	Peso		X - X				Y - Y						Agujeros en el Ala		Distancia agujero al borde	Esp.	J	Cw	X ₁	X ₂ (10) ⁻⁵	Acero F-24											
																														Carga Alma		Carga Ala Sup.									
	d	bf	tf	hw	tw=r ₁	r ₂	bf/2tf	hw/tw				cm ²	Kg/m	I _x	S _x	r _x	Q _x	Z _x	I _y	S _y	r _y	Q _y	1,5.S _y	Z _y						w ₁	d ₁	w ₂	t ₁	cm ⁴	cm ⁶	MPa	MPa ⁻²	L _p	L _t	L _p	L _t
	mm	mm	mm	mm	mm	mm						cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ⁴	cm ³	cm	cm ³	cm ³	cm ³	mm	mm						mm	mm	cm ⁴	cm ⁶	MPa	MPa ⁻²	cm	cm	cm	cm		
80	80	42	5,9	59	3,9	2,3	3,56	15,1	7,57	5,94	77,8	19,5	3,20	11,4	22,8	6,29	3,00	0,91	2,46	4,50	4,93	22	6,4	10	4,43	0,71	87,5	32815	0,70	47	260	42	230								
100	100	50	6,8	75	4,5	2,7	3,68	16,7	10,6	8,34	171	34,2	4,01	19,9	39,8	12,2	4,88	1,07	4,02	7,32	8,04	28	6,4	11	5,05	1,31	268	30082	1,00	55	283	49	248								
120	120	58	7,7	92	5,1	3,1	3,77	18,0	14,2	11,1	328	54,7	4,81	31,8	63,6	21,5	7,41	1,23	6,12	11,12	12,24	32	8,4	13	5,67	2,23	685	28382	1,29	63	309	57	269								
140	140	66	8,6	109	5,7	3,4	3,84	19,1	18,2	14,3	573	81,9	5,61	47,7	95,4	35,2	10,7	1,40	8,85	16,05	17,70	34	11	16	6,29	3,56	1540	27117	1,56	72	339	65	293								
160	160	74	9,5	125	6,3	3,8	3,89	19,8	22,8	17,9	935	117	6,40	68,0	136	54,7	14,8	1,55	12,28	22,20	24,55	40	11	17	6,91	5,40	3138	26190	1,80	80	365	72	313								
180	180	82	10,4	142	6,9	4,1	3,94	20,6	27,9	21,9	1450	161	7,20	93,4	187	81,3	19,8	1,71	16,50	29,70	33,00	44	13	19	7,53	7,89	5924	25442	2,04	88	393	79	335								
200	200	90	11,3	159	7,5	4,5	3,98	21,2	33,4	26,2	2140	214	8,00	125	250	117	26,0	1,87	21,58	39,00	43,16	48	13	21	8,15	11,2	10520	24894	2,22	96	422	86	359								
220	220	98	12,2	176	8,1	4,9	4,02	21,7	39,5	31,1	3060	278	8,80	162	324	162	33,1	2,02	27,61	49,65	55,21	52	13	23	8,77	15,3	17760	24432	2,42	104	450	93	381								
240	240	106	13,1	192	8,7	5,2	4,05	22,1	48,1	36,2	4250	354	9,59	206	412	221	41,7	2,20	34,68	62,55	69,37	56	17	25	9,39	20,6	28730	24017	2,58	113	484	102	407								
260	260	113	14,1	208	9,4	5,6	4,01	22,1	53,3	41,9	5740	442	10,4	257	514	288	51,0	2,32	42,56	76,50	85,11	60	17	26,5	10,15	27,5	44070	23925	2,65	119	509	107	428								
280	280	119	15,2	225	10,1	6,1	3,91	22,3	61,0	47,9	7590	542	11,1	316	632	364	61,2	2,45	51,07	91,80	102,1	62	17	28,5	11,04	36,4	64580	24009	2,64	126	539	113	454								
300	300	125	16,2	241	10,8	6,5	3,86	22,3	69,0	54,2	9800	653	11,9	381	762	451	72,2	2,56	60,29	108,3	120,6	64	21	30,5	11,83	46,7	91850	23987	2,68	132	563	118	473								
320	320	131	17,3	258	11,5	6,9	3,79	22,4	77,7	61,0	12510	782	12,7	457	914	555	84,7	2,67	70,96	127,1	141,9	70	21	30,5	12,72	59,7	128800	24038	2,67	137	589	123	495								
340	340	137	18,3	274	12,2	7,3	3,74	22,5	86,7	68,0	15700	923	13,5	540	1080	674	98,4	2,80	82,35	147,6	164,7	74	21	31,5	13,51	74,3	176300	24009	2,71	144	617	130	518								
360	360	143	19,5	290	13,0	7,8	3,67	22,3	97,0	76,1	19610	1090	14,2	638	1276	818	114	2,90	95,96	171,8	191,9	76	23	33,5	14,50	94,2	240100	24207	2,64	149	643	134	541								
380	380	149	20,5	306	13,7	8,2	3,63	22,3	107	84,0	24010	1260	15,0	741	1482	975	131	3,02	109,8	196,4	219,6	82	23	33,5	15,29	115	318700	24262	2,65	155	672	140	565								
400	400	155	21,6	323	14,4	8,6	3,59	22,4	118	92,4	29210	1460	15,7	857	1714	1160	149	3,13	125,5	223,5	251,0	86	23	34,5	16,18	140	419800	24270	2,65	161	696	145	586								
425	425	163	23,0	343	15,3	9,2	3,54	22,4	132	104	36970	1740	16,7	1020	2040	1440	176	3,30	148,1	264,0	296,2	88	25	37,5	17,30	177	587500	24280	2,63	170	734	153	618								
450	450	170	24,3	363	16,2	9,7	3,50	22,4	147	115	45850	2040	17,7	1200	2400	1730	203	3,43	170,7	304,5	341,4	94	25	38,0	18,35	220	791100	24306	2,65	176	764	159	643								
475	475	178	25,6	384	17,1	10,3	3,48	22,5	163	128	56480	2380	18,6	1400	2800	2090	235	3,60	197,5	352,5	394,9	96	28	41,0	19,37	270	1067000	24318	2,67	185	803	167	675								
500	500	185	27,0	404	18,0	10,8	3,43	22,4	179	141	68740	2750	19,6	1620	3240	2480	268	3,72	225,7	402,2	451,4	100	28	42,5	20,53	329	1403000	24375	2,65	191	831	172	699								
550	550	200	30,0	445	19,0	11,9	3,33	23,4	212	166	99180	3610	21,6	2120	4240	3490	349	4,02	292,3	523,5	584,6	110	28	45,0	23,00	472	2389000	24188	2,69	207	892	186	750								

Para las estructuras de acero, el CIRSOC 301 – 2005 establece los siguientes valores límites de deformaciones:

DEFORMACIONES MAXIMAS EN ACERO-REGLAMENTO CIRSOC 301-EL

Destino	Deformación admisible
Techos en general	Luz/200
Techos con carga frecuente de personas (no mantenimiento) Pisos en general	Luz/250
Pisos o techos que soporten elementos y revestimientos susceptibles de fisuración	Luz/300

Deformación Límite: $Luz / 250 = 720 / 250 = 2,88 \text{ cm} < 3,78 \text{ cm}$

Se debe redimensionar por DEFORMACIÓN